

Asesmen Spasial Kualitas Air Irigasi pada Wilayah dengan Tekanan Perubahan Tata Guna Lahan di Kabupaten Bandung

Mayrina Firdayati^{1,2*}, Fauzan Ahwan Al-Farisi², dan Jeane Irene Beatrice Gloriana Zebua Wanggai²

¹Environmental Management and Technology Research Group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Institut Teknologi Bandung, Bandung, Indonesia; e-mail: mayrina@itb.ac.id

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

Air irigasi berperan penting dalam mendukung produktivitas pertanian, namun kualitasnya semakin menurun akibat perubahan tata guna lahan dan peningkatan aktivitas antropogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air irigasi serta mengkaji variasi spasialnya terhadap tekanan penggunaan lahan di Kecamatan Soreang dan Katapang, Kabupaten Bandung. Sebanyak 46 titik sampling yang mewakili empat daerah irigasi (D.I), yaitu Cibeureum, Leuwikuray, Kiaraeunyeuh, dan Juntihilir, dianalisis dalam penelitian ini. Parameter fisika, kimia, dan mikrobiologi dianalisis menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) berdasarkan Kepmen LH No.115 Tahun 2003 dan dibandingkan dengan baku mutu PP No.22 Tahun 2021. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar titik berada pada kategori tercemar sedang hingga berat, dengan nilai IP tertinggi sebesar 13,54 pada D.I. Juntihilir. Analisis korelasi Pearson menunjukkan adanya hubungan positif yang sangat kuat antara RSC dengan Minyak dan Lemak ($r=0,84$), parameter SAR dengan TSS ($r=0,77$) serta hubungan positif yang kuat antara BOD dan COD ($r=0,69$). Hasil ini menandakan bahwa peningkatan polutan organik dan risiko penurunan kualitas air irigasi saling berkaitan erat dan disebabkan oleh masuknya air limbah domestik akibat perubahan tata guna lahan. Selain itu, tingginya kehadiran bakteri indikator *Escherichia coli* di beberapa titik lokasi secara langsung menegaskan adanya kontribusi signifikan dari limbah domestik masyarakat terhadap pencemaran saluran irigasi. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi analisis Indeks Pencemaran dengan pendekatan spasial berbasis penggunaan lahan pada sistem irigasi lokal. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pengelolaan kualitas air irigasi melalui pengendalian sumber pencemar, peningkatan pengolahan limbah, dan perbaikan infrastruktur irigasi guna mendukung keberlanjutan pertanian.

Kata kunci: Kualitas air irigasi, Indeks pencemaran, Tata guna lahan, Aktivitas antropogenik, Analisis spasial

ABSTRACT

Irrigation water plays an important role in supporting agricultural productivity; however, its quality is increasingly degraded due to land-use changes and growing anthropogenic activities. This study aims to evaluate irrigation water quality and examine its spatial variability in relation to land-use pressure in Soreang and Katapang Districts, Bandung Regency. A total of 46 sampling points representing four irrigation areas (Cibeureum, Leuwikuray, Kiaraeunyeuh, and Juntihilir) were analyzed. Physical, chemical, and microbiological parameters were evaluated using the Pollution Index (PI) method based on Minister of Environment Decree No. 115/2003 and compared with Government Regulation No.22/2021. The results showed that most sampling points fell into moderately to heavily polluted categories, with the highest PI value (13.54) observed in Juntihilir irrigation area. Pearson correlation analysis revealed a very strong positive relationship between RSC and Oil-Grease ($r=0.84$), SAR and TSS ($r=0.77$), as well as a strong positive correlation between BOD and COD ($r=0.69$). These findings indicate that the increase in organic pollutants and the risk of irrigation water quality degradation are closely interrelated and driven by the influx of domestic wastewater resulting from land-use changes. Furthermore, the high level of *Escherichia coli* indicator bacteria at several sampling sites directly confirms the significant contribution of domestic waste to the pollution of irrigation channels. The novelty of this study lies in integrating pollution index assessment with spatial characteristics of land use in irrigation systems. These findings highlight the importance of improving wastewater management, controlling pollutant sources, and strengthening irrigation infrastructure to support sustainable agriculture.

Keywords: Irrigation water quality, Pollution index, Land use, Anthropogenic activities, Spatial analysis

Citation: Firdayati, M., Al Farisi, F. A., dan Wanggai, J. I. B. G. Z. (2026). Asesmen Spasial Kualitas Air Irigasi pada Wilayah dengan Tekanan Perubahan Tata Guna Lahan di Kabupaten Bandung. Jurnal Ilmu Lingkungan, 24(2), 293-303, doi:10.14710/jil.24.2.293-303

1. PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya penting dalam sektor pertanian dengan alokasi air global yang masif untuk kegiatan irigasi, kini menghadapi tantangan serius dalam menjaga kualitas tanah dan air guna mendukung target ketahanan pangan global atau SDG (Tarolli dkk., 2024). Ketersediaan dan kualitas air irigasi menjadi faktor utama yang menentukan produktivitas dan keberlanjutan sistem pertanian. Namun demikian, kualitas air irigasi saat ini menghadapi tekanan yang semakin besar akibat perubahan tata guna lahan dan peningkatan aktivitas manusia, terutama di wilayah peri-urban yang mengalami perkembangan pesat. Transformasi menjadi Kawasan terbangun ini secara linier mempercepat pelepasan polusi difusi (*non-point source pollution*) yang masuk ke jaringan perairan dan menurunkan daya dukung lingkungan makro daerah aliran sungai (DAS) (Locke, 2024).

Kabupaten Bandung sebagai bagian dari Kawasan Metropolitan merupakan contoh wilayah yang mengalami tekanan tersebut. Menurut Bassar dkk. (2019), selama periode 2014–2018 terjadi peningkatan area terbangun di sekitar Gerbang Tol Soreang sebesar 5,7 hektar atau sekitar 1,14% per tahun. Perubahan ini terutama terjadi di Kecamatan Soreang dan Katapang, yang sebelumnya merupakan wilayah pertanian dengan jaringan irigasi yang cukup luas. Transformasi lahan ini berpotensi meningkatkan beban pencemaran ke badan air, baik dari limbah domestik maupun aktivitas lainnya. Di dalam struktur limbah cair domestik sendiri, komponen limbah domestik tanpa tinja/non toilet (*greywater*) mendominasi hingga 50-80% dari total volume buangan (Van de Walle dkk., 2023). Hal ini diperkuat oleh Indeks Kualitas Air (IKA) Kabupaten Bandung yang tergolong rendah, yaitu 42,67 (Pemerintah Kabupaten Bandung, 2025), yang menunjukkan adanya tekanan terhadap kualitas perairan, termasuk pada jaringan irigasi.

Secara umum, peningkatan aktivitas antropogenik yang disertai dengan pertumbuhan kepadatan penduduk diduga berkontribusi terhadap peningkatan tingkat pencemaran pada air irigasi. Selain itu, interaksi antarparameter kualitas air diperkirakan menunjukkan pola yang signifikan, yang mencerminkan sumber pencemar serta mekanisme proses yang terjadi dalam sistem perairan. Dengan demikian, analisis keterkaitan antar parameter kualitas air menjadi penting untuk memahami karakteristik dan asal pencemaran secara lebih mendalam.

Penelitian sebelumnya terkait indeks pencemaran umumnya berfokus pada evaluasi kualitas air permukaan, seperti sungai, danau dan waduk. Namun demikian, kajian yang mengintegrasikan analisis Indeks Pencemaran dengan pendekatan spasial

berbasis penggunaan lahan pada skala jaringan irigasi masih terbatas. Padahal jaringan irigasi memiliki karakteristik unik sebagai sistem yang menerima masukan dari berbagai sumber pencemar, baik dari aktivitas domestik maupun pertanian, sehingga memerlukan pendekatan analisis yang lebih komprehensif.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kualitas air irigasi menggunakan metode Indeks Pencemaran, menganalisis hubungan antar parameter kualitas air dan mengkaji keterkaitan pencemaran dengan aktivitas antropogenik dan penggunaan lahan di wilayah penelitian.

2. METODE PENELITIAN

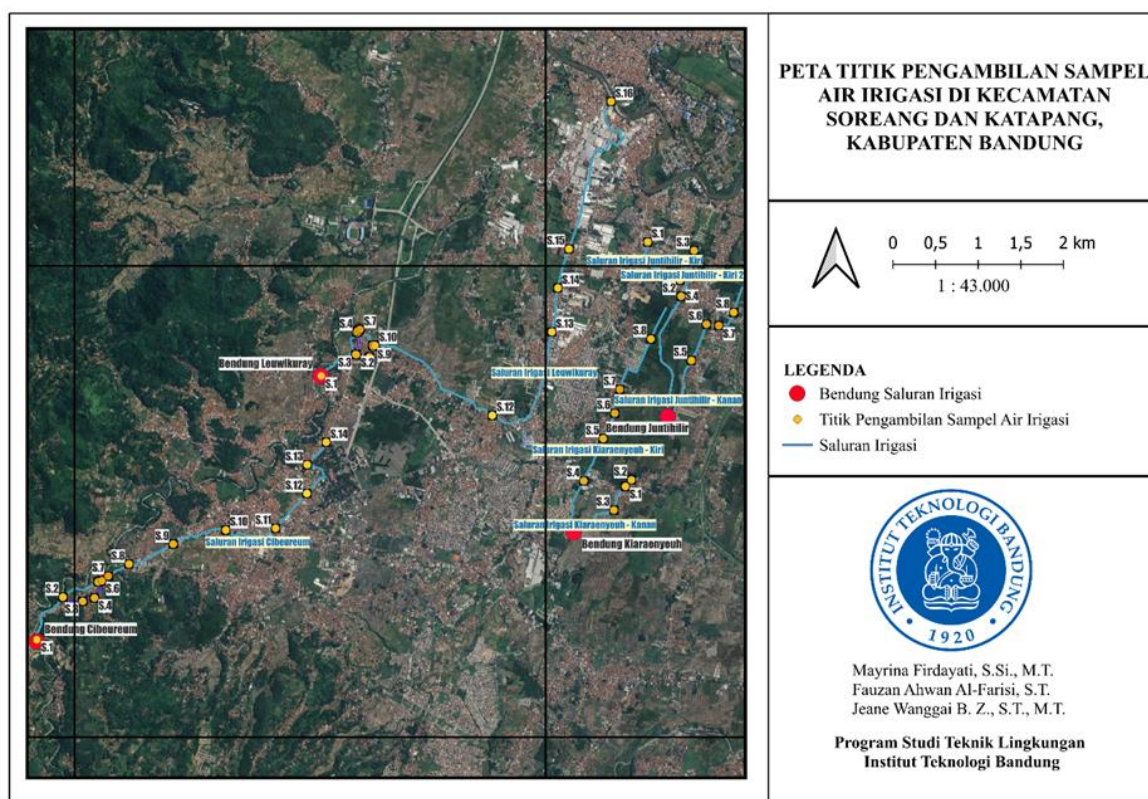
2.1. Wilayah Studi

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Soreang dan Kecamatan Katapang, Kabupaten Bandung, yang dipilih berdasarkan perubahan tata guna lahan yang signifikan serta bagian dari pengembangan infrastruktur Kota Soreang Terpadu dan Berkelanjutan (KSTB). Pemilihan lokasi juga mempertimbangkan hasil diskusi dengan Komisi Irigasi dan Dinas Pertanian Kabupaten Bandung. Sebanyak 46 titik sampling ditetapkan pada empat daerah irigasi (D.I.), yaitu D.I. Cibeureum dan D.I. Leuwikuray di Kecamatan Soreang, serta D.I. Juntihilir dan D.I. Kiaraeunyeuh di Kecamatan Katapang sebagaimana terlampir pada Gambar 1. Pemilihan lokasi dilakukan secara purposif dengan mempertimbangkan gradien aliran, intensitas aktivitas antropogenik, serta variasi penggunaan lahan, sehingga saling memungkinkan analisis spasial terhadap distribusi pencemaran di jaringan irigasi tersebut.

2.2. Sampling Air Irigasi

Pengambilan sampel air irigasi dilakukan menggunakan metode *grab sampling* yang mengacu pada SNI 6989.57 Tahun 2008. Sampel diambil secara aseptik menggunakan alat yang sesuai standar untuk menghindari kontaminasi, khususnya untuk pemeriksaan *Escherichia coli*.

Data kualitas air dalam penelitian ini diperoleh dari dua periode yang berbeda, namun dilakukan pada titik lokasi yang tidak sepenuhnya sama dalam sistem irigasi yang berdekatan. Oleh karena itu, data yang dikumpulkan tidak dimaksudkan untuk analisis temporal secara langsung, melainkan untuk memperkaya representasi variasi spasial kualitas air di wilayah studi. Sampling dilakukan saat akhir musim hujan dan musim tanam (MT) periode 2 tahun 2022 dan 2023. Pengendalian mutu dilakukan melalui kalibrasi alat sebelum pengukuran, penggunaan blank dan duplo untuk analisis laboratorium, serta pengawetan sampel sesuai standar APHA untuk menjaga integritas sampel.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Air Irigasi

2.3. Pengujian Kualitas Air Irigasi

Parameter kualitas air yang diperiksa adalah parameter Fisika (Suhu, DHL, TDS dan TSS), parameter kimia (BOD, COD, SAR, %Na, RSC, Ammonia, Sulfat, Minyak dan Lemak, surfaktan anionik, klorida dan pH) serta parameter biologi (*Escherichia coli*). Secara keseluruhan, prinsip kerja dalam analisis parameter fisik dan kimia kualitas air di laboratorium mengacu pada *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 23rd Edition* (2017) yang diterbitkan oleh APHA. Sejumlah parameter seperti suhu, pH, konduktivitas listrik, dan oksigen terlarut (DO), diukur secara langsung di lokasi saat proses pengambilan sampel air irigasi.

Untuk mengevaluasi kesesuaian kualitas air irigasi terhadap aspek salinitas dilakukan perhitungan parameter Sodium Adsorption Ratio (SAR), persentase natrium (%Na) dan residual Sodium Carbonate (RSC). Perhitungan parameter-parameter tersebut didasarkan pada konsentrasi ion utama dalam air, yaitu Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , HCO_3^- , dan CO_3^{2-} yang dinyatakan dalam satuan milliequivalent per liter (meq/L). Nilai SAR dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{SAR} = \frac{[\text{Na}^+]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}]}{2}}}$$

dimana Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} dinyatakan dalam meq/L.

Selain itu, persentase natrium dihitung untuk mengetahui proporsi kandungan natrium terhadap total kation dalam air. Persentase natrium dihitung dengan persamaan:

$$\% \text{Na} = \frac{([\text{Na}^+] + [\text{K}^+]) \times 1000}{[\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}] + [\text{Na}^+] + [\text{K}^+]}$$

dengan seluruh parameter kation dinyatakan dalam meq/L.

Parameter lain yang dianalisis adalah RSC yang digunakan untuk mengevaluasi pengaruh karbonat dan bikarbonat terhadap kalsium dan magnesium dalam air irigasi. Nilai RSC dihitung dengan persamaan:

$$\text{RSC} = ([\text{CO}_3^{2-}] + [\text{HCO}_3^-]) - ([\text{Ca}^{2+}] + [\text{Mg}^{2+}])$$

dimana seluruh ion dinyatakan dalam satuan meq/L.

2.4. Analisis Data

Data kualitas air irigasi yang diperoleh dianalisis untuk menilai kesesuaiannya dengan standar yang berlaku, berdasarkan Lampiran VI PP No. 22 Tahun 2021 dan Kriteria Mutu Air Irigasi menurut Litbang SDA, Kementerian PU (Yusuf, 2014). Analisis ini bertujuan mengidentifikasi parameter yang melebihi ambang batas. Selanjutnya, status mutu air ditentukan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) sebagaimana diatur dalam Kepmen LH No. 115 Tahun 2003, karena setiap titik sampling hanya memiliki satu data pengamatan sehingga metode STORET tidak dapat digunakan.

Metode IP merupakan teknik yang andal dalam mengevaluasi kualitas air, yang dapat memberikan wawasan mendalam mengenai tingkat pencemaran serta dampak ekologis dan kesehatan masyarakat yang ditimbulkan.

Tabel 1. Klasifikasi Status Mutu Air Berdasarkan Metode IP

Indeks Pencemaran (IP)	Interpretasi
$0 \leq IP_j \leq 1,0$	Memenuhi baku mutu
$1,1 \leq IP_j \leq 5,0$	Cemar ringan
$5,1 \leq IP_j \leq 10,0$	Cemar sedang
$IP_j > 10$	Cemar berat

*)Berdasarkan KepMenLH No. 115 Tahun 2003

Indeks pencemaran dalam penelitian ini dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$IP_j = \sqrt{\frac{\left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_M^2 + \left(\frac{C_i}{L_{ij}}\right)_R^2}{2}}$$

Keterangan :

$(C_i/L_{ij})_M$ = Nilai C_i/L_{ij} tertinggi dari seluruh parameter

$(C_i/L_{ij})_R$ = Nilai C_i/L_{ij} rerata dari seluruh parameter

IP_j = Nilai indeks pencemar peruntukan (j);

Penentuan status mutu air dapat ditentukan melalui nilai indeks pencemaran yang telah didapatkan berdasarkan persamaan di atas, dan klasifikasi status mutu air pada Tabel 1.

Sementara untuk analisis statistik digunakan analisis korelasi Pearson untuk mengidentifikasi hubungan antar parameter kualitas air dan interpretasi mekanisme pencemaran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kesesuaian dengan Baku Mutu

Hasil pengukuran dan analisis kualitas air di Daerah Irigasi (D.I) Cibeureum, Leuwikuray, Kiaraeunyeuh, dan Juntihilir, sebagaimana terlampir pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Kualitas air saluran irigasi di Kecamatan Soreang dan Katapang dianalisis dengan mengacu pada standar baku mutu yang telah ditetapkan. Berdasarkan lampiran VI PP 22 tahun 2021, kualitas air di Daerah Irigasi (D.I) Cibeureum, Leuwikuray, Kiaraeunyeuh, dan Juntihilir dapat diklasifikasikan berdasarkan peruntukannya dalam Kelas I hingga Kelas IV, dengan penelitian ini berfokus pada Kelas II yang diperuntukkan bagi kegiatan pertanian. Hasil pengukuran menunjukkan variasi kondisi kualitas air di kedua wilayah tersebut, yang mencerminkan perbedaan karakteristik lingkungan dan sumber pencemaran di masing-masing daerah irigasi.

Hasil analisis menunjukkan bahwa sebagian besar parameter kualitas air di daerah studi, terutama BOD, COD dan *Escherichia coli*, melebihi baku mutu yang ditetapkan. Hal ini mengindikasikan dominasi pencemaran organik dalam sistem irigasi.

3.1.1. Parameter Fisika

Suhu air di saluran irigasi pada empat daerah irigasi (D.I) di Kecamatan Katapang dan Soreang berkisar antara 21°C – 31,2 °C, masih dalam rentang

optimal untuk mendukung ekosistem perairan. Hal ini sejalan dengan Effendi (2003), yang menyebutkan bahwa suhu optimal untuk mendukung pertumbuhan organisme akuatik berada pada kisaran 20°C hingga 30°C.

Konsentrasi *Total Dissolved Solid* (TDS) menunjukkan variasi di setiap D.I, dengan kisaran 87–320 mg/L di D.I Cibeureum, 102 – 395 mg/L di D.I Leuwikuray, 200 – 432 mg/L di D.I Kiaraeunyeuh, dan 117,8 – 202 mg/L di D.I Juntihilir. Secara umum, nilai ini masih memenuhi baku mutu yang dijadikan acuan, meskipun pada beberapa titik sampling melebihi Kriteria Mutu Air Irigasi. Konsentrasi *Total Suspended Solid* (TSS) pada D.I yang berlokasi di Kecamatan Soreang cukup bervariasi, dengan beberapa titik melebihi baku mutu, sedangkan pada D.I yang berlokasi di Kecamatan Katapang, seluruh titik sampling masih memenuhi standar yang ditetapkan. Parameter TSS berhubungan erat dengan kejernihan air (Samudra dkk., 2024) dan terdiri dari partikel seperti lumpur, pasir halus, serta organisme mikroskopis yang umumnya berasal dari erosi dan sedimentasi (Effendi, 2003).

Nilai daya hantar listrik (DHL) juga bervariasi, di mana hasil pengukuran DHL di D.I Kiaraeunyeuh berada di bawah baku mutu untuk air irigasi, sementara di tiga D.I lainnya terdapat beberapa titik yang melebihi standar. Tingginya DHL berkorelasi dengan peningkatan salinitas, yang dapat meningkatkan tekanan osmotik di zona perakaran. Kondisi ini menyebabkan tanaman mengalami dehidrasi, kekeringan pada ujung daun, dan penurunan hasil panen (Ayers & Westcot, 1985; Zaman dkk., 2018).

Sementara itu, parameter *Total Dissolved Solids* dan *Total Suspended Solids* tidak hanya terdampak oleh limpasan dari kegiatan domestik dan industri, tetapi juga oleh kondisi fisik saluran irigasi yang mengalami kerusakan serta kurangnya perkerasan pada dinding saluran. Permasalahan yang terjadi pada saluran irigasi di wilayah studi dapat dilihat pada Gambar 5, yang memberikan ilustrasi visual terhadap kondisi aktual di lapangan.

3.1.2. Parameter Kimia

Nilai pH air di saluran irigasi pada empat daerah irigasi (D.I) di Kecamatan Katapang dan Soreang berada pada rentang nilai 6,53 – 8,42. Nilai tersebut menunjukkan bahwa berdasarkan parameter pH, pada keseluruhan titik masih memenuhi ambang baku mutu yang telah ditetapkan.

Tabel 2. Rekapitulasi Kualitas Air pada Daerah Irigasi di Wilayah Kecamatan Soreang

Parameter	Satuan	PP 22 Thn 2021, Kelas II	Kriteria Mutu Air Irigasi	Kecamatan Soreang	
				D.I Cibeureum	D.I Leuwikuray
Fisika					
Suhu	C	Dev.3	Normal	21-26,2	23,3-29
DHL	us/cm	-	275	122-251	241-588
TDS	mg/L	1000	200	87-320	126-395
TSS	mg/L	50	100	13-62	40-134
Kimia					
pH		6 sd 9	6-8,5	7,13-8,18	7,14-8,42
BOD	mg/L	3	10	3,3-35,6	3,3-23,4
COD	mg/L	25	50	8,8-60,8	17,61-72
DO	mg/L	4	-	4,4-7,45	2,4-6,8
SAR	-	-	1	0,14-3,45	1,89-12,86
%Na	-	-	20	10,47-36,06	23,19-54
RSC	-	-	1	30,4-91,75	21,25-287
Amonia	mg/L	0,2	0,5	0,003-0,36	0,006-1,249
Sulfat	mg/L	300	4	25,45-70,65	24,57-68,64
Minyak dan Lemak	mg/L	1	-	17,2-146	35,2-178,6
Surfaktan	mg/L	0,2	-	0,148-0,828	0,205
Klorida	mg/L	300	4	32,5-92,84	80-93,75
Mikrobiologi					
<i>E.coli</i>	CFU/100 ml	-	-	23-2400	49-460.000

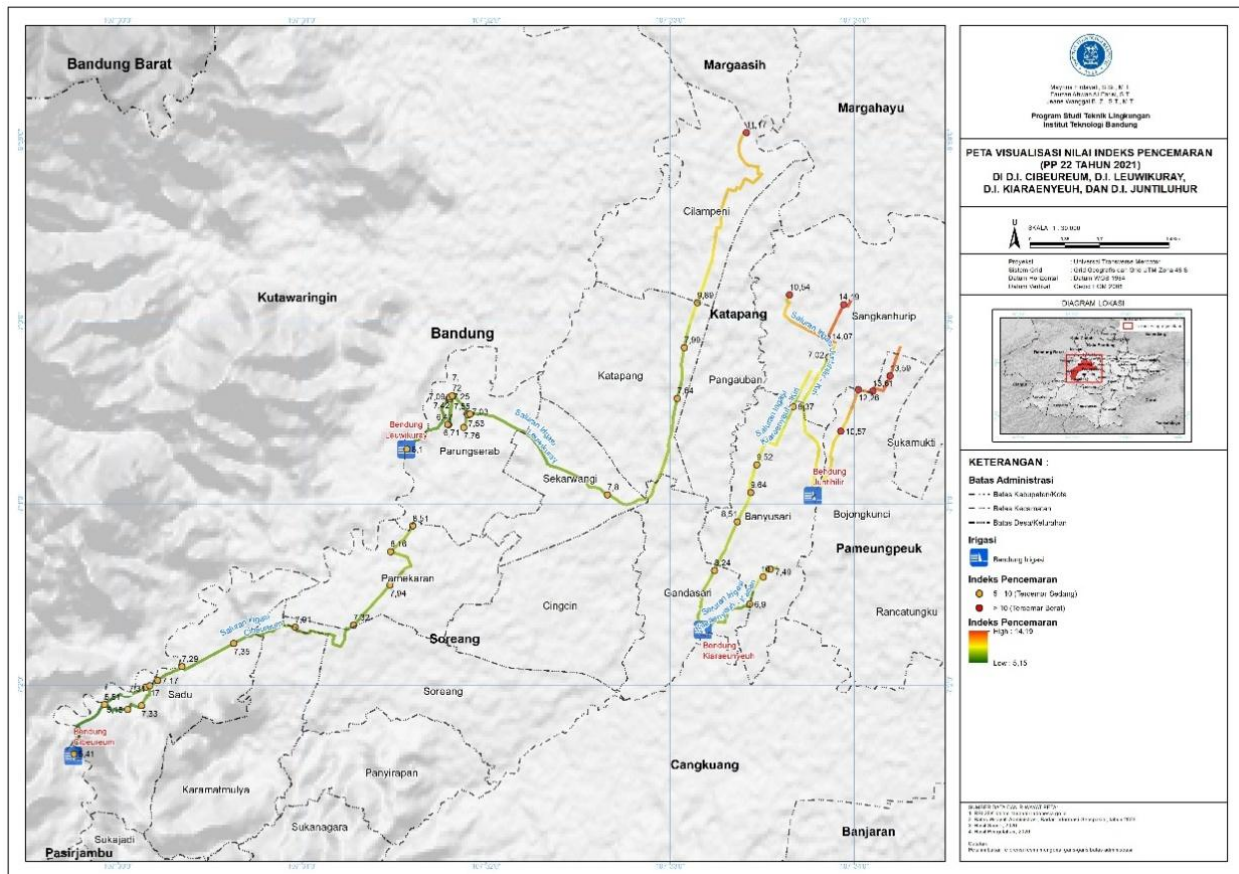
Tabel 3. Rekapitulasi Kualitas Air pada Daerah Irigasi di Wilayah Kecamatan Katapang

Parameter	Satuan	PP 22 Tahun 2021, Kelas II	Kriteria Mutu Air Irigasi	Kecamatan Katapang	
				D.I Kiaraeunyeuh	D.I Juntihilir
Fisika					
Suhu	C	Dev.3	Normal	28,1-31,2	26,3-29,5
DHL	us/cm	-	275	139,4-232	236-404
TDS	mg/L	1000	200	301-432	117,8-202
TSS	mg/L	50	100	18,59-29,07	12,87-16,21
Kimia					
pH		6 sd 9	6-8,5	6,95-7,46	6,53-6,93
BOD	mg/L	3	10	2-54	5-63
COD	mg/L	25	50	10,11-131,45	23,59-114,59
DO	mg/L	4	-	2,3-4,4	2,1-5,1
SAR	-	-	1	0,93-1	0,745-1,296
%Na	-	-	20	28,25-32,84	37,61-55,71
RSC	-	-	1	(-35)-(-7)	(-33)-(-1,5)
Amonia	mg/L	0,2	0,5	0,048-0,088	0,34-1,41
Sulfat	mg/L	300	4	16,51-38,91	6,82-26,61
Minyak dan Lemak	mg/L	1	-	6-13	4-22
Surfaktan	mg/L	0,2	-	0,098-0,721	0,13-0,32
Klorida	mg/L	300	4	11,4-83,5	3,71-23,94
Mikrobiologi					
<i>E.coli</i>	MPN/100 ml	-	-	49.000-350.000	49.000-3.500.000

Konsentrasi *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) di beberapa daerah irigasi yang diteliti menunjukkan variasi yang cukup luas. Di D.I Cibeureum, nilai BOD berkisar antara 3,3 – 35,6 mg/L, di D.I Leuwikuray antara 2,2 – 23,4 mg/L, di D.I Kiaraeunyeuh antara 2 – 54 mg/L, dan di D.I Juntihilir antara 5 – 63 mg/L. Sebagian besar titik pengamatan menunjukkan konsentrasi BOD yang melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam regulasi yang diacu. Konsentrasi BOD yang tinggi mengindikasikan rendahnya kandungan oksigen terlarut di perairan, yang disebabkan oleh tingginya kandungan bahan organik yang dapat terurai secara biokimia oleh mikroorganisme (Sawyer, 2003). Kondisi serupa juga ditemukan pada *Chemical Oxygen Demand* (COD), dengan konsentrasi yang bervariasi di setiap daerah irigasi. Di D.I Cibeureum, COD berkisar antara 8,8 – 60,8 mg/L, di D.I Leuwikuray antara 13,2 – 72 mg/L, di D.I Kiaraeunyeuh antara 10,11 mg/L – 131,45, dan di D.I Juntihilir antara 23,59 – 114,59 mg/L. Sebagian besar titik pengamatan menunjukkan nilai COD yang melebihi ambang batas yang ditetapkan dalam baku

mutu acuan. Konsentrasi COD yang tinggi mencerminkan tingginya kandungan materi organik dalam air, yang dapat diuraikan secara kimiawi. Sementara itu, konsentrasi oksigen terlarut (DO) di saluran irigasi pada empat daerah irigasi (D.I Cibeureum, D.I Leuwikuray, D.I Kiaraeunyeuh, dan D.I Juntihilir) berada dalam rentang 2,1 – 7,45 mg/L. Beberapa titik pengamatan menunjukkan nilai DO yang lebih rendah dari baku mutu yang telah ditetapkan. Rendahnya kadar DO dalam air dapat berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman, karena defisiensi oksigen dapat menghambat proses metabolisme dan bahkan menyebabkan kematian tanaman (Siswoyo & Hermana, 2017).

Konsentrasi BOD dan COD tinggi mencerminkan tingginya kandungan bahan organik biodegradable dan non-biodegradable dalam air, yang umumnya berasal dari limbah domestik dan aktivitas industri. Kondisi ini konsisten dengan temuan bahwa aktivitas antropogenik merupakan sumber utama pencemaran pada sistem perairan, terutama di wilayah dengan Tingkat urbanisasi tinggi (Yao dkk., 2024).



Gambar 2. Peta Distribusi Spasial Nilai Indeks Pencemaran (Kriteria Mutu Air Irigasi) di D.I Cibeureum, D.I Leuwikuray, D.I Kiaraeunyeuh, dan D.I Juntihilir

Dalam penelitian ini, beberapa parameter khusus kualitas air irigasi dianalisis, yaitu *Sodium Adsorption Ratio* (SAR), *Residual Sodium Carbonate* (RSC), dan persentase natrium (% Na), yang memiliki keterkaitan erat dengan kandungan garam dalam air irigasi. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai SAR berada dalam rentang 0,14 – 12,86, nilai % Na berkisar antara 10,47 – 55,71, dan nilai RSC bervariasi antara (-35) – 287. Karena parameter SAR, RSC, dan % Na tidak tercantum dalam PP 22 Tahun 2021, evaluasi kualitas air dibandingkan dengan baku mutu yang mengacu pada Kriteria Mutu Air Irigasi (Yusuf, 2014), dimana sebagian besar titik pengamatan menunjukkan hasil yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan. Hasil penelitian ini mengindikasikan adanya potensi permasalahan kualitas air yang dapat berdampak negatif terhadap kesuburan tanah serta produktivitas pertanian. Nilai *Sodium Adsorption Ratio* (SAR) yang tinggi mengindikasikan konsentrasi ion natrium yang berlebih dalam air, sehingga air tersebut kurang sesuai untuk keperluan irigasi pertanian (Zaman dkk., 2018). Kandungan natrium dan nilai korelasi indeks irigasi yang tinggi dapat memicu akumulasi garam di zona perakaran yang mengganggu tekanan osmotik tanaman, sekaligus mengubah rasio konsentrasi kation tanah akibat mekanisme pertukaran kation (Rahman dkk., 2022).

Konsentrasi amonia dan surfaktan yang terdeteksi pada beberapa daerah irigasi yang diteliti masing-

masing berada dalam rentang 0,003 – 1,414 mg/L dan 0,098 – 1,387 mg/L. Beberapa titik pengamatan menunjukkan bahwa nilai parameter ammonia dan surfaktan melampaui baku mutu yang telah ditetapkan. Sementara itu, untuk parameter minyak dan lemak, seluruh titik pengamatan menunjukkan konsentrasi yang melebihi ambang batas yang diperbolehkan, dengan kisaran antara 4 – 178,6 mg/L.

Konsentrasi sulfat dan klorida di saluran irigasi pada keseluruhan lokasi studi masing-masing berada dalam kisaran 6,82 – 70,65 mg/L dan 3,705 – 93,75 mg/L. Seluruh titik pengamatan menunjukkan konsentrasi sulfat dan klorida yang memenuhi ambang batas yang diperbolehkan berdasarkan regulasi yang diacu.

3.1.3. Parameter Mikrobiologi

Perbedaan metode pengukuran menyebabkan perbedaan satuan dalam analisis kandungan *Escherichia coli* (*E. coli*) pada titik sampling di Kecamatan Katapang dan Soreang. Di Kecamatan Soreang, konsentrasi *E. coli* pada dua daerah irigasi berada dalam rentang 23–460.000 CFU/100 mL, sedangkan di Kecamatan Katapang berkisar antara 49.000–3.500.000 MPN/100 mL. *E. coli* merupakan bakteri yang secara alami menghuni saluran pencernaan manusia dan beberapa varian berpotensi menyebabkan infeksi primer. Keberadaan *E. coli* di badan air merupakan indikator pencemaran feces

(WHO, 2006), sehingga temuan ini menunjukkan bahwa air irigasi di empat daerah irigasi yang diteliti telah terkontaminasi limbah domestik. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem pengelolaan limbah domestik di wilayah tersebut belum optimal. Peningkatan konsentrasi *E. coli* dalam suatu badan air memiliki korelasi erat dengan lahan terbangun, termasuk permukiman dan kawasan komersial (Pramaningsih dkk., 2017).

3.2. Indeks Pencemaran

Tingkat pencemaran air berdasarkan Kriteria Mutu Air Irigasi di daerah irigasi Kecamatan Katapang dan Soreang menunjukkan variasi yang cukup signifikan (Gambar 2). Di Kecamatan Katapang, D.I Kiaraeunyeuh memiliki indeks pencemaran antara 5,69 hingga 8,86, dengan seluruh titik sampling tergolong dalam kategori tercemar sedang. Sementara itu, D.I Juntihilir menunjukkan tingkat pencemaran yang lebih tinggi, dengan indeks pencemaran berkisar antara 5,84 hingga 12,88. Sebagian besar titik sampling di daerah ini diklasifikasikan sebagai tercemar berat, kecuali titik 27 yang masih tergolong tercemar sedang.

Di Kecamatan Soreang, kualitas air irigasi menunjukkan variasi tingkat pencemaran. Di D.I Cibeureum, indeks pencemaran berkisar antara 6,15 hingga 8,45, dengan seluruh titik sampling dikategorikan sebagai tercemar sedang. Sementara itu, di D.I Leuwikuray, indeks pencemaran berada dalam rentang 6,31 hingga 11,39, di mana mayoritas titik masih tergolong tercemar sedang, namun titik 15

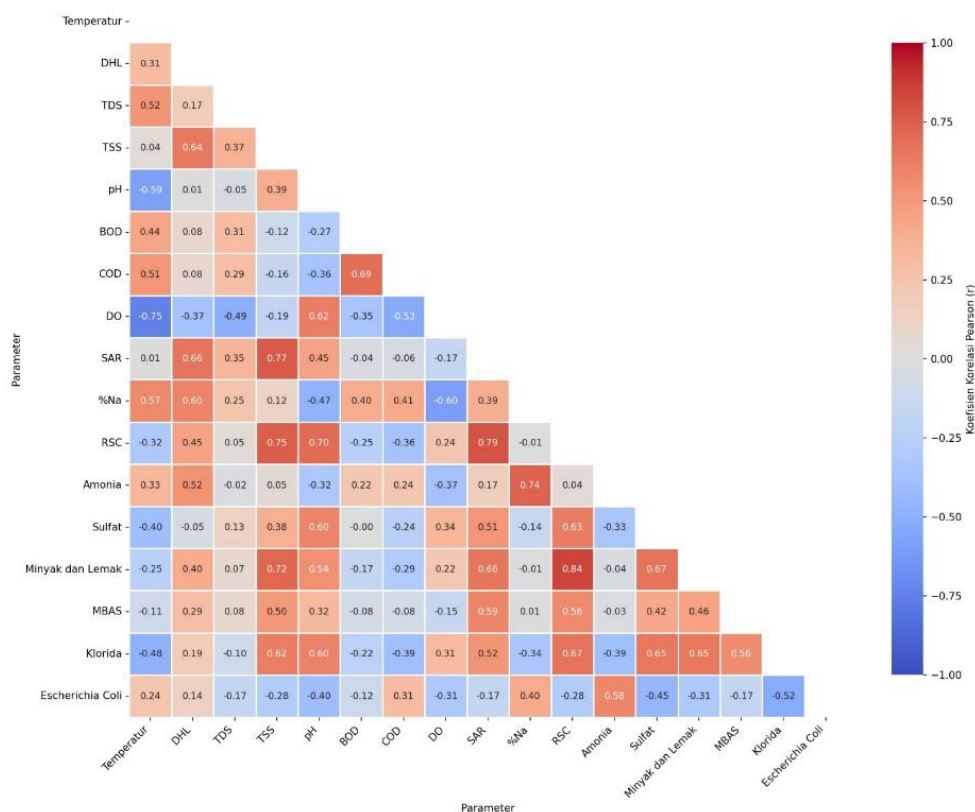
dan 16 yang berlokasi di area hilir menuju Sungai Citarum telah masuk kategori tercemar berat.

Secara komparatif, tingkat pencemaran di Kecamatan Katapang lebih tinggi dibandingkan Kecamatan Soreang, terutama di D.I Juntihilir yang memiliki indeks pencemaran tertinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa sumber pencemaran di Katapang, khususnya di D.I Juntihilir, lebih dominan, kemungkinan akibat limpasan limbah domestik, aktivitas industri, serta faktor antropogenik lainnya yang lebih intensif dibandingkan Soreang.

Di Kecamatan Soreang, indeks pencemaran cenderung meningkat di bagian hilir, terutama mendekati Sungai Citarum. Pola ini mengindikasikan adanya akumulasi polutan sepanjang saluran irigasi yang diperburuk oleh perubahan tata guna lahan, ekspansi industri, dan pertumbuhan populasi. Faktor-faktor tersebut berkontribusi terhadap penurunan kualitas air di wilayah hilir. Temuan ini sejalan dengan penelitian Winandar (2014), yang menyatakan bahwa nilai indeks pencemaran cenderung meningkat dari hulu ke hilir akibat tingginya beban pencemaran sepanjang badan air.

3.3. Analisis Korelasi

Hubungan antar parameter kualitas air di lokasi penelitian dianalisis menggunakan metode korelasi Pearson. Hasil perhitungan korelasi dari 46 titik sampling disajikan dalam bentuk heatmap pada Gambar 3. Gambar tersebut memperlihatkan kekuatan hubungan nilai koefisien korelasi r antar parameter yang berkisar antara -1,00 - +1,00.



Gambar 3. Heatmap Korelasi Pearson Parameter Kualitas Air Irigasi di D.I Cibeureum, D.I Leuwikuray, D.I Kiaraeunyeuh, dan D.I Juntihilir

Berdasarkan hasil analisis, terdapat hubungan positif yang kuat antara parameter BOD dan COD dengan nilai $r = 0,69$. Hubungan yang sejalan ini menunjukkan bahwa setiap peningkatan nilai COD diikuti oleh peningkatan nilai BOD. Hal ini menandakan bahwa sumber polutan organik di saluran irigasi kemungkinan besar berasal dari sumber yang sama, yaitu dari buangan limbah aktivitas masyarakat di sekitar saluran. Hubungan yang sangat kuat juga terlihat antara nilai RSC (*Residual Sodium Carbonate*) dengan parameter Minyak dan Lemak ($r = 0,84$), serta antara parameter SAR (*Sodium Adsorption Ratio*) dengan TSS ($r = 0,77$). Nilai korelasi yang tinggi antara RSC dengan Minyak dan Lemak menunjukkan adanya pengaruh dari masuknya air limbah domestik, seperti air bekas cucian piring atau aktivitas dapur, ke dalam saluran irigasi. Penggunaan sabun dan deterjen rumah tangga yang banyak mengandung natrium dapat meningkatkan nilai RSC di air irigasi, dan biasanya terbuang bersamaan dengan sisa minyak.

Sementara itu, hubungan yang erat antara SAR dan TSS ($r=0,77$) menandakan bahwa peningkatan kandungan natrium di air irigasi terjadi bersamaan dengan masuknya padatan tersuspensi (TSS). Padatan ini kemungkinan dibawa oleh aliran air permukaan yang melewati wilayah permukiman saat hujan, lalu masuk ke badan air irigasi.

Selain itu, terdapat hubungan positif yang cukup kuat antara pH dan DO, dengan nilai $r = 0,62$. Kondisi ini umum dijumpai pada saluran air terbuka, dimana aktivitas fotosintesis tanaman air atau alga pada siang hari menghasilkan oksigen terlarut (meningkatkan DO) sekaligus menurunkan tingkat keasaman air (meningkatkan pH). Secara keseluruhan, hasil analisis korelasi ini menegaskan bahwa tekanan perubahan tata guna lahan menjadi area permukiman berdampak langsung pada perubahan karakteristik air irigasi, terutama akibat masuknya beban polutan organik dan air limbah dari aktivitas domestik.

3.4. Analisis Spasial

Analisis spasial menunjukkan bahwa daerah dengan dominasi lahan terbangun memiliki nilai indeks pencemaran lebih tinggi dibandingkan daerah dengan dominasi lahan pertanian. D.I Juntililir yang didominasi kawasan permukiman menunjukkan tingkat pencemaran tertinggi (Gambar 4).

Sebaliknya, daerah dengan dominasi lahan pertanian menunjukkan tingkat pencemaran relatif lebih rendah, meskipun tetap dipengaruhi oleh limpasan pupuk dan pestisida. Temuan bahwa wilayah dengan dominasi lahan terbangun memiliki tingkat pencemaran lebih tinggi konsisten dengan penelitian yang menyatakan bahwa urbanisasi meningkatkan beban pencemar melalui limpasan permukaan dan aktivitas domestik

Selain itu distribusi spasial menunjukkan hubungan peningkatan pencemaran di bagian hilir yang mengindikasikan akumulasi polutan sepanjang

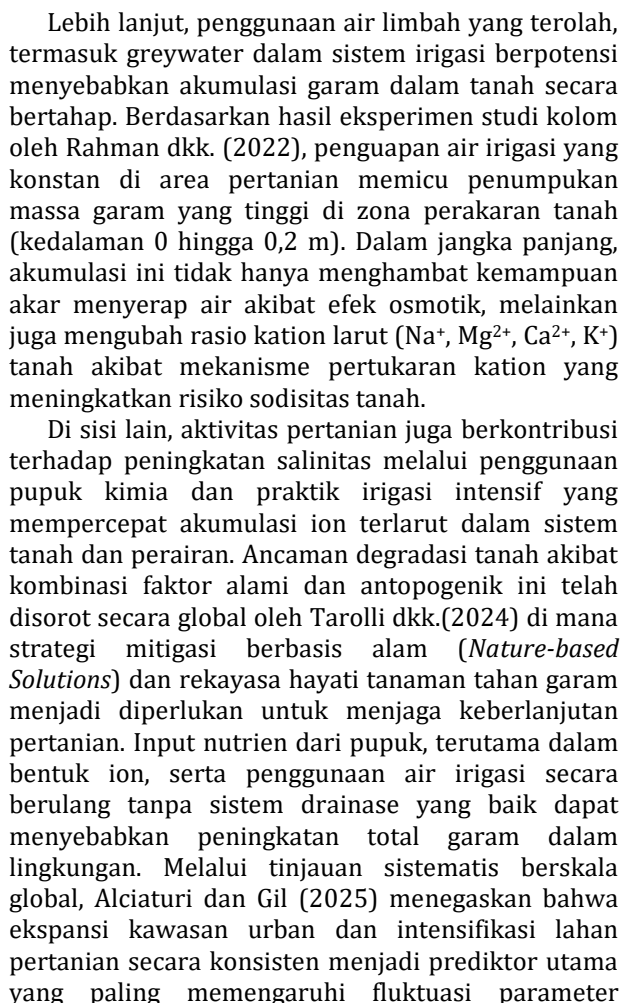
aliran. Aliran irigasi hulu ke hilir bergerak dari arah selatan menuju utara, dimana saluran irigasi Leuwikuray berakhir di sungai Citarum (Gambar 3).

3.5. Implikasi Aktivitas Domestik, Pertanian dan Industri terhadap Sistem Irigasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air dalam sistem irigasi dipengaruhi secara signifikan oleh aktivitas pertanian, domestik dan industri (Gambar 5), yang tercermin dari peningkatan parameter organik, mikrobiologi, dan kimia, termasuk salinitas. Limbah domestik berkontribusi dominan terhadap tingginya konsentrasi bahan organik dan indikator kontaminasi fekal yang mengindikasikan adanya pengaruh langsung pembuangan air limbah rumah tangga ke badan air tanpa pengolahan yang memadai. Kondisi ini sejalan dengan karakteristik sistem sanitasi di Indonesia, dimana sebagian besar limbah domestik, khususnya *greywater*, dialirkan langsung ke sistem drainase atau badan air (Firdayati dkk, 2015).

Selain berperan terhadap parameter organik dan mikrobiologi, limbah domestik juga memberikan kontribusi penting terhadap peningkatan parameter kimia terutama salinitas. *Greywater* sebagai komponen utama limbah domestik diketahui mengandung berbagai senyawa terlarut, termasuk ion-ion seperti natrium dan klorida yang berasal dari penggunaan deterjen, sabun, serta produk rumah tangga lainnya. Kandungan ionik tersebut berkontribusi terhadap peningkatan TDS dan EC yang merupakan indikator utama tingkat salinitas dalam air. Sebagaimana dijelaskan oleh Rahman dkk.(2022), Sebagian besar mineral garam terlarut ini lolos dari proses pengolahan air limbah standar (kecuali jika menggunakan teknologi *reverse osmosis*), sehingga langsung terbawa ke badan air penerima dan meningkatkan risiko salinitas jangka panjang.

Karakteristik *greywater* di Indonesia menunjukkan bahwa selain mengandung bahan organik, komponen utamanya juga berupa garam dalam bentuk ion terlarut, dengan nilai konduktivitas listrik yang relatif tinggi serta kandungan natrium yang signifikan. Variabilitas komposisi ini dipengaruhi oleh pola penggunaan air, jenis produk rumah tangga yang digunakan, serta kondisi sosial ekonomi masyarakat. Tekanan urbanisasi yang massif terbukti mengubah lanskap fisik secara radikal dan mempercepat pasokan polutan domestik ini ke badan air, seperti yang teridentifikasi pada Sub_DAS Cikapundung, Bandung, di mana konversi lahan menjadi Kawasan terbangun memicu lonjakan ekstrem pada nilai TDS, TSS, hingga kontaminasi bakteri fekal (Firdayati dkk., 2025). Hal ini mengindikasikan bahwa pembuangan *greywater* secara langsung ke lingkungan memiliki potensi besar dalam meningkatkan salinitas badan air, terutama di wilayah dengan infrastruktur pengolahan air limbah yang terbatas.



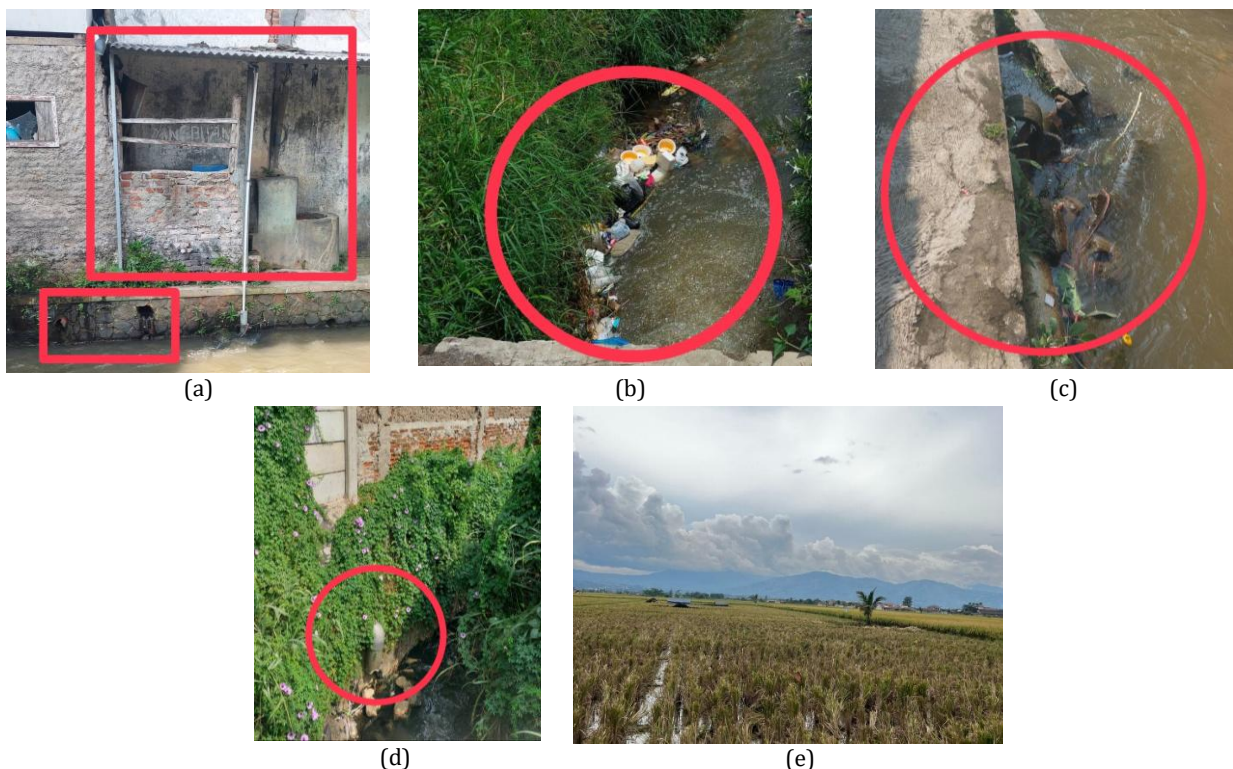
301

ion sulfat ini memberikan indikasi mengenai aktivitas industri tekstil khususnya pada proses pewarnaan atau pencucian, industri pembersihan skala besar fisik utama, yaitu temperatur (27°C menjadi 29°C), pH (7,41 menjadi 8,42), MBAS (0,44 mg/L menjadi 1,39 mg/L), serta kadar sulfat (39,58 mg/L menjadi 68, 64 mg/L). Kombinasi karakteristik efluen yang bersuhu hangat, bersifat alkalis, serta kaya akan surfaktan dan ion sulfat ini memberikan indikasi mengenai aktivitas industri tekstil khususnya pada proses pewarnaan atau pencucian, industri pembersihan skala besar (*laundry*), atau pengolahan kimia tertentu yang memanfaatkan soda api (NaOH) dan dengan deterjen industri dalam proses produksinya di segmen tersebut. Fenomena intervensi industri ini diperkuat lonjakan kehadiran *Escherichia coli* dari 920 MPN/100 mL menjadi 460.000 MPN/100 mL. Lonjakan bakteri yang beraliansi dengan karakteristik kimia di atas mengonfirmasi adanya fenomena pembuangan air limbah campuran. Kondisi ini menunjukkan bahwa industri di wilayah tersebut melakukan pembuangan tanpa pemisahan, dimana air limbah sisa proses produksi digabungkan langsung dengan air limbah domestik dari fasilitas sanitasi pekerja pabrik, lalu dialirkan langsung ke saluran irigasi tanpa melewati unit IPAL yang terstandarisasi. Beberapa industri memang terlihat membuang limbahnya langsung ke

saluran irigasi seperti dapat dilihat pada Gambar 5.d. Berdasarkan informasi dari masyarakat segmen antara S.15 dan S.16 terdiri dari industri makanan, industri tekstil dan industri garmen (Gambar 4). Kondisi kualitas air yang tidak memenuhi baku mutu berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap sistem pertanian, termasuk penurunan kualitas tanah, gangguan pertumbuhan tanaman, serta peningkatan Risiko kontaminasi pada hasil pertanian. Selain itu, keberadaan bakteri indikator seperti *E. coli* menunjukkan potensi risiko kesehatan yang perlu mendapat perhatian.

Temuan ini menegaskan pentingnya pendekatan pengelolaan kualitas air yang terintegrasi, yang tidak hanya berfokus pada satu sumber pencemar, tetap mempertimbangkan kontribusi simultan dari limbah domestik dan aktivitas pertanian.

Penelitian ini memiliki keterbatasan, terutama tidak mempertimbangkan variasi musiman dan keterbatasan data temporal. Meskipun data diperoleh dari periode waktu yang berbeda, pola umum kualitas air yang menunjukkan dominasi pencemaran organik relatif konsisten di seluruh lokasi. Hal ini mengindikasikan bahwa tingkat pencemaran di wilayah studi cenderung dipengaruhi oleh faktor spasial, seperti intensitas penggunaan lahan dan aktivitas manusia, dibandingkan variasi temporal antar periode pengambilan sampel.



Gambar 5. Permasalahan pada Saluran Irigasi di Lokasi Penelitian; (a) Pembuangan Limbah Cair Domestik dari Aktivitas MCK; (b) Penumpukan Sampah pada Saluran Irigasi; (c) Kerusakan pada Saluran Irigasi; (d) Pembuangan Limbah Industri; dan (e) Limbah Pertanian dari Pemberian Pupuk

4. KESIMPULAN

Evaluasi kualitas air di empat Daerah Irigasi (D.I) di Kecamatan Soreang dan Katapang menunjukkan status mutu yang didominasi kategori tercemar sedang hingga berat akibat tekanan antropogenik yang kuat. Tingginya parameter BOD, COD dan *Escherichia coli* mengonfirmasi bahwa limbah domestik tidak terolah dan konversi lahan pertanian menjadi kawasan terbangun merupakan pemicu utama penurunan kualitas air irigasi secara spasial dari hulu ke hilir. Kajian ini memberikan implikasi kebijakan penting bagi Pemerintah Kabupaten Bandung dan Pengelola irigasi untuk segera mengintegrasikan instrumen pengendalian tata guna lahan dengan pembangunan infrastruktur sanitasi komunal (seperti IPAL Domestik). Selain itu, diperlukan penegakan regulasi pembuangan limbah industri serta pemantauan kualitas air berkala guna menjamin keberlanjutan produktivitas pertanian dan ketahanan pangan daerah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai melalui Program Penelitian Pengabdian Kepada Masyarakat dan Inovasi (P2MI) Institut Teknologi Bandung.

DAFTAR PUSTAKA

- Alciaturi, G. and Gil, A. 2025. Land Use and Land Cover Maps for Stream Water Quality Assessment in Spatial Buffers: A Systematic Review of Recent Trends (2020-2024). *Land*, 14(9), 1858.
- APHA. 2017. Standard methods: For the examination of water and wastewater (23rd ed.). American Public Health Association.
- Ayers, R.S., & Westcott, D.W. 1985. Water quality for agriculture.FAO Irrigation and Drainage Paper 29 Rev.1. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.
- Bassar, M., I., dan Agustina, I., H. 2019. Identifikasi Pembangunan Jalan Tol SOROJA terhadap Perubahan Penggunaan Lahan di Pintu Tol Soreang. *Prosiding Perencanaan Wilayah dan Kota*. Vol 5 No. 2. 389 – 397.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Firdayati, M., Indiyani A., Prihandrijanti, M., Otterpohl, R. 2015. Greywater in Indonesia: Characteristic and Treatment Systems. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol 21 No.2., Oktober 2015. Hal 98-114.
- Firdayati, M., Al-Farisi, F.A., Virtriana, R., and Kuntoro, A.A. 2025. The Impact of land use patterns on water quality in the Cikapundung sub-watershed.IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1438, 012068.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. 2003. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air.
- Locke, Kent Anson. 2024. Impact of land use/land cover on water quality: A contemporary review for researchers and policymakers. *Water Quality Research Journal*. 59 (2): 89 – 106.
- Pramaningsih, V., Suprayogi, S., Purnama, S. 2017. Kajian Persebaran Spasial Kualitas Air Sungai Karang Mumus, Samarinda, Kalimantan Timur. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. vol 7 No. 3. 211-218.
- Pemerintah Kabupaten Bandung. 2025. Rancangan Akhir RPJMD Kabupaten Bandung Tahun 2025-2029.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Rahman, M.M., Shahrivar, A.A., Hagare, D., dan Maheshwari, B. 2022. Impact of Recycled Water Irrigation on Soil Salinity and Its Remediation. *Soil Systems*, 6(1), 13.
- Samudra, S. R, Sanjayasari, D., dan Hidayati, N. V. 2024. Analisis Kualitas Air Daerah Irigasi Pendil dan Watupala Desa Kutaliman, Banyumas, Jawa Tengah Menggunakan Metode STORET dan NSF-WQI. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(5), 1194-1201, doi:10.14710/jil.22.5.1194-1201.
- Sawyer, C.N., Mc Carty, P., dan Parkin, G.F. 2003. Chemistry for Environmental Engineering and Science. Mc. Graw Hill: Boston.
- Siswoyo, E., dan Hermana, J. 2017. Pengaruh Air Limbah Industri Tahu Terhadap Laju Pertumbuhan Tanaman Bayam Cabut (*Amaranthus Tricolor*). *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. Vol. 9 No. 2, Juni 2017 Hal. 105-113.
- Tarolli, P., Luo, J., Park, E., Barcaccia, G., dan Masin, R. 2024. Soil salinization in agriculture: Mitigation and adaptation strategies combining nature-based solutions and bioengineering. *iScience*, 27(2), 108830.
- Van de Walle, A., Kim, M., Alam, Md.K., Wang, X., Wu, D., Dash, S.R., Rabaey, K., Kim, J. 2023. Greywater reuse as a key enabler for improving urban wastewater management. *Environmental Science and Ecotechnology*, 16, 100277.
- Varol, M. 2020. Spatio-temporal changes in surface water quality and sediment phosphorus content of a large reservoir in Turkey. *Environmental Pollution*, 259, 113860.
- Winandar, H., Buchori, I., Sasongko, S.B. 2014. Indeks Kualitas Air Menggunakan Metode Indeks Pencemaran Pada Sungai Siwaluh Kabupaten Karanganyar. Semarang: Universitas Diponegoro.
- World Health Organization (WHO). 2006. WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater.
- Yao, X., Zeng, C., Duan, X., Wang, Y. 2024. Effects of land use patterns on seasonal water quality in Chinese basins at multiple temporal and spatial scales. *Ecological Indicators*. Volume
- Yusuf, I. A. (2014). Kajian kriteria Mutu Air Irigasi. *Jurnal Irigasi*, 9 (1), 1–15.
- Zaman, M., Shahid, S. A., & Heng, L. (2018). Guideline for Salinity Assessment, Mitigation, and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques. Springer Online.