

## Kondisi Pencemaran Lingkungan Berdasarkan Parameter Mikrobiologis di Sekitar Muara Sungai Cimandiri, Teluk Pelabuhan Ratu, Jawa Barat

Nur Fitriah Afianti<sup>1</sup> dan Lies Indah Sutiknowati<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratorium Mikrobiologi Laut, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI  
Email: nurfitriahafianti@gmail.com

### Abstract

The Gulf waters of Pelabuhan Ratu are important waters for fisheries and tourism. However, currently anthropogenic pollution carried by river flows threatens water quality, especially around the Cimandiri estuary. This study aims to analyze a water quality around Cimandiri estuary based on the abundance of fecal pollution indicator bacteria and pathogenic bacteria on water samples taken from 15 stations. Fecal pollution indicator bacteria were enumerated using filtration method and plate count agar, while pathogenic bacteria was detected using selective media and biochemical tests. The results of the study in March 2017 showed that domestic waste pollution occurred in Cimandiri estuary. The presence of pollution indicator bacteria coliform, *E. coli* and pathogenic bacteria were found in the water column with varying density levels. The highest density of coliform bacteria was found in the mouth of Cimandiri estuary as much as  $4.56 \times 10^5$  CFU / 100 ml and *E. coli* as much as  $2.59 \times 10^4$  CFU/100 ml. Geomean of the total coliform bacteria and *E. coli* respectively  $4.61 \times 10^3$  CFU/100 ml and  $7.61 \times 10^2$  CFU/100 ml. The abundance of bacterial pollution indicators in Cimandiri Estuary has been already exceeded Indonesian water quality standard determined by the Ministry of Environment Decree. Pathogenic bacteria i.e *Vibrio* sp. and *Aeromonas* sp. most found at Cimandiri Estuary.

**Keywords:** bacteria, coliform, patogen, pollution, Cimandiri

### Abstrak

Perairan Teluk Pelabuhan Ratu merupakan perairan penting bagi perikanan dan wisata. Akan tetapi, saat ini pencemaran antropogenik yang terbawa oleh aliran sungai menjadi ancaman bagi kualitas perairan di Teluk Pelabuhan Ratu, terutama di sekitar muara Cimandiri. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kualitas perairan Teluk Pelabuhan Ratu, tepatnya di sekitar muara Sungai Cimandiri berdasarkan profil kelimpahan bakteri indikator pencemaran dan bakteri patogen pada kolom air yang diambil dari 15 stasiun pengamatan. Perhitungan jumlah bakteri koliform menggunakan metode filtrasi dan agar plate count, sedangkan keberadaan bakteri patogen dideteksi menggunakan media selektif dan uji biokimia. Hasil penelitian pada bulan Maret 2017 menunjukkan bahwa pencemaran limbah domestik terjadi di Muara Sungai Cimandiri. Keberadaan bakteri koliform, *E. coli* dan bakteri patogen terdeteksi pada kolom air dengan tingkat kepadatan yang bervariasi. Kepadatan bakteri koliform tertinggi ditemukan tepat di mulut muara Sungai Cimandiri dengan jumlah bakteri koliform mencapai  $4,56 \times 10^5$  CFU/100 ml dan bakteri *E.coli*  $2,59 \times 10^4$  CFU/100 ml dan rata-rata (geomean) total bakteri koliform adalah  $4,61 \times 10^3$  CFU/100 ml dan bakteri *E. coli*  $7,61 \times 10^2$  CFU/100 ml. Kepadatan bakteri indikator pencemaran di Muara Sungai Cimandiri jauh diatas baku mutu yang ditetapkan oleh Kepmen LH. Bakteri patogen *Vibrio* sp. dan *Aeromonas* sp. paling banyak ditemukan pada stasiun pengamatan di Muara Sungai Cimandiri.

**Kata kunci :** bakteri, koliform, patogen, pencemaran, Cimandiri

### Pendahuluan

Perairan muara Sungai Cimandiri merupakan salah satu perairan penting yang memiliki sumberdaya perikanan dan kawasan wisata potensial di Teluk Pelabuhan Ratu. Sungai Cimandiri menjadi sungai terbesar yang bermuara pada teluk tersebut. Perairan muara Sungai Cimandiri menjadi habitat bagi berbagai jenis biota laut juga menjadi daerah penyebaran dan penangkatan biota ekonomis seperti ikan Sidat. (Fahmi & Hirnawati, 2010). Akan tetapi, beban masukan dari sungai Cimandiri menjadi salah satu ancaman bagi kualitas air di Muara sungai Cimandiri. Limbah antropogenik yang berasal dari aktivitas manusia, seperti sampah rumah tangga, limbah pertanian, pertambangan maupun bahan-bahan lainnya dari aliran sungai Cimandiri dapat terbawa arus sampai ke muara. Laut menjadi muara akhir dari limbah antropogenik, baik dalam

bentuk limbah organik maupun anorganik. Tak hanya itu, limbah rumah tangga atau limbah domestik juga berpotensi membawa berbagai jenis patogen yang dapat menginfeksi manusia maupun biota laut. Penyebaran penyakit yang diakibatkan oleh limbah rumah tangga diantaranya adalah vibriosis, tifus, disentri dan kolera. Pencemaran antropogenik akibat aktivitas manusia menimbulkan ancaman yang serius terhadap kualitas perairan pesisir dan dapat menyebabkan kerusakan keanekaragaman hayati (Dsikowitzky *et al.*, 2016).

Secara mikrobiologis, pencemaran limbah antropogenik sebagai hasil dari aktivitas manusia dapat dideteksi dengan melihat kelimpahan bakteri heterotrofik, koliform dan fekal koli pada perairan tersebut. Keberadaan bakteri fekal koli masih digunakan sebagai indikator keberadaan patogen pada perairan meskipun beberapa alternative penggantinya mulai diteliti. Bakteri Gram negatif *E.*

*coli* dari golongan koliform merupakan mikro flora normal berada dalam saluran pencernaan manusia dan binatang berdarah panas. Akan tetapi, beberapa strain *E. coli* menjadi sumber utama penyebab infeksi saluran pencernaan, bakteremia dan penyebab utama neonatal meningitis seperti enterotoksigenic *E. coli* (ETEC), enterohemorragic *E. coli* (EHEC) dan enteropatogenic *E. coli* (EPEC) (Palaniappan *et al.*, 2006). Meskipun merupakan bakteri normal di dalam saluran pencernaan manusia, bakteri koliform dan *E. coli* dapat bertahan hidup di lingkungan perairan. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengetahui ketahanan dan tingkat kematian bakteri indikator kontaminasi tinja di perairan (Darakas, 2001; Hrenovic & Ivankovic, 2009). Keberadaan bakteri koliform juga berkorelasi positif dengan keberadaan dan jumlah bakteri patogen seperti *Vibrio*, *Salmonella* dan *Shigella* (Nagvenkar & Ramaiah, 2009).

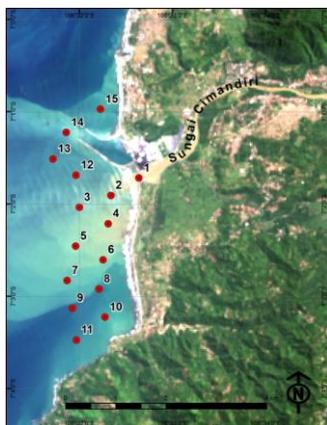
Survei lingkungan dibutuhkan untuk mengetahui distribusi indikator pencemaran dan keberadaan bakteri patogen terhadap manusia yang dapat memberikan gambaran kualitas perairan. Oleh karena ini, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas air di sekitar muara Sungai Cimandiri berdasarkan pendekatan mikrobiologi melalui analisis bakteri indikator koliform dan keberadaan patogen.

## Metodologi

### Lokasi dan Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di muara Sungai Cimandiri pada bulan April 2017 sebanyak 15 stasiun pengamatan (Gambar 1). Kondisi perairan dengan rata-rata suhu sebesar 29,7°C, pH 8,13 serta kondisi salinitas yang bervariasi mulai dari 0-32‰.

Sampel air laut pada lapisan permukaan dengan kedalaman sekitar 30 cm diambil dengan menggunakan botol steril 300 ml dan Zobell water sampler secara aseptik. Botol sampel air laut disimpan dengan menggunakan ice box untuk selanjutnya dilakukan analisis.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel di Muara Sungai Cimandiri

### Analisa Bakteri Koliform

Analisa bakteri koliform dilakukan dengan menggunakan teknik membrane filter dan Compact Dry EC "Nissui" for Coliform and *E.coli*. Sampel kolom air dengan volume 25 ml, 50 ml, dan 100 ml disaring dengan menggunakan kertas saring nitroselulosa (porositas 0.45 µm dan diameter 47 mm) kemudian ditumbuhkan pada media compact dry. Sampel diinkubasi selama 24 jam pada suhu 35°C. Pertumbuhan bakteri koliform ditandai dengan pertumbuhan koloni bakteri berwarna ungu dan koloni bakteri berwarna biru untuk pertumbuhan bakteri *E. coli*. Jumlah bakteri koliform dihitung dalam CFU/100 ml.

### Analisa Bakteri Heterotrofik dan Halotoleran

Analisa bakteri heterotrofik dan halotoleran dilakukan dengan cara menumbuhkan bakteri menggunakan media marine agar untuk bakteri heterotrofik dan media modifikasi (bacto agar 15 gr; yeast extract 3 gr; bacto pepton 5 gr; 1 liter akuades) untuk bakteri halotoleran menggunakan metode pour plate. Kultivasi bakteri bakteri heterotrofik dan halotoleran dilakukan dengan 3 pengenceran terakhir dan 3 ulangan. Cawan Petri berisi samples diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari, kemudian dilakukan perhitungan jumlah bakteri dengan menggunakan metode Total Plate Count.

### Analisa Bakteri Patogen

Analisa bakteri patogen *Vibrio* dilakukan dengan menggunakan media selektif TCBS (Thiosulfate Citrate Bile Sucrose). Sebanyak 0,1 ml sampel air diinokulasikan pada media selektif agar dengan menggunakan metode spread plate sebanyak 3 ulangan. Sampel diinkubasi pada suhu 35°C selama 24 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dicatat jumlah, warna dan bentuk serta ukuran koloni. Bakteri dominan diinokulasi kembali pada media TCBS untuk selanjutnya dilakukan beberapa uji biokimia dengan menggunakan media TSI, LDB, MR-VP dan NaCl 8% untuk mengetahui jenis bakteri yang tumbuh berdasarkan metode (Barrow & Miller, 1976).

## Hasil dan Pembahasan

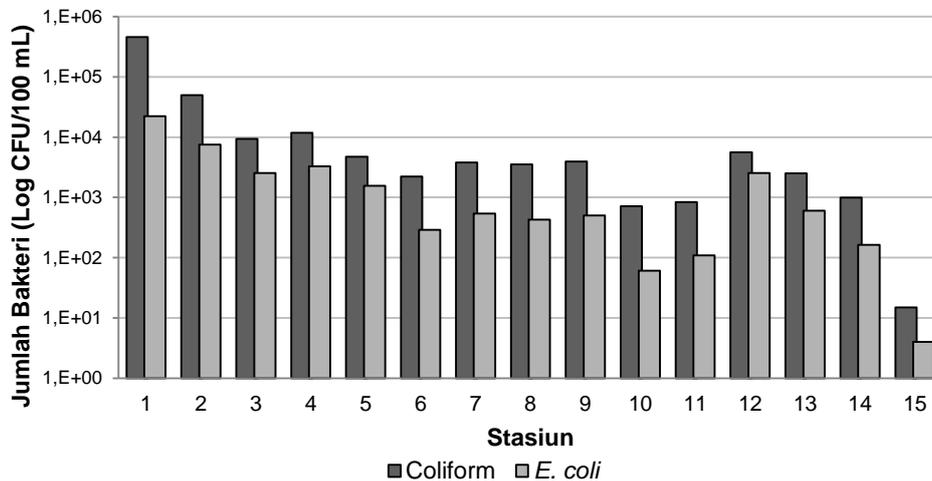
Hasil pengamatan pada bulan April 2017 diketahui bahwa perairan di sekitar muara Sungai Cimandiri secara umum telah tercemar oleh limbah domestik dengan level yang sangat bervariasi. Sebanyak 73% stasiun pengamatan memiliki kandungan bakteri koliform dan fecal koli diatas baku mutu yang diperuntukkan untuk kehidupan biota laut dan wisata bahari yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut, yaitu kandungan koliform <1000 MPN/ml dan fecal koli <200 MPN/100 ml.

Kepadatan bakteri koliform dan *E. coli* di sekitar Muara Sungai Cimandiri sangat bervariasi

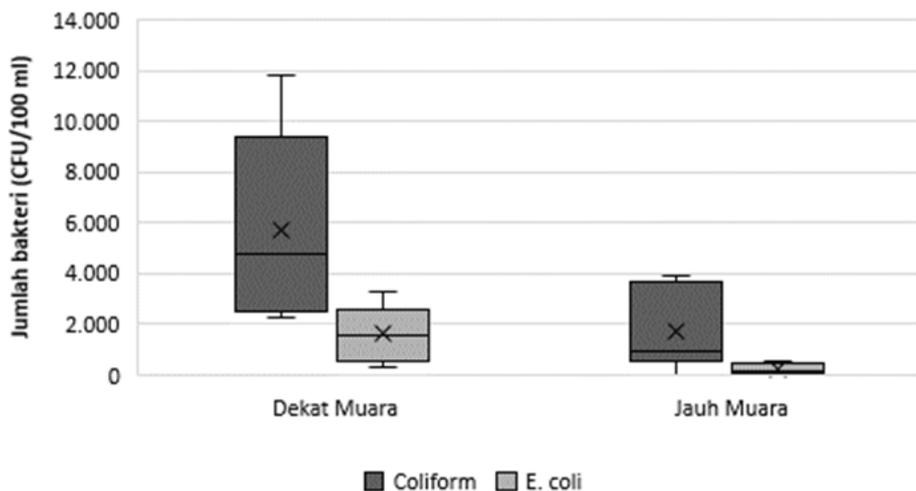
yaitu berkisar antara 15 CFU/100ml sampai  $4,56 \times 10^5$  CFU/100 ml untuk bakteri koliform sedangkan kepadatan bakteri fecal koli berkisar antara 4 CFU/100 ml sampai dengan  $2,59 \times 10^4$  CFU/100 ml. Kandungan bakteri indikator pencemaran tertinggi berada pada stasiun 1 yang merupakan stasiun pengamatan tepat di mulut Muara Sungai Cimandiri (Gambar 2). Apabila dibandingkan cemaran bakteri koliform di tiga zonasi yaitu daerah mulut muara (st. 1 dan 2), dekat mulut muara (st. 3,4,5,6,7,8,9,12,13) dan jauh dari mulut muara (st. 10,11,14,15), diketahui bahwa daerah mulut muara merupakan daerah dengan beban cemaran yang sangat tinggi yang diindikasikan dengan jumlah bakteri koliform rata-rata mencapai  $1,86 \times 10^4$  CFU/100 ml (Gambar 3). Semakin jauh dari muara ke arah laut kandungan bakteri indikator pencemaran semakin menurun

dengan rata-rata bakteri koliform 1670 CFU/100 mL dan bakteri *E. coli* 211 CFU/mL.

Penyebaran bakteri koliform dan *E.coli* dengan kepadatan yang berbeda, dimana semakin jauh dari mulut muara maka semakin rendah kepadatannya menunjukkan tingginya beban masukan limbah manusia dari sungai Cimandiri. Daerah mulut muara merupakan tempat masuk dan berkumpulnya beban pencemar yang berasal dari aliran sungai Cimandiri, yang diketahui dekat dengan perumahan. Bakteri koliform merupakan bakteri yang dikenal berasal dari saluran pencernaan manusia, sehingga keberadaannya di perairan mengindikasikan adanya aktivitas manusia yang kurang menjaga kebersihan dan sanitasi yang kurang baik di daratan sehingga terdapat limbah yang masuk melalui aliran sungai ke laut.



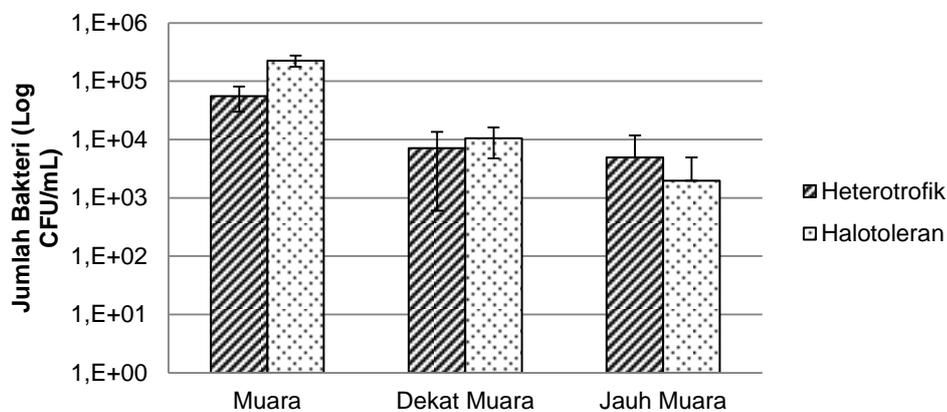
Gambar 2. Kepadatan bakteri indikator pencemaran pada kolom air di sekitar Muara Sungai Cimandiri per 100 ml sampel



Gambar 3. Rata-rata kepadatan bakteri indikator pencemaran (CFU/100 ml) di sekitar Muara Sungai Cimandiri

Tabel 1. Keberadaan bakteri patogen di Muara Cimandiri

Bakteri patogen	Stasiun															Jumlah stasiun terkontaminasi patogen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<i>Plesiomonas</i>	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>V. parahaemolyticus</i>	√	√	√	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>V. alginolitycus</i>	√	-	√	-	-	√	-	-	-	√	-	-	-	-	-	4
<i>Proteus spp.</i>	-	-	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3
<i>V. cholera</i>	-	-	-	-	√	-	-	-	√	-	-	√	√	-	-	4
<i>Aeromonas spp.</i>	√	-	√	-	-	-	√	√	√	√	-	-	-	-	-	6
<i>Pseudomonas spp.</i>	√	√	√	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>Vibrio spp.</i>	√	√	-	-	-	-	-	√	-	-	-	√	√	√	-	6
Total patogen teridentifikasi	6	4	5	1	2	2	1	3	2	2	0	2	2	1	0	13



Gambar 4. Rata-rata kepadatan bakteri Heterotrofik dan Halotoleran di sekitar Muara Sungai Cimandiri

Sebanyak 27% daerah yaitu pada zona terjauh (st. 10, 11, 14, dan 15) dari mulut muara Cimandiri merupakan kawasan yang relatif bersih dengan kepadatan bakteri indikator di bawah baku mutu (Gambar 3). Kandungan bakteri koliform dan *E.coli* terendah berada pada stasiun 15 dengan jumlah bakteri koliform 15 CFU/100 ml dan *E.coli* 4 CFU/100 ml. Kandungan bakteri koliform yang rendah pada stasiun tersebut mungkin disebabkan karena pengadukan oleh arus laut dan pengaruh laut yang lebih dominan, ditandai dengan kadar salinitasnya yang paling tinggi dibanding seluruh stasiun pengamatan yaitu 32,1‰. Stasiun pengamatan 10, 11 dan 14 juga memiliki salinitas antara 29-30 ‰. Salinitas yang tinggi menyebabkan kematian bakteri *E.coli* yang tidak dapat bertahan lama di atas salinitas >30‰. Pengaruh dari laut melalui peningkatan salinitas dapat menyebabkan kematian bakteri fekal koli karena mempengaruhi tekanan osmotik dan merusak dinding sel bakteri (Solic & Kristulovic, 1992). (Hughes, 2003) juga menyebutkan bahwa salinitas air merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelangsungan hidup dan distribusi

fekal mikroorganisme di lingkungan perairan, selain radiasi matahari, suhu dan input fekal dari manusia atau hewan.

Keberadaan bakteri koliform pada suatu lingkungan juga mengindikasikan adanya bakteri patogen. Bakteri patogen oportunistik yang ada di perairan dapat mengakibatkan infeksi ketika terjadi kontak dengan manusia. Pencemaran perairan muara Sungai Cimandiri tidak hanya ditunjukkan oleh kepadatan bakteri *E. coli* yang tinggi namun juga terdeteksinya keberadaan bakteri patogen pada kolom airnya dengan jumlah dan jenis bakteri patogen yang berbeda pada setiap stasiun. Identifikasi bakteri patogen pada stasiun pengamatan merupakan identifikasi pada koloni bakteri dominan yang diamati, sehingga tidak menutup kemungkinan adanya bakteri patogen yang lain atau bakteri patogen yang tidak dapat dikultivasi (*viable but non culturable*). Bakteri patogen ditemukan pada 13 dari 15 stasiun pengamatan dengan jumlah jenis yang berbeda (Tabel 1). Bakteri patogen tidak terdeteksi hanya pada dua stasiun, yaitu stasiun 15 dan 11. Pada kedua stasiun terjauh dari muara sungai Cimandiri

tersebut juga didapatkan kandungan bakteri koliform yang rendah di bawah baku mutu.

Pada kolom air di Muara Sungai Cimandiri terdeteksi beberapa jenis bakteri patogen, yaitu *Vibrio* sp., *Plesiomonas* sp., *V. parahaemolyticus*, *V. alginolyticus*, *Proteus* spp., *Aeromonas* spp., *V. cholera* dan *Pseudomonas* spp sesuai dengan tabel 1. *Vibrio* sp dan *Aeromonas* spp. terdeteksi paling banyak di beberapa stasiun pengamatan. Sedangkan *Plesiomonas* sp. hanya terdeteksi pada dua stasiun. Di samping penyebaran penyakit langsung terhadap manusia, perairan yang terkontaminasi patogen juga dapat menyebabkan penyakit bagi biota yang dibudidayakan atau bahkan menginfeksi manusia yang mengkonsumsi biota tersebut. *Vibrio* merupakan jenis patogen akuatik yang menyebar di estuari, pesisir dan laut. Bakteri patogen ini paling banyak mencemari biota laut, seperti kerang, cumi dan udang. Infeksi gastroenteritis pada manusia karena infeksi vibrio umumnya merupakan infeksi foodborne yang disebabkan oleh konsumsi produk seafood dalam kondisi mentah atau setengah matang (Hervio-Heath et al., 2002). *Vibrio alginolyticus* dan *Vibrio parahaemolyticus* yang juga teramati pada beberapa stasiun dapat menyebabkan penyakit terhadap biota budidaya, seperti larva krustasea.

*Aeromonas* sp. merupakan bakteri halofilik Gram negative yang dapat menyebabkan infeksi gastroenteritis, infeksi saluran kemih, sepsis dan peritonitis pada manusia, sedangkan pada biota terutama ikan dan krustasea menimbulkan septisemia yang ditandai dengan pendarahan pada otot dan organ internal (Batra, Mathur & Misra, 2016; Janda & Abbott, 2010; Kimura, Araoka & Yoneyama, 2013).

Aktivitas manusia yang menghasilkan limbah juga menyebabkan kandungan organik yang tinggi di muara Sungai Cimandiri. Hal ini juga didukung oleh data kepadatan bakteri heterotrofik dan halotoleran yang menunjukkan bahwa kandungan bakteri halotoleran di daerah muara dan pesisir masih jauh lebih tinggi dibandingkan bakteri heterotrofik. Perbandingan kepadatan bakteri heterotrofik dan halotoleran juga secara tidak langsung dapat memberikan gambaran mengenai sejauh mana pengaruh darat terhadap perairan Muara Sungai Cimandiri. Kepadatan bakteri halotoleran pada kolom air berkisar antara 25 CFU/ml sampai dengan  $1,87 \times 10^5$  CFU/ml dan bakteri heterotrofik antara 250 CFU/ml sampai

dengan  $9,21 \times 10^5$  CFU/ml. Kandungan bakteri halotoleran yang lebih tinggi ini menunjukkan bahwa pengaruh daratan di daerah tersebut masih jauh lebih besar dibandingkan dengan pengaruh dari laut. Hasil ini juga didukung dengan ditemukannya bakteri golongan *salmonella* di stasiun pengamatan dekat muara. Bakteri *Salmonella* merupakan bakteri patogen air tawar yang berkorelasi positif dengan bakteri *E. coli*. Kedua bakteri ini, baik *E. coli* maupun *Salmonella* dapat mengontaminasi biota hasil laut seperti ikan dan kerang-kerangan sehingga dapat menyebabkan penyakit yang berkaitan dengan saluran pencernaan pada manusia. Sedangkan kandungan bakteri halotoleran terendah ditemukan pada zona terjauh dari mulut muara yaitu stasiun 14 dan 15, dimana pada stasiun tersebut juga menunjukkan kepadatan bakteri indikator pencemaran yang rendah (Gambar 4). Oleh karenanya, kawasan Cimandiri yang dekat dengan daerah mulut muara tidak direkomendasikan untuk baik untuk wisata bahari maupun budidaya perikanan. Akan tetapi, daerah jauh dari muara, dimulai dari stasiun 10, 11, 14, dan 15 mengarah ke arah laut menunjukkan kondisi kualitas perairan yang lebih memadai untuk digunakan sebagai tempat wisata maupun biota laut berdasarkan KepmenLH.

## Simpulan

Pada penelitian di perairan Muara Sungai Cimandiri ini diketahui bahwa wilayah muara Cimandiri telah tercemar oleh limbah domestik atau limbah antropogenik. Keberadaan bakteri indikator pencemaran koliform, *E. coli* dan bakteri patogen terdeteksi pada kolom air dengan tingkat kepadatan yang bervariasi. Berdasarkan kepadatan bakteri koliform dan *E. coli* menunjukkan bahwa tingkat pencemaran menurun seiring dengan meningkatnya jarak dari mulut Muara Sungai Cimandiri. Bakteri patogen *Vibrio* sp. dan *Aeromonas* sp. paling banyak ditemukan pada stasiun pengamatan di Muara Sungai Cimandiri.

## Persantunan

Penelitian ini didanai dari dana penelitian Prioritas LIPI tahun anggaran 2017.

## Daftar Referensi

- Barrow, G.I. & Miller, D.C., 1976. *Vibrio parahaemolyticus* and Seafood. In: F.A. Skinner and J.G. Carr, eds., *Microbiology in Agriculture, Fisheries and Seafood*. London: Academic Press, pp.181–195.
- Batra, P., Mathur, P. & Misra, M.C., 2016. *Aeromonas* spp.: An Emerging Nosocomial Pathogen. *Journal of laboratory physicians*, 8(1), pp.1–4.

- Darakas, E., 2001. A simple mathematical formula describing the survival kinetics of *E.coli* in natural waters. *International Journal of Environmental Studies*, 58(3), pp.365–372.
- Dsikowitzky, L., Ferse, S., Schwarzbauer, J., Samita Vogt, T. & Eko Irianto, H., 2016. Impacts of megacities on tropical coastal ecosystems — The case of Jakarta, Indonesia. *MPB*, 110, pp.621–623.
- Fahmi, M.R. & Hirnawati, R., 2010. Keragaman Ikan Sidat Tropis (*Anguilla* sp.) di Perairan Sungai Cimandiri, Pelabuhan Ratu, Sukabumi. In: *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*. pp.1–8.
- Hervio-Heath, D., Colwell, R.R., Derrien, A., Robert-Pillot, A., Fournier, J.M. & Pommepuy, M., 2002. Occurrence of pathogenic vibrios in coastal areas of France. *Journal of Applied Microbiology*, 92(6), pp.1123–1135.
- Hrenovic, J. & Ivankovic, T., 2009. Survival of *Escherichia coli* and *Acinetobacter junii* at various concentrations of sodium chloride. *EurAsian Journal of BioSciences*, 3, pp.144–151.
- Hughes, K.A., 2003. Influence of Seasonal Environmental Variables on the Distribution of Presumptive Fecal Coliforms around an Antarctic Research Station. *Applied and Environmental Microbiology*, 69(8), pp.4884–4891.
- Janda, J.M. & Abbott, S.L., 2010. The genus *Aeromonas*: taxonomy, pathogenicity, and infection. *Clinical microbiology reviews*, 23(1), pp.35–73.
- Kimura, M., Araoka, H. & Yoneyama, A., 2013. *Aeromonas caviae* is the most frequent pathogen amongst cases of *Aeromonas* bacteremia in Japan. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 45(4), pp.304–309.
- Nagvenkar, G.S. & Ramaiah, N., 2009. Abundance of sewage-pollution indicator and human pathogenic bacteria in a tropical estuarine complex. *Environmental Monitoring and Assessment*, 155(1–4), pp.245–256.
- Palaniappan, R.U.M., Zhang, Y., Chiu, D., Torres, A., Debroy, C., Whittam, T.S. & Chang, Y.-F., 2006. Differentiation of *Escherichia coli* pathotypes by oligonucleotide spotted array. *Journal of clinical microbiology*, 44(4), pp.1495–501.
- Solic, M. & Kristulovic, N., 1992. Separate and combined effects of solar radiation, temperature, salinity, and pH on the survival of faecal coliforms in seawater. *Marine Pollution Bulletin*, 24(8), pp.411–416.