

Sebaran Spasial Bakteri Koliform di Sungai Musi Bagian Hilir

Marlina Ummas Genisa^{1*}, Lia Auliandari¹

¹Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Palembang
Jln. Jend. Ahmad Yani 13 Ulu Palembang, Sumatera Selatan 30263,

* email: linagenisa@yahoo.com

Abstract

The aim of this research was to describe the spatial distribution of coliform/*Escherichia coli* bacteria in downstream of Musi River that passing through Palembang City. The sampling points in the research were 21 points by systematic random sampling, starting from Pulokerto to Pulo Kemaro. The result showed that the highest distribution of coliform/*E. coli* bacteria was around the sampling point with the condition of dense built land, and followed by the lower distribution at the sampling point with its around was the open land condition. The lowest distribution of the coliform/*E. coli* bacteria was around the delta found in Musi River. The delta was both at the starting point of research that still dominated by shrubs (Pulokerto) and at the ending point that began to be affected by salinity from the sea (Pulo Kemaro). The factors contributed to the distribution of bacteria were land use and characters of *E. coli* bacteria which were facultative anaerobes and halophilic. The built land for residential area, governmental area, and economic activities was the major contributor to the number and the distribution of *E. coli* bacteria rather than the open land.

Keywords: coliform bacteria, *E. coli*, spatial distribution, Musi River, Palembang

Abstrak

Tujuan penelitian adalah memberikan gambaran sebaran bakteri koliform/*Escherichia coli* secara spasial di Sungai Musi bagian hilir yang melewati Kota Palembang. Titik sampling dalam penelitian sebanyak 21 titik secara *systemtic random sampling*, dimulai dari Pulokerto hingga Pulo Kemaro. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebaran bakteri koliform/*E. coli* tertinggi adalah di sekitar titik sampling dengan kondisi sekitar berupa lahan terbangun yang padat, diikuti sebaran yang lebih rendah di titik sampling dengan kondisi sekitarnya berupa lahan terbuka. Sebaran bakteri koliform/*E. coli* terendah adalah di sekitar delta yang terdapat di perairan Sungai Musi. Delta tersebut berada di sekitar titik sampling paling hulu (pangkal) dalam penelitian yang masih didominasi oleh semak (Pulokerto) dan di sekitar titik sampling paling hilir (ujung) yang mulai ada pengaruh salinitas dari laut (Pulo Kemaro). Faktor yang dapat menyebabkan sebaran bakteri adalah penggunaan lahan dan karakter bakteri *E. coli* yang bersifat anaerob fakultatif dan halofilik. Lahan terbangun untuk permukiman dan kawasan untuk kegiatan pemerintahan dan perekonomian memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap jumlah dan sebaran bakteri *E. coli* dibandingkan dengan lahan terbuka.

Kata kunci: bakteri koliform, *E. coli*, sebaran spasial, Sungai Musi, Palembang

Pendahuluan

Bakteri koliform merupakan golongan bakteri yang terdapat di dalam usus hewan berdarah panas, termasuk manusia, dan di lingkungan. Kehadiran bakteri koliform di lingkungan dapat menjadi indikator untuk menentukan lingkungan tersebut terkontaminasi oleh patogen atau tidak. Salah satu anggota bakteri koliform yang lazim digunakan adalah *Escherichia coli* (*E. coli*) (Washington State Department of Health – Environmental Health Division, 2016). *E. coli* merupakan bakteri koliform yang paling umum sebagai indikator adanya kontaminasi feces, sehingga direkomendasikan oleh Badan Lingkungan Amerika Serikat/US Environmental Protection Agency (US EPA) dan negara-negara lainnya untuk mengevaluasi kualitas lingkungan, seperti perairan (An *et al.*, 2002; Ishii & Sadowsky, 2008).

Begitu juga dengan penelitian-penelitian di Indonesia banyak yang menggunakan *E. coli* sebagai indikator untuk pemantauan kualitas lingkungan, termasuk air tanah ataupun air permukaan seperti sungai yang menjadi bahan

baku air minum (Kosasih *et al.*, 2009; Melliawati, 2009; Arifudin *et al.*, 2013; Winata & Hartantyo, 2013). Sungai-sungai besar di Indonesia pada umumnya termasuk air permukaan yang menjadi sumber bahan baku air minum dan kehidupan masyarakat di sekitarnya. Salah satu sungai besar di Indonesia adalah Sungai Musi. Menurut Samuel & Ajie (2008), Sungai Musi terbagi menjadi tiga zona, yaitu zona bagian hulu, tengah dan hilir.

Sungai Musi yang membentang membelah Kota Palembang adalah Sungai Musi bagian hilir. Sungai Musi bagian hilir merupakan sumber air, tidak hanya bagi penduduk di sepanjang sungai, tetapi juga merupakan sumber air sekaligus tempat membuang limbah cair oleh industri sehingga dapat berdampak kepada penurunan kualitas perairan Sungai Musi (Zulkifli *et al.*, 2009). Beragamnya kegiatan manusia di sepanjang Sungai Musi ini berpengaruh terhadap sebaran bakteri *E. coli*. Keberadaan dan sebaran *E. coli* terkait dengan kehadirannya sebagai bakteri patogen dalam perairan menunjukkan adanya kontaminasi feces yang berasal dari

sumber manusia dan hewan, sehingga dapat menurunkan kualitas perairan.

Penurunan kualitas biologi pada perairan sungai akan mengakibatkan timbulnya berbagai permasalahan seperti sanitasi dan kesehatan masyarakat. Buruknya sanitasi dan pemanfaatan air yang kurang bagus kualitasnya pada jangka pendek dapat menimbulkan masalah kesehatan manusia, yaitu dengan timbulnya berbagai penyakit (Ishii & Sadowsky, 2008; Arifudin *et al.*, 2013). Keberadaan dan sebaran *E. coli* sebagai indikator kualitas perairan menjadi salah satu alasan pentingnya menjaga air sungai dari pencemaran yang dapat menjadi sumber berbagai penyakit.

Kosasih *et al.* (2009) dalam penelitiannya menunjukkan bahwa sebaran *E. coli* mengalami peningkatan mengikuti aliran air tanah. Penelitian lain yang terkait dengan air permukaan (sungai), juga menunjukkan bahwa sebaran *E. coli* menuju hilir mengalami peningkatan (Arifudin *et al.*, 2013). Berdasarkan konsep kontinum, sungai merupakan badan air yang kontinu, keadaan di bagian hilir merupakan kelanjutan dari kejadian-kejadian di bagian hulunya (Samuel & Ajie, 2008). Oleh karena Sungai Musi di Kota Palembang merupakan sungai yang berada di bagian hilir, maka tujuan penelitian adalah memberikan gambaran sebaran bakteri *E. coli* secara spasial, sehingga dapat digunakan dalam menentukan status kualitas Sungai Musi di Kota Palembang.

Metode Penelitian

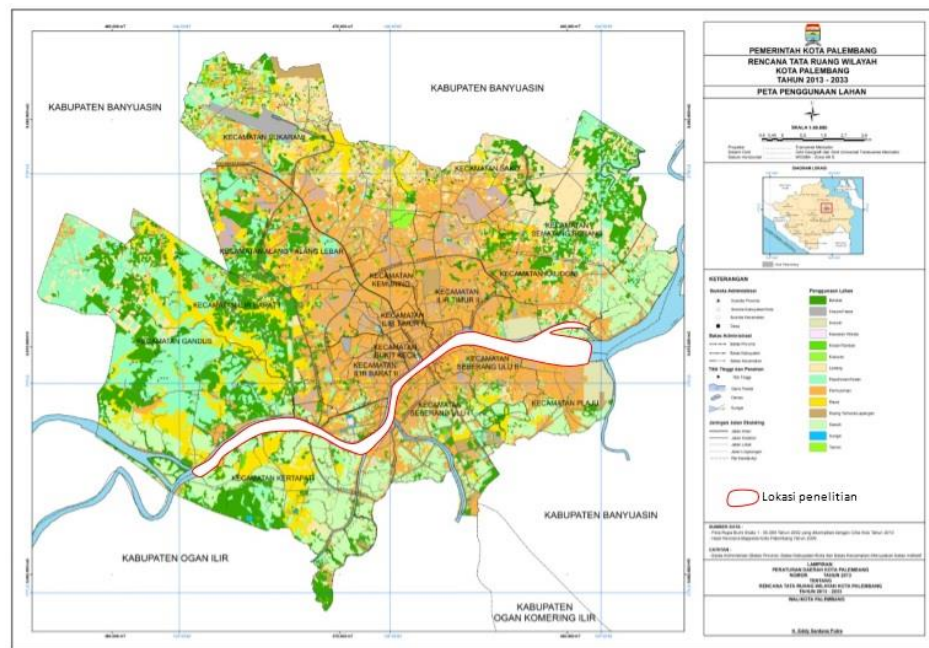
Metode penelitian yang digunakan adalah survei lapangan dan analisis laboratorium. Survei

lapangan dilakukan di Sungai Musi yang melewati Kota Palembang. Sedangkan analisis laboratorium dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi FKIP Biologi Universitas Muhammadiyah Palembang untuk menganalisis jumlah bakteri koliform total dan *E. coli*. Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2017.

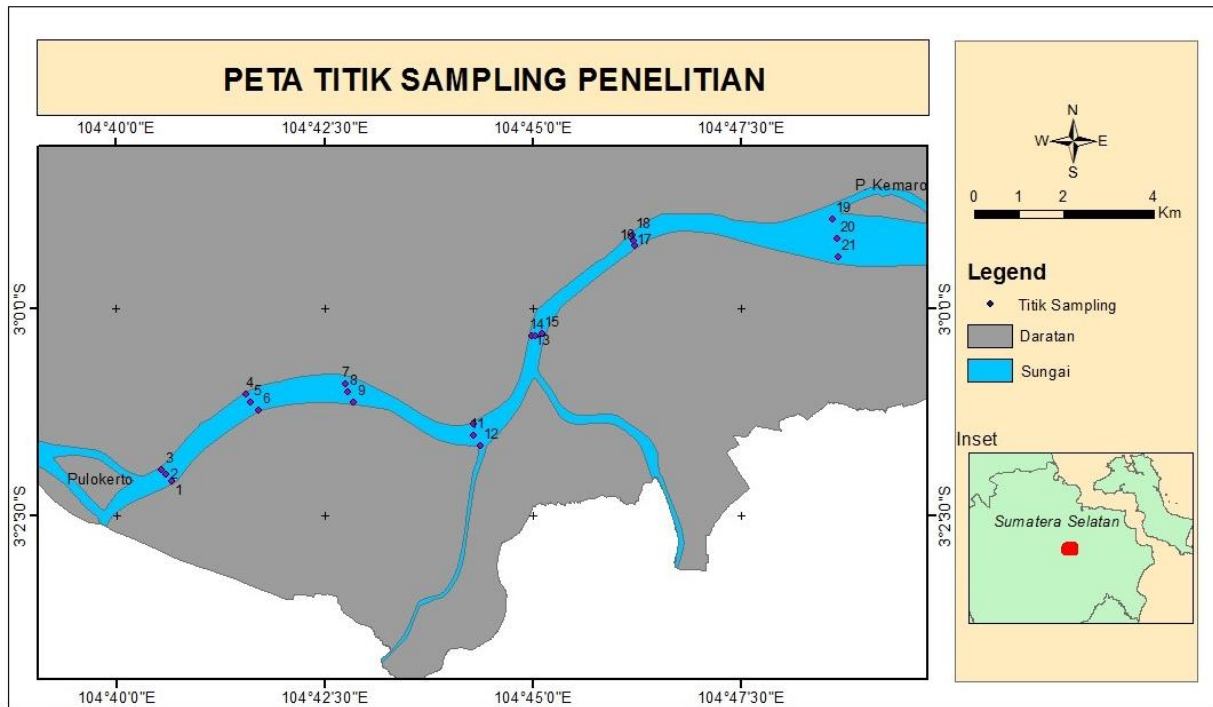
Lokasi Pengambilan Sampel Air

Survei lapangan dilakukan di Sungai Musi yang melewati Kota Palembang, dimulai dari Pulokerto hingga Pulo Kemaro (Gambar 1). Titik sampling yang digunakan adalah sebanyak 21 titik secara *systemtic random sampling* (Gambar 2). Titik-titik sampling terdiri atas titik sampling yang berada di kedua sisi sungai dan di tengah sungai. Titik sampling 1-3 merupakan titik sampling yang terletak di sekitar Pulokerto yang merupakan sebuah delta sebagai hulu (pangkal) Sungai Musi yang melewati Kota Palembang, dengan kondisi sekitar perairan masih didominasi oleh semak.

Titik sampling 4-6, 7-9 dan 10-12 adalah titik sampling dengan kondisi sekitar perairan adalah lahan terbuka, sedangkan titik sampling 12 merupakan muara Sungai Keramasan. Titik sampling 13-15 dan 16-18 adalah titik sampling dengan kondisi sekitar perairan berupa lahan terbangun yang padat. Titik sampling 19-21 adalah titik sampling akhir dalam penelitian sebagai hilir (ujung) sungai dan berada di sekitar Pulo Kemaro, sebuah delta yang mulai ada pengaruh salinitas dari laut.



Gambar 1. Lokasi penelitian: Sungai Musi di Kota Palembang



Gambar 2. Titik sampling di Sungai Musi Kota Palembang

Pengambilan Sampel Air

Menurut Badan Lingkungan Amerika Serikat/*US Environmental Protection Agency* (US EPA) yang juga diacu oleh berbagai negara lainnya, pengambilan sampel air dapat dilakukan dengan *single sample* dalam mengindikasikan kontaminasi bakteri *E. coli* (Ishii & Sadowsky, 2008). Dengan demikian, penelitian ini juga menerapkan *single sample* dalam menentukan jumlah *E. coli* di Sungai Musi. Pengambilan sampel air dilakukan pada kedalaman 30 cm dari permukaan air sungai dengan menggunakan *niskin bottle sampler* steril 200 mL. Kemudian botol sampel dimasukkan ke dalam kontainer dingin (*cold box*) dengan suhu sekitar 3°C dan langsung dibawa ke laboratorium untuk dilakukan uji bakteriologis.

Penghitungan Jumlah Bakteri Koliform

Analisis kuantitatif bakteri koliform menggunakan metode teknik filter membran. Filter membran yang digunakan adalah media *sanita-kun E. coli/coliform*, sehingga dapat menghitung koliform total dan *E. coli* sekaligus. Cara menggunakan metode ini adalah dengan meletakkan 1 ml sampel air sungai yang sebelumnya telah dilakukan pengenceran hingga 10^{-3} secara hati-hati pada media *sanita-kun E. coli/coliform*. Setelah itu diinkubasi ke dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24–48 jam. Penunjukkan koloni berdasarkan warna yang muncul, yaitu berwarna hijau untuk bakteri koliform, sedangkan keunguan untuk bakteri *E. coli*. Penentuan jumlah kandungan bakteri koliform total dan *E. coli* per 100 mL sampel menggunakan Persamaan 1 (US-EPA, 2002).

$$E. coli/100 \text{ mL (CFU/100 mL)} = \frac{\text{jumlah koloni berwarna keunguan}}{\text{volume sampel yang difiltrasi (mL)}} \times 100$$

$$\text{Koliform Total/100 mL (CFU/100 mL)} = \frac{\text{jumlah koloni berwarna keunguan} + \text{koloni berwarna hijau}}{\text{volume sampel yang difiltrasi (mL)}} \times 100$$

Persamaan 1. Rumus umum untuk menghitung koliform total dan *E. coli* (US EPA, 2002)

Data yang telah didapatkan dari perhitungan jumlah bakteri, dilanjutkan dengan membuat rentang jumlah bakteri koliform berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan peraturan tersebut, jumlah

bakteri koliform total dan *E. coli* per 100 mL digunakan dalam penentuan kelas kualitas/mutu perairan. Kelas mutu air tersebut adalah berikut.

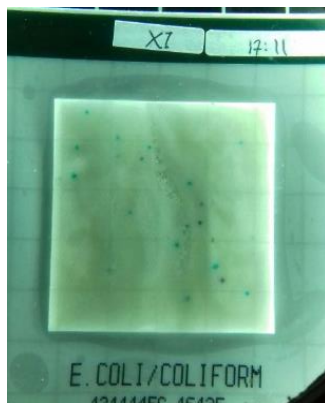
1. Kelas I: *E. coli* 100 CFU/100 mL dan koliform total 1.000 CFU/100 mL.
2. Kelas II: *E. coli* 1.000 CFU/100 mL dan koliform total 5.000 CFU/100 mL.
3. Kelas III dan IV: *E. coli* 2.000 CFU/100 mL dan koliform total 10.000 CFU/100 mL.

Apabila sampel hasil pengenceran menunjukkan jumlah 0 pada media *sanita-kun E. coli/coliform*, maka hasil perhitungan jumlah koliform per 100 mL adalah <10 CFU/100 mL (Standard Methods Committee, 2006).

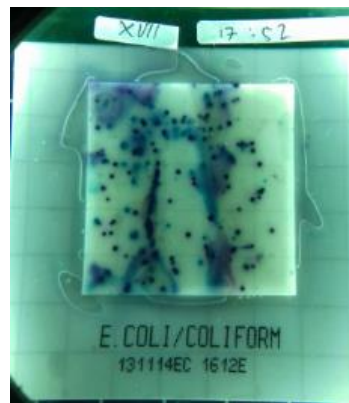
Hasil dan Pembahasan

Jumlah bakteri koliform diketahui dan dihitung berdasarkan warna yang muncul pada

media *sanita-kun E. coli/coliform*, seperti ditampilkan dalam Gambar 3. Jumlah bakteri koliform, baik koliform total maupun *E. coli*, yang didapatkan dari 21 titik sampling di Sungai Musi bagian hilir yang melewati Kota Palembang sangat bervariasi (Tabel 1). Jumlah bakteri total koliform adalah dari yang paling rendah, yaitu <10 CFU/100 mL, hingga mencapai tertinggi dengan 13.000 CFU/100 mL. Begitu juga dengan jumlah *E. coli*, dari <10 CFU/100 mL hingga mencapai 10.100 CFU/100 mL. Berdasarkan jumlah tersebut, dengan menggunakan program ArcGis sebaran bakteri koliform digambarkan dalam Gambar 4 untuk koliform total dan Gambar 5 untuk *E. coli*.



(a) Penggunaan media *sanita-kun E. coli/coliform* untuk titik sampling 10 (muncul warna ungu dan hijau)



(b) Penggunaan media *sanita-kun E. coli/coliform* untuk titik sampling 18 (didominasi warna ungu)

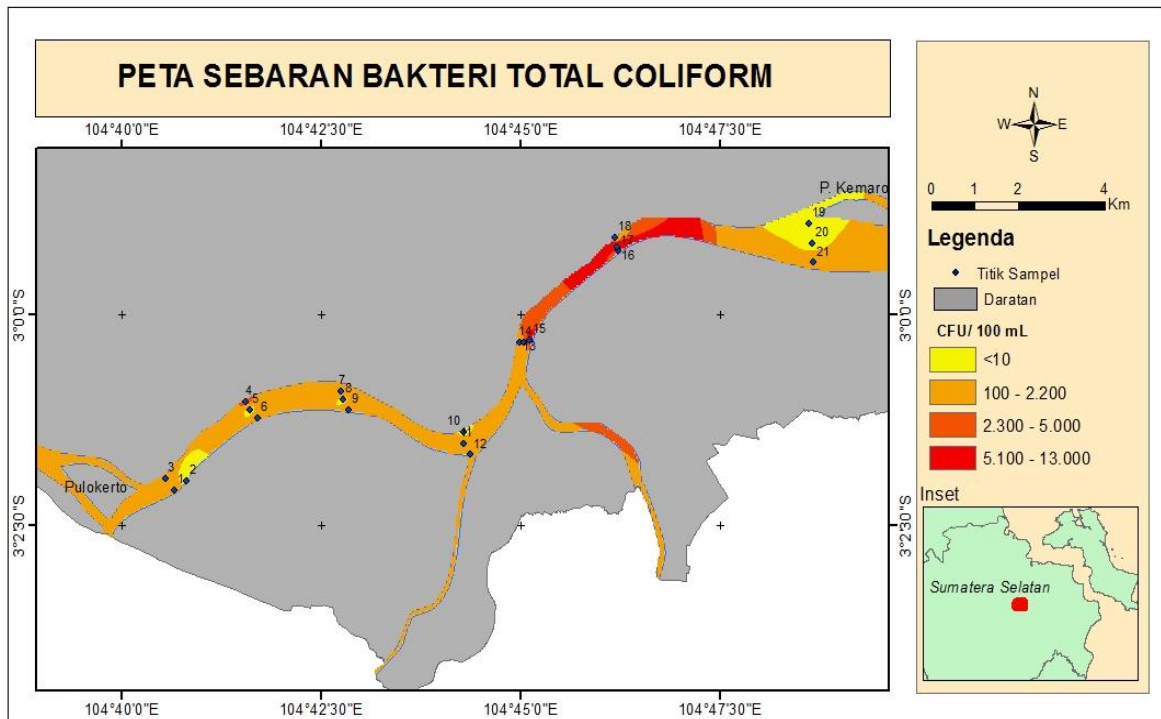


(c) Penggunaan media *sanita-kun E. coli/coliform* untuk titik sampling 20 (tidak ada warna yang muncul)

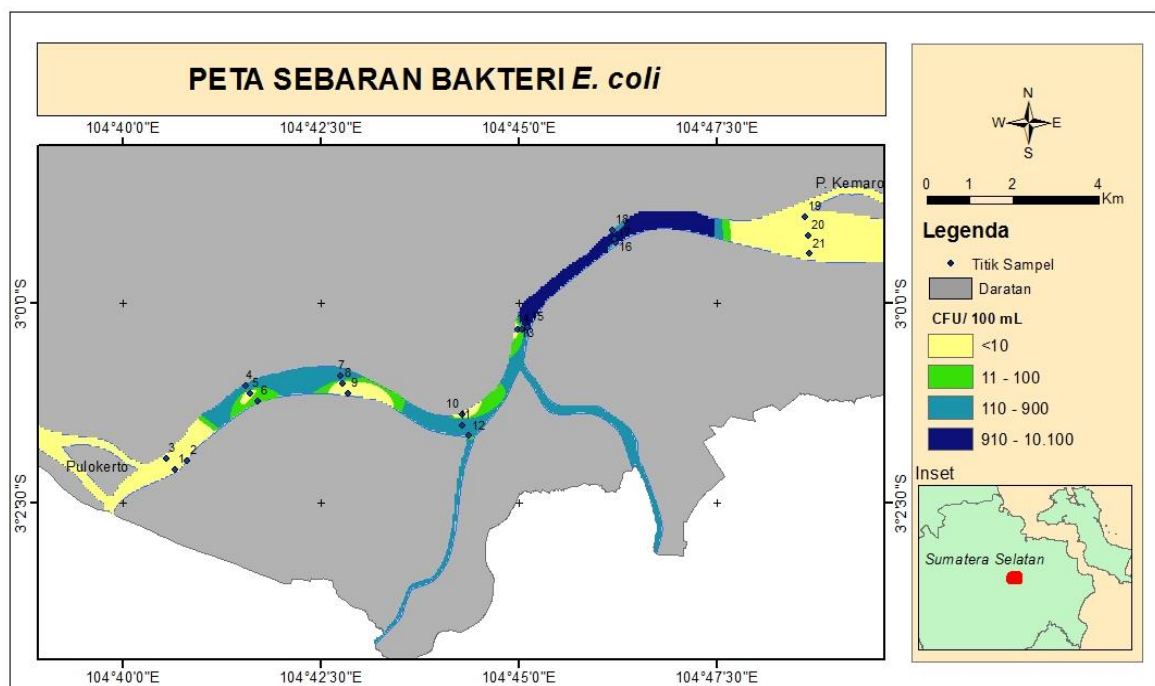
Gambar 3. Warna yang muncul pada media *sanita-kun E. coli/coliform* menunjukkan adanya bakteri koliform

Tabel 1. Jumlah Bakteri Koliform di 21 Titik Sampling

Titik Sampling	Koliform Total (CFU/100 mL)	<i>E. coli</i> (CFU/100 mL)
I	100	<10
II	<10	<10
III	100	<10
IV	2300	900
V	<10	<10
VI	200	100
VII	1300	400
VIII	<10	<10
IX	400	<10
X	<10	<10
XI	2200	600
XII	1400	100
XIII	<10	<10
XIV	1300	100
XV	5100	1800
XVI	2300	100
XVII	13000	10100
XVIII	1000	800
XIX	<10	<10
XX	<10	<10
XXI	200	<10



Gambar 4. Peta sebaran bakteri koliform total di Sungai Musi Kota Palembang



Gambar 5. Peta sebaran bakteri *E. coli* di Sungai Musi Kota Palembang

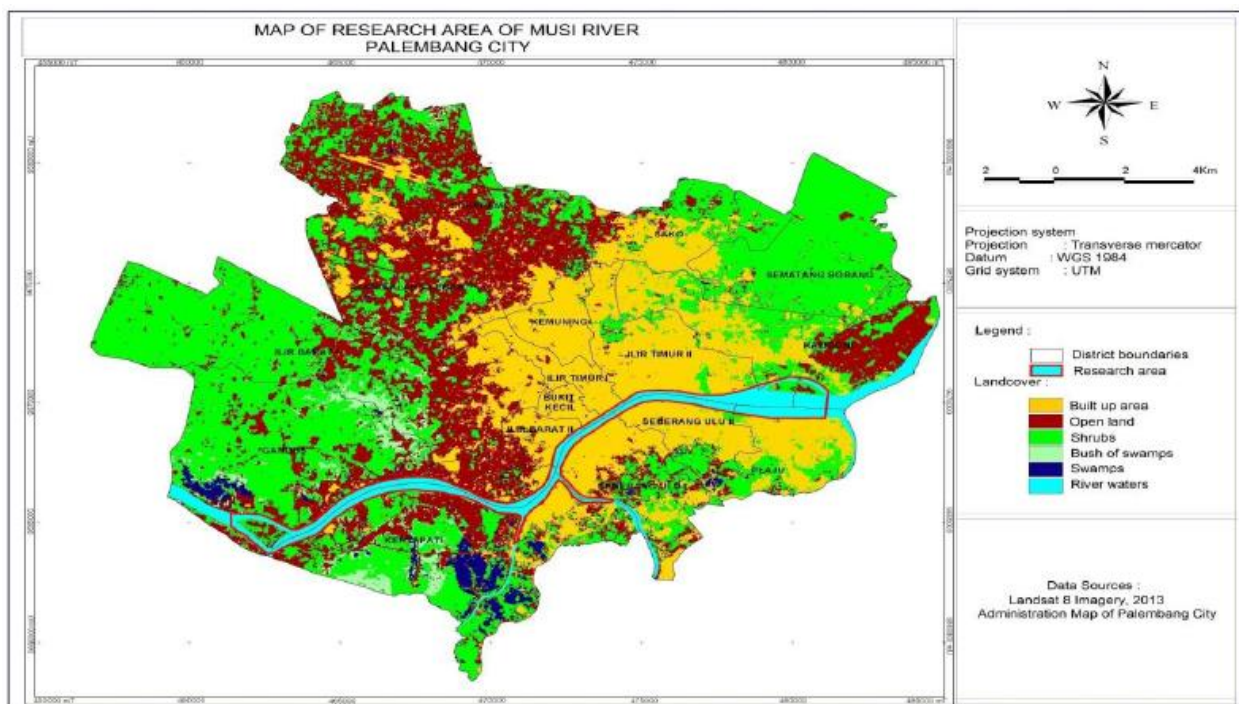
Pola warna yang ditampilkan dalam Gambar 4 dan 5 menunjukkan jumlah bakteri koliform (koliform total dan *E. coli*) yang terkandung dalam di Sungai Musi Kota Palembang yang menjadi lokasi penelitian. Warna kuning pada Gambar 4 menandakan jumlah koliform total yang sedikit dan semakin mendekati warna merah menandakan jumlah koliform total di lokasi pengamatan tersebut semakin meningkat.

Sedangkan, warna krem pada Gambar 5 menandakan jumlah *E. coli* yang sedikit dan warna biru tua menandakan jumlah *E. coli* tertinggi. Peningkatan jumlah koliform total diikuti dengan peningkatan *E. coli*. Namun, dari Gambar 4 dan 5 diketahui pola sebaran bakteri koliform tidak ditentukan oleh konsep kontinum dan arah aliran sungai (arah aliran sungai adalah dari titik sampling 1-3 menuju titik 19-21). Sebaran bakteri

E. coli tertinggi dimulai dari titik sampling 13 hingga 18. Sedangkan sebaran *E. coli* terendah pada titik sampling 1-3 di sekitar Pulokerto dan titik sampling 19-21 di sekitar Pulo Kemaro.

Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya sebaran bakteri *E. coli* di sekitar titik sampling 13-18 adalah terkait dengan penggunaan lahan, yaitu berupa lahan terbangun untuk permukiman dan kawasan untuk kegiatan pemerintahan dan perekonomian. Penggunaan lahan berupa lahan terbangun ditandai dengan warna kuning pada Gambar 6. Sedangkan lahan

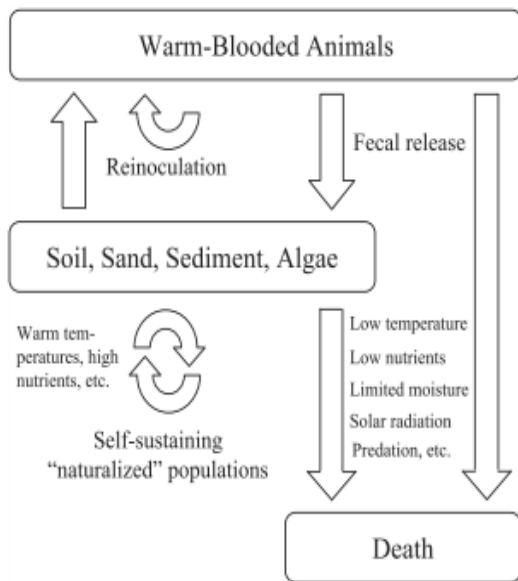
terbuka (ditandai warna coklat pada Gambar 6) tidak terlalu besar menyumbang jumlah *E. coli* di sungai. Oleh karena itu, sebaran *E. coli* di sekitar titik sampling 1-12 lebih rendah dibandingkan titik sampling 13-18. *E. coli* (koliform fekal) memiliki hubungan yang kuat dengan lahan terbangun, seperti permukiman dan kawasan komersil, terhadap kualitas air permukaan (air sungai). Sedangkan lahan terbuka memberikan kontribusi *E. coli* yang lebih rendah terhadap kualitas air sungai (Tong & Chen, 2002).



Gambar 6. Peta penggunaan lahan Kota Palembang (dan Sungai Musi sebagai lokasi penelitian)

Umumnya masyarakat di area permukiman membuang limbah domestiknya ke sungai-sungai kecil yang bermuara ke Sungai Musi, seperti Sungai Sekanak, Sungai Kapuran, Sungai Kedukan, Sungai Bendung, dan Sungai Aur (Laskarwongkito, 2016). Sungai-sungai yang bermuara ke Sungai Musi Kota Palembang ini menjadi sumber kontaminasi *E. coli* di Sungai Musi. *E. coli* yang mencapai habitat sekundernya (lingkungan yang kaya nutrien) memiliki kemampuan hidup yang lebih lama (Kinzelman *et al.*, 2004; Ishii & Sadowsky, 2008). Kehadiran bakteri *E. coli* di perairan mengindikasikan adanya kontaminasi feces, yang berarti bahwa terdapat resiko bakteri patogen. Bakteri *E. coli* memiliki bentuk batang, gram negatif, merupakan bakteri anggota koliform fekal (*fecal coliform*) yang terdapat di dalam usus hewan berdarah

panas, termasuk manusia (sebagai habitat primer). Gambar 7 menggambarkan siklus kehidupan bakteri *E. coli* (Ishii & Sadowsky, 2008). Sekali *E. coli* dikeluarkan dari habitat primernya (hewan berdarah panas/*warm-blooded animals*) melalui pengeluaran feces, maka sebagian besar *E. coli* akan mati karena nutrien yang rendah dan faktor lingkungan lainnya. Namun, *E. coli* yang menempel pada tanah, sedimen atau permukaan alga dapat hidup lebih lama dan dapat beradaptasi terhadap lingkungan. *E. coli* yang telah beradaptasi dan bereplikasi di lingkungan dapat masuk kembali ke habitat primernya melalui air dan makanan.



Gambar 7. Diagram skematis kehidupan *E. coli* (Ishii & Sadowsky, 2008).

Selain penggunaan lahan, faktor yang dapat menyebabkan sebaran *E. coli* di sekitar titik sampling 13-18 adalah dasar perairan berpasir halus dan lumpur (Gaffar *et al.*, 2003), sehingga termasuk tanah alluvial. Pada umumnya jenis tanah alluvial memiliki tingkat porositas tinggi tetapi daya perkolasi dan permeabilitasnya rendah sehingga sulit mengalami proses filtrasi alami oleh tanah dan bakteri *E. coli* di perairan tersebut cenderung bergerak secara vertikal (Kosasih *et al.*, 2009; Winata & Hartantyo, 2013). Pergerakan secara vertikal *E. coli* dikarenakan bakteri *E. coli* termasuk bakteri anaerob fakultatif, sehingga *E. coli* dapat bertahan dalam lingkungan yang berfluktuasi. Bakteri anaerob merupakan bakteri yang dapat hidup dengan ada atau tidaknya oksigen, tetapi lebih memilih untuk menggunakan oksigen bila berada di lingkungan (*extraintestinal habitat*) (Todar, 2012).

Kemampuan *E. coli* untuk bertahan dan tumbuh di lingkungan, termasuk perairan Sungai Musi (habitat sekunder) juga dikarenakan kemampuannya dalam memperoleh energi. *E. coli* termasuk bakteri heterotrof yang hanya membutuhkan sumber karbon dan nitrogen sederhana, beserta fosfor, sulfur, dan nutrisi iktan (*trace elements*) untuk kehidupannya. Konsentrasi nutrisi yang tinggi dan suhu yang hangat menyebabkan *E. coli* bertahan untuk jangka waktu yang lama dan bereplikasi di lingkungan, termasuk di perairan. Suhu perairan

di lokasi penelitian adalah sekitar 27,9–29,6 °C, suhu yang cukup hangat untuk perairan.

Sebaran bakteri koliform / *E. coli* berdasarkan jumlahnya mengalami penurunan di sekitar titik sampling 19-21, yaitu titik sampling paling ujung dalam penelitian ini yang berlokasi di sekitar Pulo Kemaro. Penurunan sebaran berdasarkan jumlah bakteri koliform dikarenakan lokasi tersebut merupakan sebuah delta yang berada di Sungai Musi yang mulai ada pengaruh peningkatan salinitas. *E. coli* merupakan bakteri nonhalofilik, yang dapat tumbuh optimal tanpa adanya kandungan garam, namun masih dapat tumbuh pada kadar garam yang rendah (How *et al.*, 2013).

Simpulan

Sebaran bakteri koliform di Sungai Musi bagian hilir yang membentang membelah Kota Palembang tidak ditentukan oleh konsep kontinum dan arah aliran sungai. Sebaran bakteri *E. coli* tertinggi adalah di sekitar titik sampling 13-18, diikuti dengan sebaran yang lebih rendah, yaitu sekitar titik sampling 4-12, dan yang terendah adalah pada titik sampling 1-3 di sekitar Pulokerto dan titik sampling 19-21 di sekitar Pulo Kemaro. Faktor yang dapat menyebabkan sebaran bakteri koliform tidak mengikuti konsep kontinum dan arah aliran sungai adalah terkait dengan penggunaan lahan dan karakter bakteri *E. coli* yang bersifat anaerob fakultatif dan halofilik. Penggunaan lahan berupa lahan terbangun untuk permukiman dan kawasan untuk kegiatan pemerintahan dan perekonomian memberikan kontribusi yang lebih besar terhadap jumlah dan sebaran bakteri *E. coli* dibandingkan dengan lahan terbuka.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat (DRPM) Direktorat Jendral Penguatan Riset, dan Pengembangan Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi (Kemenristekdikti) yang telah memberikan dukungan finansial terhadap penelitian ini melalui hibah Penelitian Dosen Pemula 2017. Terima kasih juga terucapkan untuk mahasiswa Prodi Pendidikan Biologi semester 6 Tahun Akademik 2016/2017 yang terlibat dalam penelitian ini.

Daftar Referensi

An, Y.J., Kampbell, D.H. & Breidenbach, G.P., 2002. *Escherichia coli* and Total Coliforms in Water and Sediments at Lake Marinas.

Environmental Pollution, 120(1), pp. 771-778.

Arifudin, S., Khotimah, S. & Mulyadi, A., 2013. Analisis Sebaran Bakteri Coliform di Kanal

- A Kuala Dua Kabupaten Kubu Raya. *Protobiont*, 3(2), pp. 186-192.
- Gaffar, A. K., Jahri, M. & Makri, 2003. Sebaran dan Peran Ikan Introduksi dalam Perikanan Perairan Umum Sungai Musi. *Prosiding Hasil-hasil Riset*. Jakarta: Balai Riset Perikanan Perairan Umum – Badan Riset dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, pp. 119-123.
- How, J.A., Lim, J.Z.R., Goh, D.J.W., Ng, W.C., Oon, J.S.H., Lee, K.C., Lee, C.H. & Ling, M.H.T., 2013. Adaptation of *Escherichia coli* ATCC 8739 to 11% NaCl. *Dataset Papers in Biology*, vol. 2013 (Article ID 219095), pp. 1-7. <http://dx.doi.org/10.7167/2013/219095>.
- Ishii, S. & Sadowsky, M.J., 2008. *Escherichia coli* in the Environment: Implication for Water Quality and Human Health. *Microbes and Environments*, 23(2), pp. 101-108. <http://dx.doi.org/10.1264/jsme2.23.101>.
- Kinzelman, J., McLellan, S.L., Daniels, A.D., Cashin, S., Singh, A., Gradus, S. & Bagley, R., 2004. Non-Point Source Pollution: Determination of Replication versus Persistence of *Escherichia coli* in Surface Water and Sediments with Correlation of Levels to Readily Measurable Environmental Parameters. *Journal of Water and Health*, 2(2), pp. 103-114.
- Kosasih, B.R., Samsuhadi & Astuty, N.I., 2009. Kualitas Air Tanah di Kecamatan Tebet Jakarta Selatan Ditinjau dari Pola Sebaran *Escherichia coli*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 5(1), pp. 12-18.
- Laskarwongkito, 2016. *Lima Sungai Bersejarah di Palembang yang Kini Butuh Perhatian Kita Semua*. [Online] Available at: <https://laskarwongkito.com/lima-sungai-bersejarah-di-palembang-yang-kini-butuh-perhatian-kita-sama/> [Accessed 11 October 2017].
- Melliawati, R., 2009. *Escherichia coli* dalam Kehidupan Manusia. *BioTrends*, 4(1), pp. 10-14.
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Samuel & Ajie, S., 2008. Zonasi, Karakteristik Fisika-Kimia Air dan Jenis-jenis Ikan yang Tertangkap di Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 15(1), pp. 41-48.
- Standard Methods Committee, 2006. 9222 *Membrane Filter Technique for Members of The Coliform Group*. [Online] Available at: http://edgeanalytical.com/wp-content/uploads/Micro_SM9222.pdf [Accessed 28 October 2017].
- Todar, K., 2012. *Pathogenic E. coli*. [Online] Available at: <http://textbookofbacteriology.net/E.coli.html> [Accessed 11 November 2017].
- Tong, S.T.Y. & Chen, W., 2002. Modelling The Relationship between Land Use and Surface Water Quality. *Journal of Environmental Management*, 66(1), pp. 377-393.
- US EPA, 2002. *Method 1604: Total Coliforms and Escherichia coli in Water by Membran Filtration Using a Simultaneous Detection Technique (MI Medium)*, Washington, DC: US EPA (U.S. Environmental Protection Agency).
- Washington State Department of Health – Environmental Health Division, 2016. *Coliform Bacteria and Drinking Water*. [Online] Available at: <http://www.doh.wa.gov/Portals/1/Documents/Pubs/331-181.pdf> [Accessed 11 October 2017].
- Winata, E. & Hartantyo, E., 2013. Kualitas Air Tanah di Sepanjang Kali Gajah Wong Ditinjau dari Pola Sebaran *Escherichia coli*. *Jurnal Fisika Indonesia*, 17(50), pp. 8-11.
- Zulkifli, H., Husnah, Ridho, M.R. & Juanda, S., 2009. Status Kualitas Sungai Musi Bagian Hilir Ditinjau dari Komunitas Fitoplankton. *Berkala Penelitian Hayati*, Volume 15, pp. 5-9.