

**LITERATURE REVIEW:
ANALISIS KUALITAS AIR SUNGAI DENGAN TINJAUAN
PARAMETER pH, SUHU, BOD, COD, DO TERHADAP COLIFORM**

Amiratun Naillah¹, Lia Yulia Budiarti², Farida Heriyani³.

¹Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

²Departemen Mikrobiologi dan Parasitologi Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

³Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kedokteran, Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

Email korespondensi: 97amiratunnaillah@gmail.com

Abstract: *The population growth in the river environment has an impact on the quality of river water so that the river has decreased in quality. This quality decline is influenced by the activities of the surrounding industries, hospitals, agriculture, settlements, trade. This study is done by analyzing related literature obtained from search results on medical journal databases, namely PubMed - MEDLINE, Cochrane library, and Google Scholar. Included articles are in English and published in 2010-2020. Total of 20 articles are included in this literature review. The data collected is the quality of river water based on pH, temperature, BOD, COD, DO parameters to total coliform. From the results of this literature review, it was found that pH and temperature did not have a significant relationship to the number of coliform bacteria in river water while BOD and COD had a significant relationship to the number of coliform bacteria. Furthermore, regarding DO parameters, there is no research that proves that DO has a relationship to the number of coliform bacteria in river water.*

Keywords: *river, water quality, coliform.*

Abstrak: **Pertumbuhan populasi di lingkungan sungai memberikan dampak bagi kualitas air sungai sehingga sungai mengalami penurunan kualitas.** Penurunan kualitas ini dipengaruhi oleh aktivitas perindustrian, rumah sakit, pertanian, pemukiman, perdagangan di sekitarnya. Penulisan ini dilakukan dengan menganalisis literatur terkait yang didapatkan dari hasil pencarian pada *database* jurnal kedokteran, yaitu PubMed – MEDLINE, Cochrane *library*, dan Google Scholar. Artikel yang disertakan menggunakan bahasa Inggris dan dipublikasikan pada tahun 2010-2020. Sebanyak 20 artikel disertakan pada *literature review* ini. Data yang dikumpulkan merupakan kualitas air sungai berdasarkan parameter pH, suhu, BOD, COD, DO terhadap total *coliform*. Dari hasil *literature review* ini didapatkan bahwa pH dan suhu tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap jumlah bakteri *coliform* dalam air sungai sedangkan BOD dan COD memiliki hubungan signifikan terhadap jumlah bakteri *coliform*. Selanjutnya, mengenai parameter DO belum ada penelitian yang membuktikan bahwa DO memiliki hubungan terhadap jumlah bakteri *coliform* pada air sungai.

Kata-kata kunci: *sungai, kualitas air, coliform.*

PENDAHULUAN

Sungai adalah sumberdaya alam yang berfungsi sebagai sumber air bagi kehidupan manusia. Beragam aktifitas masyarakat yang terdapat di sekitar aliran sungai mengakibatkan sungai tercemar akibat limbah yang dibuang secara langsung ke badan air. Hal ini sesuai dengan DIKPLHD (2017) bahwa status mutu air sungai berada dalam kategori cemar ringan hingga cemar sedang bahkan ada yang berat.^{1,2}

Cemaran pada air sungai meliputi aspek kimia, fisik dan biologi yang mempengaruhi parameter pH, suhu, BOD, COD DO terhadap jumlah *coliform* pada air sungai. Nilai dari parameter juga dapat dipengaruhi oleh alam dan seperti musim, bulan, waktu, dll. Bakteri *coliform* sangat optimum tumbuh pada pH tertentu yaitu pH 7 begitupun dengan suhu dimana bakteri *coliform* optimum tumbuh pada suhu 37° C. Selain pH dan suhu parameter yang berpengaruh terhadap bakteri *coliform* adalah BOD, COD, dan DO. BOD (*Biological oxygen demand*) sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri *coliform* dimana nilai BOD meningkat maka pertumbuhan *coliform* akan meningkat pula begitupun dengan COD atau (*Cemical oxygen demand*), jumlah COD yang meningkat akan meningkatkan jumlah *coliform*. Bakteri *coliform* sangat mudah teroksidasi secara kimia melebihi secara biologi sehingga biasanya kadar COD lebih tinggi dibandingkan kadar BOD jika teridentifikasi tingginya bakteri *coliform* pada air sungai. Namun hal ini berbeda dengan DO (Oksigen terlarut), DO memiliki hubungan timbal balik terhadap bakteri *coliform*, jika DO meningkat maka akan membunuh organisme yang ada pada air sungai seperti ikan termasuk bakteri *coliform* pada air sehingga jika dikonsumsi akan mempengaruhi kesehatan bagi manusia. Bakteri *coliform* sangat berdampak pada kesehatan manusia terutama pada organ pencernaan yang dapat mengakitakan penyakit seperti diare bahkan bisa menyebabkan kematian

terutama padaa anak-anak.. Data Puskesmas Sungai Jingah pada tahun 2014 menyebutkan ada sebanyak 699 kasus diare yang terjadi pada anak-anak dan merupakan kasus diare terbesar kedua di wilayah puskesmas yang ada di Kota Banjarmasin.^{3,4,5}

METODE

Metode penelitian yang digunakan adalah *literatur review* dengan jenis penelitian *narrative review*. Metode *literatur review* adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca, dan mencatat, serta mengumpulkan bahan penelitian. Pencarian *literatur* (*literature searching*) dilakukan dengan pencarianmendalam terhadap data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh bukan dari pengamatan langsung namun diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu. Sumber data sekunder yang dimaksud berupa buku dan laporan ilmiah primer atau informasi terpublikasi pada database jurnal kedokteran elektronik.

Pencarian *literatur* (*literature searching*) adalah proses mendalam terhadap pencarian informasi terpublikasi tentang suatu topik. Proses ini dilakukan menggunakan berbagai alat pencarian kepustakaan yang tersedia secara sistematis. Kriteria jurnal yang dipilih yaitu jurnal berbahasa inggris yang berkaitan tentang analisis kualitas sumber air sungai dengan tinjauan pengaruh parameter pH, suhu, BOD, COD, DO terhadap total *coliform* serta memiliki batasan waktu publikasi pada tahun 2010-2020. Sumber data didapat dari publikasi pada *Pubmed – MEDLINE, Cochrane library, Garuda dan Google Scholar* dengan kata-kata kunci yang digunakan untuk memperoleh literatur yang sesuai terdiri dari *river, drink water or water pipe and coliform or water quality*. Tujuan pencarian *literatur* agar hasil pencarian yang didapatkan bersifat sensitif

(ditemukan hanya hasil studi yang relevan terhadap pencarian) dan spesifik (ditemukan semua hasil studi yang relevan terhadap pencarian).

Pencarian awal dilakukan dengan mencari *database* jurnal kedokteran pada PubMed-MEDLINE dengan batas waktu yang tidak ditentukan didapatkan sebanyak 465 jurnal kemudian dimasukkan filter dari tahun 2010-2020 sehingga didapatkan hasil sebanyak 267 jurnal, kemudian dilanjutkan pencarian pada Cochrane Library dengan batas waktu yang tidak ditentukan sehingga menemukan 2 jurnal dilanjutkan dengan memasukan filter dari tahun 2010-2020 sehingga tidak didapatkan jurnal terkait, sedangkan pada Google Scholar terdapat 4710 jurnal dengan menggunakan rentang waktu yang tidak ditentukan dilanjutkan dengan pemakaian filter dari tahun 2010-2020 didapatkan sebanyak 3680 jurnal yang terkait. Langkah selanjutnya dilakukan pembacaan judul dan abstrak sehingga ditemukan sebanyak 35 jurnal terkait, dari 35 jurnal ditemukan 1 duplikasi jurnal sehingga total jurnal akhir 34 dengan pengambilan 20 jurnal teratas, kemudian ditambahkan sebanyak 14 artikel dari daftar pustaka sehingga total pencarian jurnal sebanyak 34. jurnal yang ditemukan pada literature review ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perilaku manusia pada lingkungan sungai sangat mempengaruhi kualitas air sungai, disamping itu keadaan alam juga berperan terhadap keadaan sungai dan komponen yang ada di dalamnya. Kebiasaan membuang sampah, BAB sembarangan, membuang limbah rumah tangga dan pembuangan limbah industri ke sungai merupakan perilaku yang sering dijumpai di sekitar sungai. Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan terdapat peningkatan jumlah bakteri coliform pada air sungai. Menurut paca 2019 jumlah *coliform* pada air Sungai Kwanza, Sungai Dande dan Sungai Bengo adalah 5.292 CFU/100 mL-105.252 CFU/ 100mL.¹⁶

Menurut Strathmann 2016 mengatakan bahwa jumlah total coliform besar dari 2400 MPN/ 100 mL pada Sungai Ruhr.¹⁸ Penelitian lain juga mengatakan bahwa terdapat peningkatan jumlah coliform pada air sungai sehingga tidak dapat digunakan sebagai sumber air bagi masyarakat sekitarnya. Beberapa parameter yang berpengaruh terhadap kualitas air sungai adalah pH, suhu, BOD, COD, dan DO.

Pengaruh pH terhadap jumlah *coliform*

pH adalah derajat keasaman yang digunakan dalam menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki pada suatu larutan.¹⁰ Nilai derajat keasaman atau pH yang meningkat dipengaruhi oleh limbah organik maupun anorganik yang di buang ke air sungai. Air sungai dengan nilai pH sekitar 6,5 – 7,5 adalah air normal yang memenuhi syarat untuk suatu kehidupan.³¹ Nilai pH air yang normal adalah sekitar netral, yaitu antara pH 6-8 menurut WHO di musim kemarau dan musim hujan. Sedangkan pH air yang terpolusi berbeda-beda, tergantung dari jenis buangnya. Air murni bersifat netral, dengan pH pada suhu 25 °C ditetapkan sebagai 7,0. Semakin tinggi absorbansi menandakan semakin banyak bakteri yang tumbuh.³ Dari hasil penelitian beberapa jurnal yang diambil nilai pH pada air sungai menunjukkan angka yang bervariasi, sebagian jurnal mengatakan pH air 75% lebih rendah dari 6,5 dan sebagian jurnal mengatakan nilai pH pada suhu 20 berkisar antara 6,5-8,5 serta beberapa jurnal juga mengatakan air sungai memiliki pH >7 menandakan kondisi air dalam keadaan basa, namun pada umumnya sampel air melebihi batas yang diizinkan WHO untuk parameter pH. Hal ini dipengaruhi oleh suhu karena beberapa jurnal menunjukkan bahwa suhu berkorelasi positif terhadap pH dan tidak ada perbedaan yang signifikan antara pH terhadap perbedaan musim kemarau dan musim hujan, bulan, dan lokasi dengan nilai $P \geq 0.05$. pH ideal untuk pertumbuhan bakteri *coliform* ialah

3-9. Dari pembahasan beberapa jurnal menunjukkan tidak ada korelasi yang signifikan antara pH terhadap jumlah bakteri *coliform* karena rata-rata pH pada sungai merupakan pH ideal untuk pertumbuhan bakteri *coliform*.^{7,9,13,15,18,19,20}

Pengaruh Suhu terhadap jumlah *coliform*

Suhu adalah ukuran derajat dingin atau panas suatu benda. Suhu merupakan faktor fisik yang berpengaruh pada laju pertumbuhan melalui pengaruh di antaranya terhadap reaksi kimia dan stabilitas struktur molekul protein. Suhu optimum bakteri *E. Coli* memerlukan nilai 37 °C untuk pertumbuhan.. Temperatur 37°C memiliki hasil absorbansi yang tinggi yaitu 0.227 nm yang menandakan banyaknya pertumbuhan bakteri *E.coli* pada konsentrasi tersebut. Pada temperatur yang lain skala 15 – 45 °C juga terdapat pertumbuhan bakteri *E.coli* namun tidak terlalu banyak.³

Menurut beberapa jurnal yang dikaji terdapat peningkatan suhu yang signifikan secara statistic ($p = 0,0001$) pada musim hujan dibandingkan dengan musim kemarau. Suhu air sungai bulanan rata-rata adalah 15 ° C dengan puncak sekitar 35 °C sedangkan suhu air sungai rata-rata pada musim hujan adalah (26,58 ± 1,38 ° C). Pada musim hujan aliran air sungai dan suhu air meningkat sehingga semakin tinggi aliran air dan semakin meningkatnya suhu air sungai maka semakin banyak pula total bakteri *coliform* pada air sungai.^{10,12, 15,18,19,20} Namun sebuah jurnal mengatakan bahwa tidak ada korelasi yang jelas antara suhu air dengan bakteri *coliform*.¹⁰

Pengaruh BOD terhadap jumlah *coliform*

BOD atau *biochemical oxygen demand* adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme seperti bakteri *coliform* untuk mengurai atau

mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik.²¹ Tingginya kadar BOD dalam air menandakan tingginya kandungan mikroorganisme. Kelompok *coliform*, *Escherichia coli*, *Streptococcus*, dan *Staphylococcus* terkandung di dalam BOD dapat menyebabkan terjadinya gangguan pencernaan dan iritasi kulit. Bisa saja nilai BOD sama dengan COD, tetapi BOD tidak bisa lebih besar dari COD.

Prinsip pengukuran BOD pada dasarnya cukup sederhana, yaitu mengukur kandungan oksigen terlarut awal (DOi) dari sampel segera setelah pengambilan contoh, kemudian mengukur kandungan oksigen terlarut pada sampel yang telah diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap (20°C) yang sering disebut dengan DO5. Selisih DOi dan DO5 (DOi - DO5) merupakan nilai BOD yang dinyatakan dalam miligram oksigen per liter (mg/L).

Dari beberapa jurnal penelitian yang telah dikaji didapatkan bahwa konsentrasi perairan yang baik menurut WHO memiliki kadar BOD dengan nilai 0-10 mg /l sedangkan perairan yang memiliki konsentrasi BOD lebih dari 10 mg/l dianggap telah tercemar. Nilai BOD berkisar antara 7,95 mg / L - 13,1 mg / L. Penelitian lain juga mengatakan rata-rata nilai BOD meningkat pada musim hujan dengan rata-rata 25,67 mg/L - 58,36 mg/L menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara BOD dan musim dengan nilai $P < 0.01$ terhadap jumlah *coliform*. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat BOD di sebagian besar sampel air yang dikumpulkan melebihi batas yang disarankan oleh WHO sehingga ditemukan konsentrasi pencemaran organik dan polutan organik industri limbah yang tinggi di dalam air sungai. Konsentrasi BOD yang meningkat memiliki pengaruh langsung terhadap mikroba di badan air khususnya pertumbuhan bakteri *coliform*.^{21,23,25,27} Oleh karena itu analisis dari beberapa jurnal menyatakan bahwa

terdapat hubungan yang signifikan antara BOD dengan jumlah bakteri coliform.^{13,15}

Pengaruh COD terhadap jumlah coliform

COD atau *Chemical Oxygen Demand* adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air.³² Konsentrasi COD yang tinggi mengindikasikan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi pada suatu perairan. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari BOD karena banyak bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dapat teroksidasi. Bakteri *coliform* sangat mudah teroksidasi secara kimia melebihi secara biologi sehingga biasanya kadar COD lebih tinggi dibandingkan kadar BOD. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/liter dan harus lebih besar dari 4 mg/L. Dari hasil penelitian beberapa jurnal mengatakan bahwa konsentrasi rata-rata BOD yang didapat sekitar 80,60 mg/l. Pada penelitian lain juga mengatakan bahwa nilai COD mencapai angka 320 mg/l- 360 mg/l sehingga nilai COD pada penelitian beberapa air sungai melebihi batas baku mutu air sehat menurut WHO dan merupakan air yang tercemar. Menurut Breton 2019 COD merupakan factor utama yang mempengaruhi komunitas bakteri di sungai dan terdapat hubungan nilai negatif antara COD dan DO. Oleh karena itu semakin tinggi nilai COD maka semakin tinggi pula bakteri khususnya bakteri *coliform* pada air sungai.

Pengaruh DO terhadap jumlah coliform

DO (*Dissolved Oxygen*) merupakan oksigen terlarut yang digunakan untuk mengukur kualitas kebersihan air. Semakin besar nilai kandungan DO menunjukkan bahwa kualitas air tersebut semakin bagus. Suatu perairan dapat dikatakan baik dan mempunyai tingkat pencemaran yang rendah jika kadar oksigen terlarutnya (DO) lebih besar dari 5 mg/l, sedangkan

konsentrasi oksigen terlarut (DO) pada perairan yang masih alami memiliki nilai DO kurang dari 10 mg/l.^{24,25}

Menurut penelitian Abia 2015 didapatkan bahwa nilai DO tertinggi ($6,68 \pm 0,24$ mg / L) pada Sungai Apies. Menurut Nguyen 2019 Konsentrasi DO mencapai nilai tertinggi dengan rata-rata 3,99 mg / L. Penelitian lain juga mengatakan dari Alves 2018 nilai rata-rata DO pada Sungai Sinos 4,7 mg/L dan menurut Khan 2018 nilai DO pada Sungai Indus adalah 2,01 mg/L. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa jumlah DO pada air sungai tidak memenuhi standar baik untuk kebutuhan manusia dan dikatakan sebagai air yang tercemar. Sejauh ini belum ada penelitian yang menilai hubungan antara DO dan bakteri coliform, namun beberapa penelitian menyatakan bahwa DO berkorelasi negative terhadap BOD dan COD.^{6,7,11,16,19}

PENUTUP

Berdasarkan analisis literature review terhadap 20 jurnal didapatkan kesimpulan bahwa secara umum terdapat peningkatan jumlah bakteri *coliform* pada semua penelitian, peningkatan jumlah bakteri *coliform* mengindikasikan bahwa air sungai tercemar. Dalam menganalisis kualitas air sungai maka dilakukan pemeriksaan beberapa parameter diantaranya ialah pH, suhu, BOD, COD, dan DO ,sehingga didapatkan bahwa kesimpulan secara khusus adalah: parameter pH dan suhu tidak memiliki hubungan yang signifikan terhadap jumlah bakteri *coliform* dalam air sungai; parameter BOD dan COD memiliki hubungan signifikan terhadap jumlah bakteri coliform. Sedangkan DO belum ada penelitian yang membuktikan DO memiliki hubungan terhadap jumlah bakteri *coliform* pada air sungai; serta nilai dari parameter BOD, COD, dan DO tidak memenuhi standar yang telah ditetapkan WHO di semua penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

1. Dawud, M, Namara, I, Chayati, N, Muhammad, F.L.T. Analisis sistem pengendalian pencemaran air sungai cisadane kota tangerang berbasis masyarakat. *Jurnal UMJ*. 2016;1:1-8.
2. Yohannes, B, Warno, S.U, Agustina, M. Kajian kualita air sungai dan upaya pengendalian pencemaran air (studi sungai krukut, jakarta selatan). *IJEEM*. 2019;4(2):136-55.
3. Arivo, D, Annissatussholeha, R. Pengaruh tekanan osmotik ph, dan suhu terhadap pertumbuhan bakteri *eschericia coli*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan*. 2017;4(2):153-60.
4. Khairina, Y.A. Analisis kualitas (BOD, COD, DO) air sungai pesanggrahan desa rawadenok kelurahan rangkepan jaya baru kecamatan mas kota depok. [disertasi]. [Jakarta]: FAKULTAS Kesehatan Masyarakat Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan; 2020.
5. Halim, F, Warouw, S.M, Rampengan, N.H, Salendu, P. Hubungan jumlah koloni *Escherichia Coli* dengan derajat dehidrasi pada diare akut. *Sari Pediatri*. 2017;19(2):81-5.
6. Luther, A.K.A, Ubomba, E.J, Ndombo, M.B.M. Impact of seasonal variation on *Escherichia coli* concentrations in the riverbed sediments in the Apies River, South Africa. *Science of the Total Environment*. 2015;7(132):462–69.
7. Albayatti, K.K, Alarajy, K.H, Hussain, S.A. Bacteriological and physicochemical studies on Tigris River near the water purification stations within Baghdad Province. *Journal of Environmental and Public Health*. 2012;1:1-9.
8. Daniel, D.A, et al. Seasonal assessment and apportionment of surface water pollution using multivariate statistical methods: Sinos River, southern Brazil. *Environ Monit Assess*. 2018;190(384):1-12.
9. Bojarczuk, A, Jelonkiewicz, L, Lenart, A.B. The effect of anthropogenic and natural factors on the prevalence of physicochemical parameters of water and bacterial water quality indicators along the river Białka, southern Poland. *Environmental Science and Pollution Research*. 2018;1:1-13.
10. Vincent, N, et al. Water quality assessment: surface water sources used for drinking and irrigation in Zaria, Nigeria are a public health hazard. *Environ Monit Assess*. 2012;184:3389-400.
11. Thanh, K.N, et al. Chemical and microbiological risk assessment of urban river water quality in Vietnam. *Environ Geochem Health*. 2019;1:1-17.
12. Paca, J.M, et al. Quality assessment of water intended for human consumption from Kwanza, Dande and Bengo rivers (Angola). *Environmental Pollution*. 2019;254:1-8.
13. Skariyachan, S. et al. Environmental monitoring of bacterial contamination and antibiotic resistance patterns of the fecal coliforms isolated from Cauvery River, a major drinking water source in Karnataka, India. *Environ Monit Assess*. 2015;1:1-13.
14. Strathmann, M, et al. The River Ruhr – an urban river under particular interest for recreational use and as a raw water source for drinking water: The collaborative research project “Safe Ruhr” – microbiological aspects. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2016;1:1-19.
15. Toure, A, Wenbiao, D, Keita, Z, Dembele, A. Investigation of the water quality of daily used surface-sources for drinking and irrigation by the population of Segou in the center of Mali. *Journal of Water and Health*. 2018;1:1-13.

16. Alves, R.I.S, et al. Water quality assessment of the pardo River Basin, Brazil: a multivariate approach using limnological parameters, metal concentrations and indicator bacteria. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. 2018;1:1-14.
17. Breton, L.D, Sanchez, A.F, Juarez, K, Vera, R.E. Integrative study of microbial community dynamics and water quality along The Apatlaco River. *Environmental Pollution*. 2019;255:1-10.
18. Chanco, L, Arias, V, Barrantes, K, Beita, W.S, Reyes, L, Achi, R. Enterococci as a key parameter for water quality index: Purires River, Costa Rica. *Journal of Water and Health*. 2018;1:1-11.
19. Khan, I, et al. Impact of city effluents on water quality of Indus River: assessment of temporal and spatial variations in the southern region of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan. *Environ Monit Assess*. 2018;1:190-267.
20. Villa, M.A, Rosado, D, Aguilar, S, Dolores, M.G.R. Water quality in the tropical Andes hotspot: The Yacuambi river (southeastern Ecuador). *Science of the Total Environment*. 2018;633:50–58.
21. Irda, S.Y.S, Sunjaya, D.K, Shimizu, H.F, Watanabe, C,
22. Raksanagara, A.S. Water sources quality in urban slum settlement along the contaminated River Basin in Indonesia: application of quantitative microbial risk assessment. *Journal of Environmental and Public Health*. 2018;1:1-7.
23. Bortoletto, E.C, Silva, H.A, Tavares, C.R.G. Water quality monitoring of the Pirapó River watershed, Paraná, Brazil. *Braz. J. Biol*. 2015;75(4):148-57.
24. Qin, G, Liu, J, Xu, S, Wang, T. Water quality assessment and pollution source apportionment in a highly regulated river of Northeast China. *Environ Monit Assess*. 2020;192(446):1-16.
25. Steffens, C, Klauck, C.R, Benvenuti, T, Silva, L.B, Rodrigues, M.A.S. Water quality assessment of the Sinos River – RS, Brazil. *Braz. J. Biol*. 2015;75(4):62-7.
26. Islam, M.M.M, Shahid, M.I, Leemans, R, Hofstra, N. Modelling the impact of future socio-economic and climate change scenarios on river microbial water quality. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*. 2017;1:1-10.

