

Persepsi Mahasiswa FKES UDINUS terkait Hoax Covid-19 <i>Haikal¹, Ratih Pramitasari², Jaka Prasetya³, Agus Perry Kusuma⁴</i>	256-263
Air Kelapa Hijau Menurunkan Dismenore Pada Remaja Putri <i>Mariene Wiwin Dolang¹, Marlen J. Werinusa²</i>	264-269
Efektivitas Insektisida Nabati Daun Salam (<i>Syzygium Polyanthum</i>) Terhadap Mortalitas Nyamuk <i>Aedes Aegypti</i> <i>Ana Windari¹, Mimatun Nasihah², Nur Lathifah Syakbanah³</i>	270-275
Studi Keluhan Musculoskeletal Disorder (MSDs) di UD. Berkah Alam <i>Hanifah Dwi Lestari¹, Moch. Sahr¹</i>	276-281
Gambaran Kondisi Fasilitas Sanitasi Pasar Dan Perilaku Hidup Bersih Dan Sehat Pedagang Di Desa Randik Pada Masa Pandemi Covid-19 <i>Dwi Nopitrisari¹, Yustini Ardillah²</i>	282-292
Belajar Tatap Muka Masa Pandemi Covid-19 Pada Sekolah Dasar Di Kecamatan Semarang Barat <i>Naufaldi Endi Rahmadanni¹, Eram Tunggul Pawenang²</i>	293-302
Literature Review: Pola Aktifitas Fisik dan Depresi Selama Pandemi Covid-19 pada Remaja <i>Nina Mustikasari¹, Handayani²</i>	303-309
Karakteristik Demografi Terkait Komplikasi Pada Penderita Hipertensi Di Kota Semarang <i>Annisa Putri Fatmasari¹, Widya Hary Cahyat²</i>	310-317
Penerapan Protokol Kesehatan 3M Di Masyarakat Pada Masa Pandemi Covid-19: Literature Review <i>Prima Dewi Novalia¹, Lina Handayani²</i>	318-325
Strategi Kebijakan Kesehatan dan Upaya Pencegahan HIV/AIDS Pada Wanita Pekerja Seks (WPS): Literature Review <i>Daniar Dwi Ayu Pamela^{1*}, Ira Nurmala²</i>	326-337
Uji Klinis Faktor Fisika, Kimia, Biologi Limbah Kondesat AC Sebagai Air Minum Di Universitas Islam Lamongan <i>Eko Sulistiono¹, Rizky Rahadian W², Finda Dwi F³</i>	338-345
Evaluasi Penerapan Sistem Proteksi Kebakaran Aktif Di Rumah Sakit Ernaldi Bahar Provinsi Sumatera Selatan <i>Titi Nurhaliza¹, Desheila Andarini¹, Poppy Fujianti¹, Dwi Septiawati¹, Mona Lestari¹</i>	346-356
Kontribusi Aktivitas Fisik, Kualitas Tidur, Dan Konsumsi Kopi Terhadap Kejadian Hipertensi Di Kabupaten Pemalang <i>Fikhoh Nurlatifah¹, Suharyo²</i>	357-364
Hubungan Umur, Intensitas Merokok, Status Gizi, Lili Paris (<i>Chlorophytum Comosum</i>) Terhadap Kadar CO Asap Rokok Dan COHb Dalam Darah <i>Ummu Maflachatus Sholichah¹, Rizky Rahadian Wicaksono², Marsha Savira Agatha Putri³</i>	365-371
Manajemen Kelengkapan Rekam Medis Untuk Legalitas Dokumen Rekam Medis Di Rsud Krmt Wongsonegoro (Rswn) Kota Semarang <i>Suyoko¹, Aylin Ivana², Arinda juwita², Retno Astuti Setijaningsih²</i>	372-380
Perubahan Kualitas Air Sungai dan <i>Waterborne Diseases</i> di Kabupaten Boyolali (Studi Air Sungai Gandul, Sungai Cemoro, dan Sungai Pepe) <i>Yusuf Afif¹, Mursid Raharjo², Nur Endah Wahyuningsih²</i>	381-390
Hubungan Kualitas Tidur Dengan 5 Indikator Sindroma Metabolik Pada Perawat Di Rumah Sakit Umum Pusat Haji Adam Malik Medan <i>Simon¹, Ida Yustina², Fazidah Aguslina Siregar³</i>	391-400
Determinan Partisipasi Lansia pada Program Posyandu Lansia di Kabupaten Banjarnegara <i>Anisa Prabaningrum¹, Intan Zainafree²</i>	401-407
Literature Review: Tingkat Kecemasan Ibu Hamil Akibat Pandemi Covid-19 <i>Libna Aththohiroh¹, Hasna Tri Rachmatika², Rad³, Dwi Sarwani Sri Rejeki⁴</i>	408-416
Gangguan Kesehatan Pada Pola Tidur Akibat Gaming Disorder <i>Rendi Ariyanto Sinanto¹, Fatwa Tentama², Sitti Nur Djannah³, Astry Axmalia⁴</i>	417-426
Rancangan Usulan Perbaikan Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Pada Proyek Konstruksi Gedung Pamjaya Menggunakan Metode <i>Hazard Of Operability Study</i> (HAZOP) <i>Santika Sari¹, Rana Salsabila Dean²</i>	427-434
Evaluasi Pelaksanaan Sistem Surveilans <i>Healthcare Acquired Infections</i> (Hais) Di Rsu Haji Surabaya Tahun 2020 <i>Aulia Rosyida¹, Laura Navika Yaman², Dwiono Mudjiyanto³</i>	435-445
Analisis Penerapan Management Keselamatan Radiasi di Instalasi Radiologi RS Ernaldi Bahar Provinsi Sumatera Selatan <i>Rizki Dien Wahyuni¹, Desheila Andarini¹, Anita Camelia¹, Imelda G Purba¹, Dwi Septiawati¹</i>	446-454
Literature Review: Konsumsi Junk Food Dan Obesitas Pada Remaja <i>Siti Paramesthi Sani Purnomowati¹, Lina Handayani²</i>	455-460
Determinan Sosial Kesehatan Dengan Perilaku Physical Distancing Pada Mahasiswa <i>Widya Hary Cahyati¹, Daryati²</i>	461-469



Volume 20, Nomor 2, September 2021

Ketua Redaksi

Dr. Drs. Slamet Isworo, M.Kes

Penyunting

Eddy Rachmani, SKM, M.Kom, Ph.D

Dr. Drs. Slamet Isworo, M.Kes

Dr. dr. Zaenal Sugiyanto M.Kes

Dr. MG Catur Yuantari, SKM, M.Kes

Dr. Poerna Sri Oetari, S.Si, M.Si.Ling

Suharyo, M.Kes,

Eti Rimawati SKM, M.Kes

Kismi Mubarokah, M.Kes

Vilda Ana Veria, S.Gz, M.Gizi,

Editor

Fitria Wulandari, SKM, M.Kes

Sekretariat

Lice Sabata, SKM

Desain Dan Layout

Puput Nur Fajri, SKM

Alamat Redaksi

Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro Jl. Nakula I No. 5-11 Semarang

Telp/Fax. (024) 3549948

Email : visikes@fkes.dinus.ac.id

Website : [Http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/visikes/ndex](http://publikasi.dinus.ac.id/index.php/visikes/ndex)

Visikes Diterbitkan Mulai Maret 2002

Oleh Fakultas Kesehatan Universitas Dian Nuswantoro

Perubahan Kualitas Air Sungai dan *Waterborne Diseases* di Kabupaten Boyolali (Studi Air Sungai Gandul, Sungai Cemoro, dan Sungai Pepe)

Yusuf Afif^{1*}, Mursid Raharjo², Nur Endah Wahyuningsih²

¹Mahasiswa Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang

²Dosen Bagian Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro, Semarang

DOI: <http://dx.doi.org/10.33633/visikes.v20i2.4811>

Received 09-06-2021

Accepted 07-08-2021

Published 10-09-2021

ABSTRACT

Environmental pollution can occur as a result of industrial activities, livestock, agriculture and domestic activities. There are several parameters that identify pollution and harm to the community and aquatic ecosystems, including BOD, COD, DO, Detergent and Fecal Coliform. Environmental pollution in water can cause various kinds of diseases in the people who live around it. This secondary data study analyzes river water quality parameters with parameters: BOD, COD, DO, Detergent and Fecal Coliform) with the incidence of Waterborne diseases in Boyolali Regency in 2017 – 2019. This study is a time series study with secondary data research design. The type of data used is secondary data on the water quality of the Gandul, Pepe and Cemoro rivers and the incidence of water-borne diseases in Boyolali Regency. The data used is annual data for 3 years, from 2017 to 2019. Quality data is processed by the pollution index method, then analyzed by the Wilcoxon paired difference test and Moran cluster-outlier mapping. The results of the calculation of the pollution index obtained that the condition was lightly polluted but some points of the river experienced moderately polluted conditions. There is a significant difference between the quality of river water in the rainy and dry seasons. The risk of spreading water-borne diseases is highest in sub-districts of Wonosegoro and Klego

Keywords: Pollution index, Waterborne diseases, Water quality parameters, Aquatic ecosystems, Environmental pollution

**Corresponding author: E-mail: yusufafif319@gmail.com*

PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan dapat terjadi akibat dari kegiatan industri, peternakan, pertanian dan aktivitas domestik. Terdapat

beberapa parameter yang mampu menimbulkan pencemaran dan merugikan masyarakat serta ekosistem perairan antara lain BOD, COD, DO, Deterjen dan

Fecal Coliform. Pencemaran lingkungan pada air dapat menimbulkan berbagai macam penyakit masyarakat dengan contoh penyakit *waterborne diseases* seperti diare, cholera, typhus abdominalis, hepatitis A, gastritis kronis dan dysentrie amoeba. Menurut WHO (*World Health Organization*) terdapat 829.000 kematian pada tahun 2016 akibat penyakit diare, salah satu faktornya ialah pencemaran air.¹ Di negara – negara berkembang berpenduduk banyak seperti India, Bangladesh termasuk Indonesia, 85% cemaran air permukaan berasal dari aktivitas domestik. Diare sebagai salah satu penyakit *waterborne diseases* mempunyai angka prevalensi di Indonesia pada tahun 2018 mencapai 12,3 persen meskipun turun ke angka 4,5 persen pada tahun 2019.² Akan tetapi, angka morbiditas dan mortalitasnya masih cukup tinggi, tercatat pada tahun 2015 prevalensi tertinggi terdapat pada anak 1-5 tahun sebesar 16,7% dengan sebaran kasus di daerah pedesaan sebesar 10% lebih banyak dibanding di perkotaan sebesar 7,4%. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, diare merupakan penyebab kematian dari penyakit menular peringkat ketiga setelah TB Paru dan Pneumonia. Kejadian Luar Biasa (KLB) Diare masih terjadi tiap tahunnya, data yang dilaporkan tahun 2018 telah terjadi 10 kali KLB Diare dengan jumlah penderita sebesar 756 orang yang tersebar di 8 provinsi dengan angka kematian (CFR) 4,76%, angka kematian diare tertinggi sejak tahun 2010. Di Provinsi Jawa Tengah sendiri terdapat 408.858 kasus pada tahun 2017 dan meningkat 584.259 kasus pada tahun 2018.^{3,4}

Tidak hanya diare, terdapat gastritis kronis dan leptospirosis merupakan penyakit *waterborne diseases*. Gastritis kronis seringkali dianggap remeh oleh masyarakat. Faktanya, gastritis kronis jika dibiarkan dapat memperparah dan berubah menjadi kanker lambung.⁵ Penelitian di Karbala menunjukkan 94% kasus gastritis

merupakan gastritis kronis dengan 84% kasus terasosiasi dengan infeksi *H. pylori*.^{6,7} Penyakit leptospirosis merupakan penyakit endemis di Kabupaten Boyolali dengan penemuan kasus yang cukup tinggi. Penyakit ini pertama kali muncul tahun 2012 dan masih terdapat temuan hingga sekarang. Terdapat angka kematian (CFR) sebesar 35% dengan jumlah kasus 20 orang pada tahun 2014 dan 15,78% dengan jumlah kasus 19 orang pada tahun 2015.

Kabupaten Boyolali dilalui oleh beberapa sungai, sebagian sungai besar tidak mengalir permanen, diantara sungai tersebut terdapat 4 sungai yang memiliki debit relatif besar dan mengalir sepanjang tahun yaitu Sungai Serang dan 3 anak Sungai Bengawan Solo, yaitu Sungai Cemoro, Pepe, dan Gandul. Berdasarkan hasil survei pendahuluan dari dokumen hasil uji laboratorium kualitas air sungai yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Boyolali yang dilakukan pada 27 Maret 2019, hasil analisa bakteri *fecal coliform* pada Sungai Gandul, Sungai Cemoro dan Sungai Pepe mencapai angka di atas 1000 MPN/1000 ml. Hasil pengukuran parameter COD air Sungai Gandul pada titik hulu sebesar 13,15 mg/L, titik tengah sebesar 51,27 mg/L dan titik hilir sebesar 31,33 mg/L. Berdasarkan baku mutu Kelas II, hasil pengukuran yang dilakukan oleh Dinas Lingkungan Hidup pada 27 Maret 2019 menunjukkan masih terdapat parameter yang melebihi baku mutu. Dinas Kesehatan Kabupaten Boyolali mencatat terdapat kasus diare sebesar 13.964 kasus pada tahun 2019, cenderung meningkat dari tahun – tahun sebelumnya, 10.879 kasus pada tahun 2018 dan 10.975 pada tahun 2017. Penelitian ini mengkaji indeks pencemaran air dengan pedoman berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air untuk melihat bagaimana hubungan antara perubahan kualitas air dan *waterborne diseases* di Kabupaten Boyolali.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian obesverasional analitik dengan pendekatan cross sectional, Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2020 – Januari 2021

dengan mengolah data kualitas air sungai (Sungai Gandul, Sungai Pepe dan Sungai Cemoro) tahun 2017 – 2019 yang diperoleh dari Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Boyolali menjadi nilai indeks pencemaran

dengan metode indeks pencemaran serta data jumlah kejadian *waterborne diseases* (diare, gastritis dan leptospirosis) tahun 2017 – 2019 yang diperoleh dari Dinas Kesehatan Kabupaten Boyolali. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu nilai indeks pencemaran sedangkan variabel terikat yang digunakan adalah kejadian *waterborne diseases*.

Populasi dalam penelitian ini yaitu jumlah seluruh penderita *waterborne diseases* di Kabupaten Boyolali tahun 2017 – 2019, sedangkan sampel dalam penelitian ini yaitu jumlah penderita *waterborne diseases* di daerah pantau titik hulu, tengah dan hilir tiap sungai tahun 2017 – 2019 yang dicatat dan dilaporkan oleh Dinas Kesehatan Kabupaten Boyolali. Dilakukan pemetaan dengan alat bantu perangkat lunak ArcGis untuk melihat daerah aliran sungai.

Pada penelitian ini sebelum dilakukan analisis data, dilakukan pengolahan data dengan menghitung nilai indeks pencemaran yang berasal dari lima parameter yaitu Biological Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Dissolved Oxygen (DO), Deterjen, dan Fecal Coliform. Untuk mengetahui perbedaan kualitas air antar musim, digunakan uji beda berpasangan non parametrik *wilcoxon*. Untuk mengetahui klaster dan outlier *waterborne diseases* dilakukan *Cluster-Outlier Moran's*.

Metode Indeks Pencemaran

Indeks pencemaran (IP) merupakan metode penilaian yang telah direkomendasi oleh Pemerintah Republik Indonesia melalui Keputusan Menteri Negara

Cluster-Outlier Moran's

Autokorelasi spasial dapat mengidentifikasi pengelompokan hubungan spasial dengan menggunakan indeks global dan indeks lokal. Indeks Moran merupakan indeks global yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi ada tidaknya hubungan spasial dalam penyebaran penyakit, namun indeks Moran tidak memberikan informasi pola spasial pada wilayah tertentu (hanya mewakili secara global tentang autokorelasi spasial).

Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Metode ini telah dikembangkan oleh Sumitomo dan Numerow pada Universitas Texas tahun 1970 silam. Indeks ini digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran sebuah parameter terhadap baku mutu kualitas yang diizinkan. Metode ini dapat memberikan masukan pada pemangku kebijakan dalam melakukan tindakan pengendalian pencemaran akibat turunnya kualitas air. Berikut merupakan persamaan IP:

- a) PI_j = Indeks Pencemaran bagi peruntukan j
- b) C_i = Konsentrasi parameter kualitas air I yang tercantum dalam baku mutu peruntukan air
- c) M = Maksimum
- d) R = Rata – rata

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})^2_M + (C_i/L_{ij})^2_R}{2}}$$

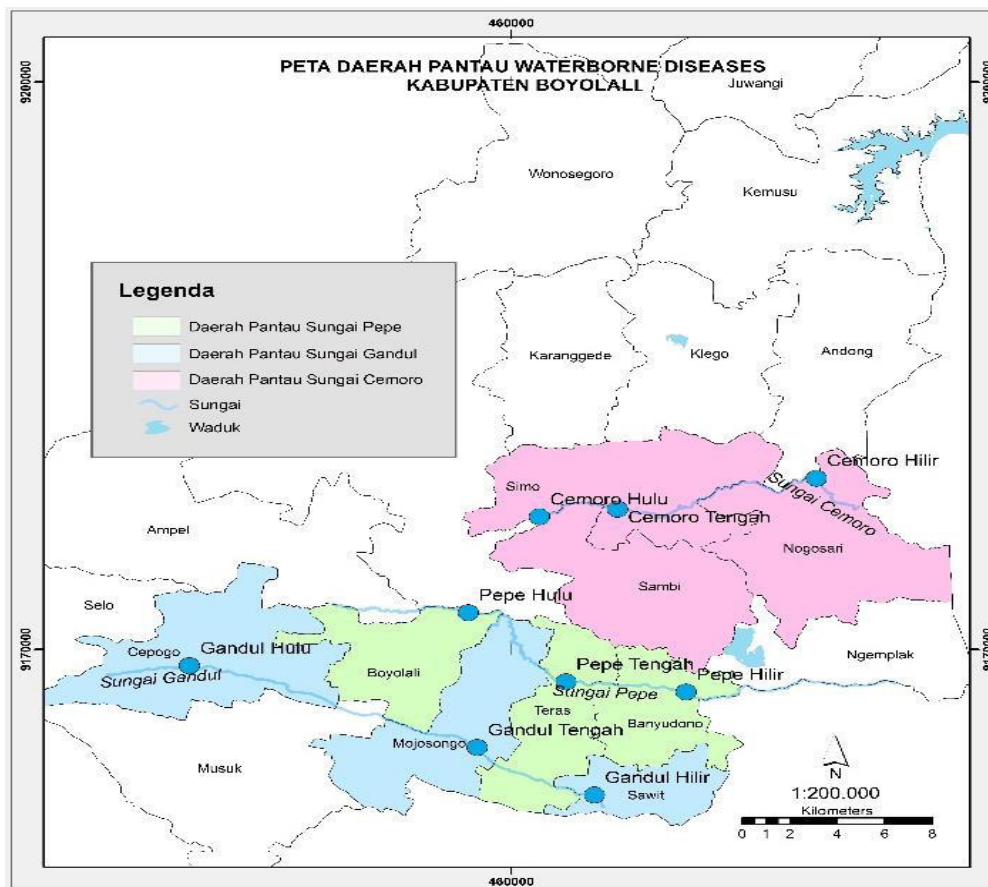
Metode Indeks Pencemaran (IP) secara langsung menilai tingkat ketercemaran dengan kelayakan penggunaan sungai dan dengan nilai parameter – parameter tertentu. Dalam evaluasinya, terdapat beberapa kelas nilai Indeks Pencemaran (IP) sebagai berikut :

- | | |
|---------------------------|---------------------------------------|
| $0,0 \leq PI_j \leq 1,0$ | = memenuhi baku mutu (good) |
| $1,0 \leq PI_j \leq 5,0$ | = tercemar ringan (slightly polluted) |
| $5,0 \leq PI_j \leq 10,0$ | = cemar sedang (fairly polluted) |
| $PI_j \geq 10,0$ | = cemar berat (heavily polluted) |

Oleh karena itu, diperlukan *Local indicator of spatial association* (LISA) untuk menentukan indeks lokal yang digunakan mengevaluasi kecenderungan adanya pengelompokan spasial secara lokal dan menunjukkan beberapa bentuk dari hubungan spasial. Penelitian terkait yang telah dilakukan adalah yang mendeteksi autokorelasi multivariat Moran. Sementara yang lainnya, memodelkan spasial *waterborne diseases* dengan Geografis Information System (GIS).

HASIL
Daerah Pemantauan Kejadian
Waterborne Diseases dan Titik Pantau
Indeks Pencemaran

Berdasarkan hasil Analisa terhadap parameter kualitas air sungai di lokasi Penelitian maka diperoleh hasil pemetaan pada titik pantau sungai Pepe, sebagai berikut:



Gambar 1 Peta Daerah Pantau Sungai Pepe

Daerah yang berwarna biru merupakan daerah pemantauan kasus *waterborne diseases* pada Sungai Gandul yang terdiri dari Kecamatan Cepogo yang merupakan daerah pantau titik hulu, Kecamatan Mojosongo yang merupakan daerah pantau titik tengah dan Kecamatan Sawit yang merupakan daerah pantau titik hilir. Daerah yang berwarna hijau merupakan daerah pemantauan kasus *waterborne diseases* pada Sungai Pepe yang terdiri dari Kecamatan Boyolali yang merupakan daerah titik pantau hulu,

Kecamatan Teras yang merupakan daerah pantau titik tengah dan Kecamatan Banyudono yang merupakan daerah pantau titik hilir. Daerah yang berwarna merah muda merupakan daerah pemantauan kejadian *waterborne diseases* pada Sungai Cemoro yang terdiri dari Kecamatan Sambu yang merupakan daerah pantau titik hulu, Kecamatan Simo yang merupakan daerah pantau titik tengah dan Kecamatan Nogosari yang merupakan daerah pantau titik hilir.

Tabel 1. Data Indeks Pencemaran dan Kejadian WBD Tahun 2017

Tahun 2017		Nilai IP		WBD
Titik Pantau	Daerah Pantau	Kemarau	Hujan	
Gandul Hulu	Cepogo	1,94	1,68	802
Gandul Tengah	Mojosongo			1547
Gandul Hilir	Sawit	3,8	3,83	486
Pepe Hulu	Boyolali	4	5,66	731
Pepe Tengah	Teras			1401
Pepe Hilir	Banyudono	3,99	2,05	1668
Cemoro Hulu	Sambi	0,84	2,12	511
Cemoro Tengah	Simo			575
Cemoro Hilir	Nogosari	4,89	3	715

Pada tabel diatas menunjukkan kejadian *waterborne diseases* tertinggi sejumlah 1668 kasus terletak di Kecamatan Banyudono yang merupakan daerah hilir Sungai Pepe dengan nilai indeks 3,99 pada musim kemarau dan 2,05 pada musim

hujan. Sedangkan kejadian terendah sejumlah 486 kasus terletak di Kecamatan Sawit yang merupakan daerah hilir Sungai Gandul dengan nilai indeks 3,8 pada musim kemarau dan 3,83 pada musim hujan.

Tabel 2. Data Indeks Pencemaran dan Kejadian WBD Tahun 2018

Tahun 2018		Nilai IP		WBD
Titik Pantau	Daerah Pantau	Kemarau	Hujan	
Gandul Hulu	Cepogo	1,88	0,81	1583
Gandul Tengah	Mojosongo	4,53	0,35	2002
Gandul Hilir	Sawit	3,78	0,91	1447
Pepe Hulu	Boyolali	3,77	1,8	2135
Pepe Tengah	Teras	3,99	1,49	2506
Pepe Hilir	Banyudono	8,02	1,15	2954
Cemoro Hulu	Sambi	4,01	1,19	1412
Cemoro Tengah	Simo	3,77	2,23	745
Cemoro Hilir	Nogosari	4,54	1,25	1154

Pada tabel diatas menunjukkan kejadian *waterborne diseases* tertinggi sejumlah 2954 kasus terletak di Kecamatan Banyudono yang merupakan daerah hilir Sungai Pepe dengan nilai indeks 8,02 pada musim kemarau dan 1,15 pada musim

hujan. Sedangkan kejadian terendah sejumlah 745 kasus terletak di Kecamatan Simo yang merupakan daerah tengah Sungai Cemoro dengan nilai indeks 3,77 pada musim kemarau dan 2,23 pada musim hujan.

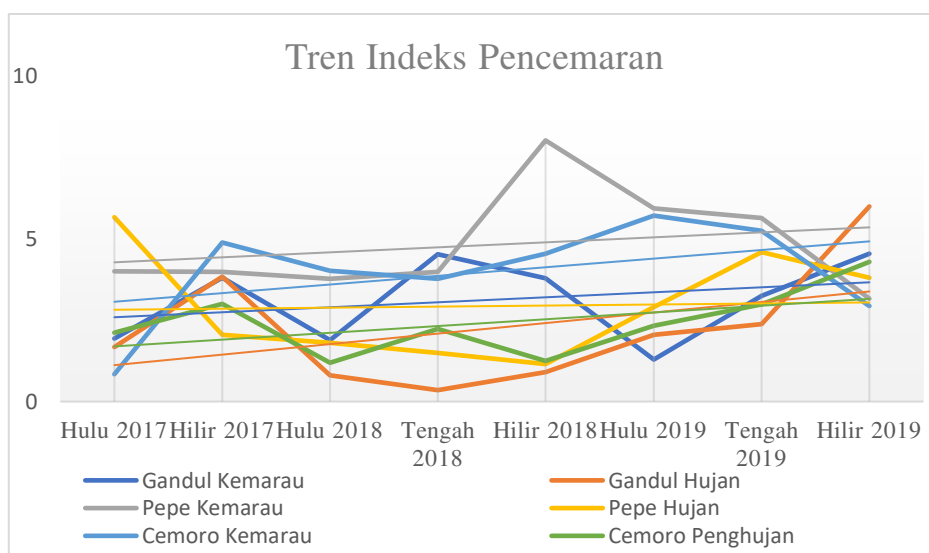
Tabel 3. Data Indeks Pencemaran dan Kejadian WBD Tahun 2019

Tahun 2019		Nilai IP		WBD
Titik Pantau	Daerah Pantau	Kemarau	Hujan	
Gandul Hulu	Cepogo	1,29	2,05	1769
Gandul Tengah	Mojosongo	3,24	2,37	1615
Gandul Hilir	Sawit	4,54	5,99	1195
Pepe Hulu	Boyolali	5,93	2,9	2891
Pepe Tengah	Teras	5,64	4,59	964
Pepe Hilir	Banyudono	3,16	3,81	1547
Cemoro Hulu	Sambi	5,71	2,32	1350

Cemoro Tengah	Simo	5,24	2,98	802
Cemoro Hilir	Nogosari	2,93	4,29	951

Pada tabel diatas menunjukkan kejadian *waterborne diseases* tertinggi sejumlah 2891 kasus terletak di Kecamatan Boyolali yang merupakan daerah hulu Sungai Pepe dengan nilai indeks 5,93 pada musim kemarau dan 2,9 pada musim hujan.

Sedangkan kejadian terendah sejumlah 802 kasus terletak di Kecamatan Simo yang merupakan daerah tengah Sungai Cemoro dengan nilai indeks 5,24 pada musim kemarau dan 2,98 pada musim hujan.



Gambar 2 Tren Indeks Pencemaran

Pada grafik diatas menunjukkan tren dari nilai indeks pencemaran pada ketiga sungai selama musim kemarau dan musim penghujan, tren terlihat mengalami kenaikan dari tahun 2017 hingga tahun

2019, kenaikan tren paling tinggi terlihat pada Sungai Gandul musim hujan sedangkan kenaikan tren paling rendah terlihat pada Sungai Pepe musim hujan.

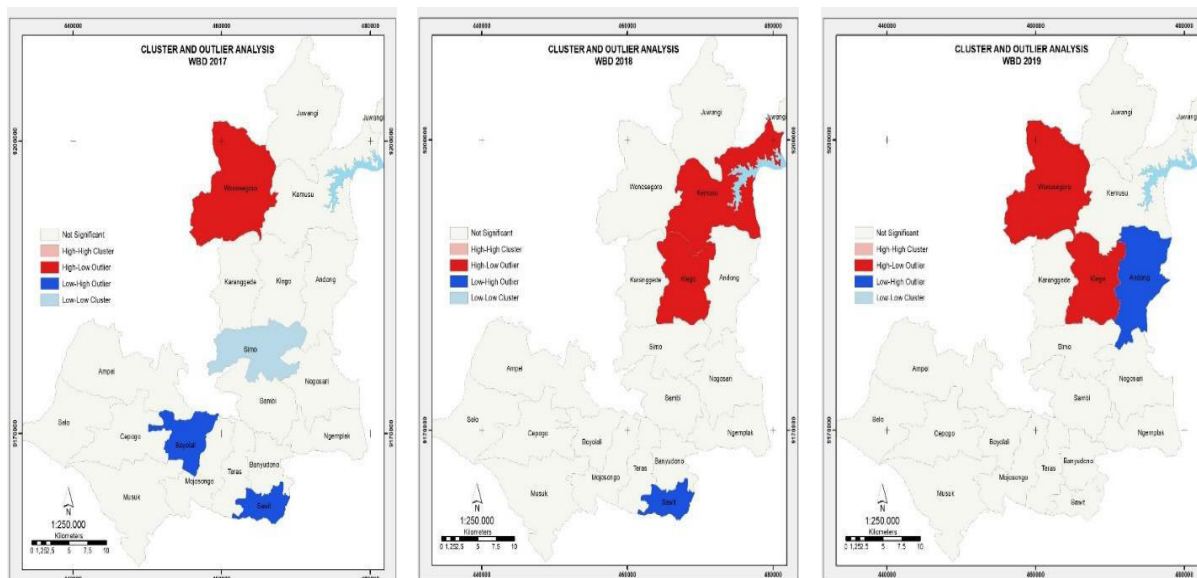
Tabel 4. Hasil Uji Beda Wilcoxon Kualitas Air Sungai Antar Musim

	INDEKS PENCEMARAN	BOD	COD	DO	DET	FEC
Z	-2.943 ^b	-2.829 ^c	-2.514 ^b	-.571 ^b	-3.004 ^b	-2.555 ^b
Signifikansi	0,003	0,005	0,012	0,568	0,003	0,011

Pada tabel diatas merupakan nilai dari signifikansi perbedaan berpasangan dari uji *wilcoxon* yang telah dilakukan, nilai indeks pencemaran serta parameter BOD, COD, Deterjen dan fecal coliform memiliki nilai signifikansi < 0,05 yang artinya terdapat perbedaan yang signifikan dari nilai indeks pencemaran, BOD, COD,

Deterjen dan *fecal coliform* antara musim kemarau dengan musim hujan, sedangkan parameter DO tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

Klaster – Outlier Moran’s Kejadian Waterborne Diseases



Gambar 3 Peta Cluster dan Outlier Moran's

Peta diatas merupakan kluster dan outlier moran's yang mengidentifikasi autokorelasi antar daerah. Terdapat

beberapa identifikasi autokorelasi dari tahun 2017 hingga 2019 yakni (HL) High-Low, (LH) Low-High dan (LL) Low-Low.

PEMBAHASAN Indeks Pencemaran Air Sungai

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, parameter yang terpilih untuk masuk dalam perhitungan metode Indeks Pencemaran yaitu, BOD, COD, DO, Deterjen dan *Fecal Coliform* dengan bandingan baku mutu kelas II air sungai sesuai dengan PP 82 Tahun 2001 yang membahas tentang air sungai. Hasil perhitungan dari ketiga sungai tersebut dominan dengan status tercemar ringan, akan tetapi apabila dilihat dalam trennya kualitas air dari ketiga sungai tersebut mengalami penurunan status mutu air. Kualitas air Sungai Gandul, Pepe dan Cemoro sangat tidak memenuhi baku mutu kelas II air sungai. Apabila melihat dalam tabel perhitungan, beberapa parameter yang berkontribusi dalam nilai paling besar ialah *fecal coliform* dan BOD. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Victor tahun 2019 dalam *Kajian Kualitas Air di Sungai Belik Yogyakarta* menunjukkan bahwa parameter BOD lebih dominan memiliki nilai yang melebihi ambang batas baku mutu kualitas air sungai dan ketika musim kemarau banyak parameter yang cenderung terlihat lebih buruk dibanding dengan musim hujan hal ini juga terlihat dalam perhitungan indeks kualitas air pada

Sungai Gandul, Sungai Pepe dan Sungai Cemoro.⁸

Selain BOD, terdapat kandungan fecal coliform yang terpantau tinggi untuk sungai di Kabupaten Boyolali yang digolongkan dalam kategori II dalam RPJMD Kabupaten Boyolali. Bagian dari hulu sungai sendiri telah mencapai angka diatas 2000 MPN/100ml sampel bahkan terdapat titik hulu yang mencapai 26000 MPN/100ml sampel dengan batas maksimum sungai golongan II yakni sebesar 1000MPN/100ml sampel. Sedangkan bagian hilir terpantau sangat tinggi mencapai 11000 MPN/100ml sampel. Tingginya BOD dan fecal coliform tidak terlepas dari kegiatan peternakan hewan ruminansia yang tersebar di setiap kecamatan, tercatat terdapat 38.750 ekor hewan ruminansia di daerah hulu Sungai Gandul, 13.692 ekor hewan ruminansia di daerah hulu Sungai Pepe dan 11.253 ekor hewan ruminansia di daerah hulu Sungai Cemoro. Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Boyolali menjelaskan pengelolaan limbah belum memenuhi syarat masih mengandalkan resapan, dan pembuangan langsung ke sungai.

Kabupaten Boyolali sudah dinyatakan sebagai Kabupaten yang mendeklarasikan ODF sehingga tidak terdapat aktivitas

buang air besar di sungai dan sembarang tempat. Akan tetapi, pengelolaan *grey water* di pemukiman perkotaan pada umumnya dialirkan menuju drainase lingkungan yang kemudian menyatu menuju sungai. Sedangkan *grey water* dari pemukiman pedesaan pada umumnya akan diresapkan ke dalam tanah. Pengelolaan *black water* sebagian besar (84,51% rumah tangga) masih menggunakan tangki septik dengan bidang resapan, sebagian kecil (10,13% rumah tangga) masih memanfaatkan model cemplung tanpa tangki septik. Efisiensi pengelolaan tangki septik hanya sekitar 65%, sehingga pencemaran masih cukup tinggi.⁹

Waterborne Diseases di Kabupaten Boyolali

Dalam penelitian ini *waterborne diseases* melingkupi penyakit diare, gastritis dan leptospirosis. Ketiga penyakit ini agen penyakitnya ditularkan melalui air yang telah terkontaminasi. Berdasarkan hasil penelitian, kasus *waterborne diseases* di Kabupaten Boyolali lebih banyak terjadi di Tahun 2018 dengan jumlah kasus total 33.962 kasus. Daerah selatan dan utara lebih dominan dengan angka insidensi lebih dari 20 per 1000 seperti di daerah Kecamatan Cepogo, Musuk, Ampel, Boyolali, Banyudono, Teras, Mojosongo, Sawit di daerah selatan dan Kecamatan Klego, Karanggede, Kemusu, Wonosegoro, Andong di daerah utara. Daerah selatan dalam hal ini Kecamatan Cepogo, Musuk, Ampel, Boyolali, Banyudono, Teras, Mojosongo dan Sawit terlewati oleh dua sungai besar yakni Sungai Gandul dan Pepe yang nantinya bermuara ke Sungai Utama Bengawan Solo, kedua sungai tersebut dalam pengujian kualitas air mengandung bakteri *fecal coliform* yang tinggi diatas 100 jml/100ml. Daerah utara merupakan daerah yang tidak terlewati oleh sungai besar, terdapat sungai sungai kecil yang airnya tidak selalu ada setiap tahun, daerah utara merupakan daerah yang sulit akan air karena daerah ini merupakan daerah pagunungan kapur utara sehingga rentan terjadinya kekeringan di musim kemarau yang pada akhirnya akan menimbulkan kelangkaan sumber air bersih.

Berbeda dari daerah selatan, daerah utara merupakan daerah yang sedikit persediaan air. Menurut Dinas Pekerjaan

Umum dan Perkerjaan Rakyat daerah utara merupakan daerah – daerah pegunungan kapur dan secara hidrologi adalah wilayah non CAT sehingga tidak terdapat sungai – sungai seperti di daerah selatan. Dari hasil penelitian oleh Praveen, terdapat penelitian di Pasifik Tengah yang menyimpulkan tingginya kasus diare diakibatkan dengan kondisi kekeringan, sehingga kebiasaan mencuci tangan dan ketersediaan air cadangan menjadi rendah dan meningkatkan risiko terjadinya diare.¹⁰ Menurut Dinas Kesehatan Kabupaten Boyolali terdapat 16,74% rumah tangga yang belum melaksanakan PHBS yang semestinya sudah dilakukan sesuai target SDG's. Air yang tercemar dapat mengandung patogen penyakit *waterborne diseases* seperti diare, gastroenteritis dan typhoid. Diare dan gastroenteritis merupakan penyakit akibat sanitasi yang paling banyak diderita oleh masyarakat Boyolali. Air yang tercemar atau air yang tidak sesuai dengan standar peruntukannya dapat mempengaruhi kesehatan masyarakat pengguna air baik pengguna langsung maupun tidak langsung, terdapat beberapa transmisi penularan melewati jalur air (*waterborne diseases*) atau melewati jalur peralatan yang dicuci dengan air (*water washed diseases*), infeksi bakteri patogen dapat ditularkan melalui cara fecal – oral melalui cairan yang terkontaminasi.

Analisis Perbedaan Kualitas Air Sungai pada Musim Kemarau dengan Musim Hujan

Pada tabel hasil uji beda berpasangan, selisih *mean* pada variabel berpasangan seperti nilai indeks pencemaran, COD, deterjen, dan fecal coliform menunjukkan nilai penurunan dari musim kemarau ke musim hujan, peristiwa ini tidak lain karena ketika musim hujan badan air menerima tambahan debit dari air hujan. Penurunan mean tertinggi terletak pada nilai indeks pencemaran. Bertambahnya debit air pada sungai akan mengakibatkan pengenceran polutan pencemaran yang akan membantu purifikasi dari kondisi kualitas air sungai sebelumnya. Penambahan debit air oleh air hujan akan hidrodinamika akan memperbaiki kualitas air sungai. Semakin besar debit yang mengalir akan semakin baik pula sistem purifikasi yang akan terjadi

pada sungai. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan Arya di Surakarta tahun 2017 yang memodelkan penambahan debit air pada Sungai Pepe yang ditujukan untuk mengurangi pencemaran.¹¹

Akan tetapi, terdapat fenomena terbalik dari parameter lainnya yakni parameter BOD yang justru mengalami kenaikan *mean* dari musim kemarau ke musim hujan. Hal ini terjadi karena ketika musim hujan, air hujan akan menyapu permukaan tanah pada daerah aliran sungai dan membawa benda – benda pada permukaan tanah yang akhirnya masuk ke dalam badan air sungai. Benda – benda ini dapat berupa sampah dedaunan, limbah dari sampah yang berserakan, dan benda – benda lain yang dapat mengandung polutan pencemar organik sehingga menaikkan parameter BOD pada sungai. Fenomena ini juga terjadi pada penelitian Victor di Yogyakarta tahun 2019 yang meneliti tentang kenaikan BOD yang justru semakin tinggi saat musim hujan.⁸ Penggunaan pupuk kandang atau penggunaan kotoran hewan juga akan menambah BOD saat musim hujan karena air hujan akan membawa kotoran tersebut masuk ke dalam sungai.

Cluster – Outlier Waterborne Diseases

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian menyimpulkan nilai indeks pencemaran merupakan hal yang penting karena berisi informasi tentang kualitas dari badan air sungai. Informasi ini menjadi dapat menjadi acuan untuk penanganan dan pemanfaatan sungai yang tepat. Dalam fenomena yang terjadi di Kabupaten Boyolali, tren nilai indeks pencemaran terlihat naik setiap tahun dan terdapat perubahan kualitas air sungai setiap musimnya, perubahan ini

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. WHO | Mortality and burden of disease from water and sanitation. WHO. 2018;
2. Triane D. Pemodelan kualitas air menggunakan model QUAL2K (Studi Kasus: DAS Ciliwung) water quality modeling using QUAL2K (Case Study: Ciliwung Watershed).

Outlier High – Low merupakan daerah kasus tinggi yang dikelilingi daerah kasus rendah, Outlier Low – High merupakan daerah kasus rendah dikelilingi oleh daerah kasus tinggi, kedua Outlier tersebut memiliki risiko penyebaran *waterborne diseases* dari daerah yang tinggi kasus ke daerah yang rendah kasus. Sedangkan Klaster Low – Low merupakan *cold spot* atau daerah yang rendah kasus yang dikelilingi daerah yang rendah kasus pula. Pada tahun 2017, Kecamatan Wonosegoro berisiko menyebarkan *waterborne diseases* ke daerah sekelilingnya, Kecamatan Boyolali dan Sawit berisiko menerima penyebaran *waterborne diseases* dari daerah sekelilingnya sedangkan Kecamatan Simo memiliki risiko penyebaran *waterborne diseases* paling rendah. Pada tahun 2018, Kecamatan Kemusu dan Klego yang merupakan daerah yang bersebelahan dengan Kecamatan Wonosegoro menjadi outlier High – Low yang berisiko menyebarkan *waterborne diseases*, sedangkan Kecamatan Sawit masih menjadi daerah yang dikelilingi kasus tinggi. Pada tahun 2019, Kecamatan Wonosegoro menjadi outlier High – Low kembali bersama dengan Kecamatan Klego, sedangkan Kecamatan Andong dikelilingi oleh daerah tinggi kasus *waterborne diseases*.

didominasi oleh *fecal coliform* dan BOD sehingga deklarasi ODF perlu dipertimbangkan lagi oleh Pemerintah Kabupaten Boyolali. Risiko penyebaran *waterborne diseases* lebih tinggi di wilayah Kabupaten Boyolali bagian utara tepatnya di Kecamatan Wonosegoro dan Kecamatan Klego, selain kasusnya yang tinggi daerah utara merupakan daerah yang sering terjadi kekeringan yang menyebabkan penyebaran *waterborne diseases* menjadi lebih cepat.

3. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Profil Kesehatan Indonesia. 2018.
4. Dinas Kesehatan Kabupaten Boyolali. Profil Dinas Kesehatan Kabupaten Boyolali. 2018.
5. Sipponen P, Maaros HI. Chronic gastritis. *Scandinavian Journal of Gastroenterology* 50(6):1-11 DOI:

- 10.3109/00365521.2015.1019918
6. Al-ardawi EJR, Al-hussaini RM, Al-asady HMK. Prevalence and association of *Helicobacter pylori* infection with gastritis and its age and sex distribution in a population of Karbala. 2019;(October 2020):10–4.
 7. Watari J, Chen N, Amenta PS, Fukui H, Oshima T, Tomita T, et al. *Helicobacter pylori* associated chronic gastritis , clinical syndromes , precancerous lesions , and pathogenesis of gastric cancer development. 2014;20(18):5461–73.
 8. Ramadan VK, Widyastuti M. Kajian Kualitas Air di Sungai Belik Yogyakarta. *J Bumi Indones* [Internet]. 2019 [cited 2021 Apr 21];8(4). Available from: <http://lib.geo.ugm.ac.id/ojs/index.php/jbi/article/view/1147>
 9. Pemerintah Kabupaten Boyolali. Laporan Utama Dokumen Informasi Kinerja Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah Tahun 2019. 2019;598.
 10. Stinson LF, Payne MS, Keelan JA. A critical review of the bacterial baptism hypothesis and the impact of cesarean delivery on the infant microbiome [Internet]. Vol. 5, *Frontiers in Medicine*. Frontiers Media S.A.; 2018 [cited 2021 Apr 21]. p. 1. Available from: [/pmc/articles/PMC5945806/](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3545806/)
 11. Rezagama A, Sarminingsih A, Rahmadani AY, Aini AN. Pemodelan Peningkatan Kualitas Air Sungai melalui Variasi Debit Suplesi. *TEKNIK* [Internet]. 2019 Nov 11 [cited 2020 May 31];40(2):106. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/teknik/article/view/23893>