

**KUALITAS AIR PERMUKAAN DI SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN
AKHIR SAMPAH GALUGA, KECAMATAN CIBUNGBULANG,
KABUPATEN BOGOR**

SKRIPSI

Oleh :

Farid Ramadhan

062120724



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PAKUAN
BOGOR
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Makalah : KUALITAS AIR PERMUKAAN DI SEKITAR
TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH GALUGA,
KECAMATAN CIBUNGBULANG, KABUPATEN
BOGOR

Nama : Farid Ramadhan

NPM : 062120724

Makalah ini Telah Diperiksa dan Disetujui

Bogor, May 2024

Pembimbing II

Pembimbing I

(Dr. Ir. Teti Syahrulyati, M.Si.)

(Dr. Sutanto, M. Si)

Mengetahui,

Ketua Program Studi Kimia

Dekan FMIPA

(Dr. Ade Heri Mulyati, M. Si)

(Asep Denih, S. Kom., M. Sc, Ph. D)

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farid Ramadhan

NPM : 062120724

Judul Skripsi : **Kualitas Air Permukaan di Sekitar Tempat
Pembuangan Akhir Sampah Galuga, Kecamatan
Cibungbulang, Kabupaten Bogor**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini merupakan hasil penelitian, pemikiran, dan pemaparan asli saya sendiri. Saya tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan-bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Pakuan atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Pakuan.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Bogor, May 2024

Yang membuat pernyataan,

Farid Ramadhan

**PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER
INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA DAN PATEN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Farid Ramadhan

NPM : 062120724

Judul Skripsi : **Kualitas Air Permukaan di Sekitar Tempat
Pembuangan Akhir Sampah Galuga, Kecamatan
Cibungbulang, Kabupaten Bogor**

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir di atas adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun.

Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini. Dengan ini saya melimpahkan hak cipta karya tulis saya kepada Universitas Pakuan

Bogor, May 2024

Farid Ramadhan

062120724

RIWAYAT HIDUP

Farid Ramadhan, dilahirkan di Jakarta pada tanggal 21 Desember 2000, anak kedua dari pasangan Bapak H. Hermanto, S.Sos dan Ibu Hj. Jelita Wilis, S.P. Mulai memasuki Pendidikan formal pada tahun 2007 di SD Negeri Polisi 5 Bogor dan lulus pada tahun 2013, melanjutkan Pendidikan di SMP Negeri 2 Bogor pada tahun 2013 dan lulus tahun 2016, kemudian melanjutkan Pendidikan di SMK-SMAK Bogor pada tahun 2016 dan lulus pada tahun 2020. Memiliki Pengalaman Kerja atau PKL di Balai Besar Industri Agro, Bogor dan Uniper Benelux N.V. Rotterdam, Belanda selama 4 bulan yaitu dari bulan November 2019 - Februari 2020. Pada tahun 2020, melanjutkan pendidikan ke Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan di Bogor pada Program Studi Kimia. Sebelumnya bekerja di Saraswanti Indo Genetech, Sky Pacific Indonesia, dan kemudian melanjutkan karir ke SGS WLN Indonesia di Bogor.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan makalah seminar hasil tugas akhir yang berjudul “KUALITAS AIR PERMUKAAN DI SEKITAR TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR SAMPAH GALUGA, KECAMATAN CIBUNGBULANG, KABUPATEN BOGOR” dengan baik.

Makalah seminar hasil tugas akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Sains Program Studi Kimia pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pakuan. Pada penyusunan makalah ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Asep Denih, S.Kom., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
2. Ibu Dr. Ade Heri Mulyati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Program Studi Kimia FMIPA Universitas Pakuan Bogor.
3. Bapak Dr. Sutanto, M.Si, selaku Pembimbing I dalam pelaksanaan tugas akhir ini atas bimbingan, ide, saran, dukungan serta waktu yang telah diberikan.
4. Ibu Dr. Ir. Teti Syahrulyati, M.Si, selaku Pembimbing II dalam pelaksanaan tugas akhir ini atas bimbingan, ide, saran, dukungan serta waktu yang telah diberikan.
5. Seluruh dosen FMIPA Universitas Pakuan Bogor, atas ilmu yang telah diberikan dan seluruh staf Tata Usaha FMIPA Universitas Pakuan Bogor atas segala kemudahan dan bantuan yang telah diberikan.
6. Orang-orang tercinta, Ibu, Ayah, Abang, dan Adiva Putri Denia, S.E. atas segala doa, dukungan dan bantuan yang telah diberikan.
7. Rekan terdekat Salma Billah Attaqy dan Lutfiah Dwi Ramadhanti yang selalu membantu dan memberikan motivasi.
8. Seluruh rekan kerja di PT. SGS WLN Indonesia.
9. Seluruh rekan mahasiswa FMIPA Kimia 2020 yang selalu mendukung sehingga penulis dapat menyelesaikan makalah ini.

10. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, dalam membantu penyusunan makalah ini dengan tulus dan ikhlas.

Penulis menyadari bahwa makalah seminar hasil tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga diharapkan pembaca memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis agar makalah ini lebih sempurna serta dapat menghasilkan makalah yang lebih baik dan memberikan manfaat bagi masyarakat.

Bogor, May 2024

Penulis

FARID RAMADHAN. 062120724. 2024. “Kualitas Air Permukaan di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Galuga, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor”. Di bawah bimbingan Dr. Sutanto, M.Si. dan Dr. Ir. Teti Syahrulyati, M.Si.

RINGKASAN

Tempat pembuangan akhir (TPA) sampah merupakan sumber polutan bagi lingkungan sekitarnya. Salah satu jenis polutan yang dihasilkan oleh TPA adalah air lindi. Air lindi timbul akibat masuknya air eksternal ke dalam timbunan sampah kemudian melarutkan dan membilas materi-materi yang mudah larut, termasuk materi organik hasil proses dekomposisi biologis. Air lindi yang disalurkan ke dalam air dapat berpengaruh terhadap kualitas air permukaan dengan cara kontaminasi kimia, eutrofikasi, pendangkalan dan pengasaman. Untuk itu perlu dilakukan analisis lanjutan untuk membuktikan bahwa air permukaan di sekitar TPA Galuga berpotensi terpengaruh oleh air lindi yang dihasilkan oleh TPA tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kembali adanya indikasi pencemaran kimia, fisika dan mikrobiologi air permukaan yang telah melampaui batas regulasi pemerintah serta menentukan indeks kualitas air di sekitar TPA Galuga pada tahun 2024.

Metode penelitian meliputi melakukan sampling air permukaan di sekitar TPA Galuga, dilakukan analisis sampel air permukaan secara kualitas fisika, kualitas kimia dan kualitas mikrobiologi, lalu hasil di bandingkan dengan baku mutu air permukaan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Data kualitas air permukaan selanjutnya dihitung indeksnya menggunakan National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI).

Hasil penelitian kualitas air permukaan di sekitar TPA Galuga memiliki nilai klorin bebas, kebutuhan oksigen biokimiawi, nitrat, nitrit, total fosfat dan bakteri *fecal coliform* yang tinggi dan melampaui ambang batas maksimum Berdasarkan PPRI No. 22 Tahun 2021 kelas III. Berdasarkan hal tersebut air permukaan di sekitar TPA Galuga tidak layak digunakan untuk irigasi perikanan dan pertanian sebagaimana peruntukkan air kelas III. Tetapi untuk titik Upstream Sungai Cianten (AP 1) dan Kolam Mata Air Desa Galuga (AP 6) masih bisa digunakan untuk keperluan perikanan maupun pertanian. Indeks Kualitas Air permukaan di sekitar TPA Galuga yang masuk ke dalam kategori buruk yaitu pada titik pada titik AP 2 (Aliran Air Lindi Sebelum Sungai Cianten), AP 4 (Inlet IPAL TPA), AP 5 (Outlet IPAL TPA), AP 7 (Saluran Air Drainase di Pemukiman 1) dan AP 8 (Saluran Air Drainase di Pemukiman 2) dengan nilai indeks sebesar 48.45, 48.34, 48.12, 46.07 dan 46.48. Titik AP 1 (Upstream Sungai Cianten) dan AP 6 (Kolam Mata Air Desa Galuga) termasuk kedalam kategori baik dengan nilai indeks sebesar 78.55 dan 81.82. Titik AP 3 (Downstream Sungai Cianten) termasuk kategori sedang dengan nilai indeks 60.67. Rata-rata Indeks Kualitas Air tergolong sedang (60.99). Dari hasil penelitian ditemukan fenomena yang menarik dimana air permukaan dengan jarak yang paling dekat ke sumber pencemar TPA ternyata memiliki kualitas yang lebih baik berdasarkan nilai Indeks Kualitas Air daripada air permukaan yang jaraknya lebih jauh dari wilayah penelitian. Kondisi ini diduga disebabkan oleh faktor geologis, geografis, konstruksi TPA, saluran air lindi, dan air permukaan itu sendiri.

Kata kunci : Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Galuga, Kualitas Air Permukaan, Indeks Kualitas Air (NSF-WQI), Air Lindi, Pencemaran Lingkungan

SUMMARY

Landfills are a significant source of pollutants that can harm the surrounding environment. One of the major pollutants generated by landfills is leachate. Leachate is formed when external water enters the landfill, dissolving and flushing out easily soluble materials, including organic matter produced by biological decomposition processes. Leachate that is discharged into water can affect surface water quality through chemical contamination, eutrophication, sedimentation, and acidification. Therefore, further analysis is needed to prove that surface water in the vicinity of Galuga Landfill is potentially affected by leachate generated by the Galuga landfill. This research is conducted to reconfirm indications of chemical, physical, and microbiological pollution in surface water that exceeds government regulations and to determine the water quality index (WQI) in the vicinity of Galuga Landfill in 2024.

The research methodology involved Sampling surface water around Galuga Landfill, analyzing the surface water samples for physical, chemical, and microbiological parameter. Then comparing the results with the surface water quality standards set by the Indonesian Government Regulation No. 22 of 2021 and also Calculating the WQI using the National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI).

The results of the surface water quality analysis around TPA Galuga showed that levels of free chlorine, biochemical oxygen demand (BOD), nitrate, nitrite, total phosphate, and fecal coliform bacteria were relatively high, exceeding the maximum permissible limits set for Class III Water Quality Criteria according to PPRI No. 22 of 2021. This indicates that surface water around TPA Galuga is not suitable for irrigation, fisheries, or agriculture, which are the designated uses for Class III water. However, surface water at Upstream Sungai Cianten (AP 1) and Kolam Mata Air Desa Galuga (AP 6) can still be used for fisheries and agriculture. The Water Quality Index for surface water around the Galuga TPA falls into the poor category at points AP 2 (Leachate Flow Before Cianten River), AP 4 (TPA WWTP Inlet), AP 5 (TPA WWTP Outlet), AP 7 (Drainage Channel in Settlement 1), and AP 8 (Drainage Channel in Settlement 2) with index values of 48.45, 48.34, 48.12, 46.07, and 46.48 respectively. Points AP 1 (Upstream Cianten River) and AP 6 (Galuga Village Spring Pond) are classified as good with index values of 78.55 and 81.82. Point AP 3 (Downstream Cianten River) is classified as moderate with an index value of 60.67. The average Water Quality Index is considered moderate (60.99). The overall average WQI was 60.99, indicating "moderate" water quality. The study found that surface water with the closest distance to the landfill source actually had better water quality based on the WQI than surface water located further away from the study area. This phenomenon is likely due to a combination of geological, geographical, landfill construction, leachate drainage, and surface water characteristics.

Keywords : *Galuga Landfill, Surface Water Quality, Water Quality Index (NSF-WQI), Leachate, Environmental Pollution.*

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
RINGKASAN.....	iii
SUMMARY.....	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	2
1.3 Manfaat Penelitian.....	2
1.4 Hipotesis	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA).....	4
2.2 Air Lindi	5
2.3 Air Permukaan.....	5
2.4 Pencemaran Air	6
2.5 Suhu (Temperatur).....	6
2.6 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	6
2.7 Derajat Keasaman (pH)	6
2.8 <i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	7
2.9 Kekeruhan (Turbiditas)	7
2.10 <i>Biological Oxygen Demand (BOD₅)</i>	7
2.11 Nitrat.....	7
2.12 Fosfat	8
2.13 Parameter Mikrobiologi.....	8
2.14 Spektrofotometer UV-Vis.....	8
BAB III BAHAN DAN METODE	9
3.1 Waktu, Tempat Penelitian dan Jadwal Tahapan Penelitian.....	9
3.2 Alat dan Bahan	9

3.3 Metode Penelitian.....	9
3.4 Lokasi Pengambilan Sampel	11
3.5 Analisis Parameter Kualitas Air	13
3.6 Prosedur Kerja	13
3.6.1. Pengambilan Sampel Air Permukaan (SNI 6989.57:2008).....	13
3.6.2. Pengukuran Suhu menggunakan Termometer (SNI 6989.23:2005) ...	14
3.6.3. Pengukuran pH metode Elektroda (APHA 4500 H ⁺ B-2017).....	14
3.6.4. Penetapan Nitrit Metode Spektrofotometri (APHA 4500 NO ₂ ⁻ B-2017)	14
3.6.5. Penetapan Nitrat Metode Kadmium (APHA 4500 NO ₃ ⁻ E-2017).....	15
3.6.6. Penetapan Orto Fosfat dan Total Fosfor Metode Spektrofotometri (APHA 4500 P B&E-2017).....	16
3.6.7. Penetapan Total Padatan Tersuspensi (TSS) Metode Gravimetri (APHA 2540 D-2017)	17
3.6.8. Penetapan Kekeruhan Metode Kolorimetri (APHA 2130 B-2017).....	18
3.6.9. Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) (APHA 4500 O G/H 2017)	18
3.6.10. Penetapan Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) (APHA 5210 B-2017)	18
3.6.11. Enumerasi E.Coli dan Total Coliform dengan Metode IDEXX (APHA 9223 B-2017).....	20
3.6.12. Penetapan Klorin Bebas Metode N,N-diethyl-p-phenylenediamine (DPD) (APHA 4500 Cl G-2017)	20
3.6.13. Pengukuran Total Padatan Terlarut (TDS) Metode Konduktimeter (APHA 2510 B-2017).....	21
3.7 Analisis Data	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	24
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian	24
4.2 Kualitas Air di Sekitar TPA Galuga.....	28
4.2.1. Temperatur.....	28
4.2.2. pH (Derajat Keasaman)	29
4.2.3. Nitrit.....	31
4.2.4. Nitrat.....	32
4.2.5. Total Fosfat.....	34
4.2.6. Total Padatan Tersuspensi	35
4.2.7. Turbiditas (Kekeruhan).....	37

4.2.8. <i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	38
4.2.9. <i>Biological Oxygen Demand (BOD)</i>	40
4.2.10. <i>Total Coliform dan Fecal Coliform (E.Coli)</i>	42
4.2.11. Klorin Bebas	44
4.2.12. <i>Total Dissolved Solid (TDS)</i>	45
4.3 Indeks Kualitas Air Permukaan di Sekitar TPA Galuga	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	51
DAFTAR PUSTAKA	52
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kondisi Umum TPA Galuga.....	4
Gambar 2. Peta Isopretik & Arah Aliran Air Permukaan Dalam Tahapan Detail	10
Gambar 3. Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air Permukaan.....	11
Gambar 4. Lokasi Pengambilan Sampel Air Permukaan, a. Lokasi AP 1, b. Lokasi AP 2, c. Lokasi AP 3, d. Lokasi AP 4, e. Lokasi AP 5, f. Lokasi AP 6, g. Lokasi AP 7, h. Lokasi AP 8	27
Gambar 5. Grafik Pengaruh Jarak dengan Indeks Kualitas Air pada Titik Sampling Air Permukaan dari Outlet IPAL.....	48

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Lindi TPA Galuga	5
Tabel 2. Parameter dan Metode Analisis	12
Tabel 3. Jarak, Titik Koordinat dan Elevasi Lokasi Pengambilan Sampel Air Permukaan.....	13
Tabel 4. Nilai Kepentingan Parameter WQI-NSF	22
Tabel 5. Kriteria Mutu Lingkungan Perairan	23
Tabel 6. Temperatur (⁰ C) Air Permukaan.....	28
Tabel 7. Nilai pH Air Permukaan.....	30
Tabel 8. Konsentrasi Nitrit (mg/l) Air Permukaan.....	31
Tabel 9. Konsentrasi Nitrat (mg/l) Air Permukaan.....	33
Tabel 10. Konsentrasi Total Fosfat (mg/l) Air Permukaan.....	34
Tabel 11. Kadar Total Padatan Tersuspensi (mg/l) Air Permukaan	36
Tabel 12. Nilai Turbiditas (NTU) Air Permukaan.....	38
Tabel 13. Konsentrasi DO (mg/l) Air Permukaan	40
Tabel 14. Konsentrasi BOD (mg/l) Air Permukaan.....	40
Tabel 15. Nilai Fecal dan Total Coliform (MPN/100ml) Air Permukaan	43
Tabel 16. Konsentrasi Klorin Bebas (mg/l) Air Permukaan di Sekitar TPA Galuga	44
Tabel 17. Kadar TDS (mg/l) Air Permukaan di Sekitar TPA Galuga	45
Tabel 18. Indeks Kualitas Air NSFQI Rata-rata di Sekitar TPA Galuga.....	46
Tabel 19. Pengaruh antara Nilai Indeks Kualitas Air dengan Jarak Titik Sampling dari Outlet IPAL TPA Galuga.....	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Alir Penelitian.....	58
Lampiran 2. Standar Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya Menurut PP 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	59
Lampiran 3. Kurva Sub-Indeks WQI-NSF	60
Lampiran 4. Persamaan Regresi Kurva Nilai Sub-Indeks Kualitas Air	62
Lampiran 5. Dokumentasi Alat Insitu Air.....	63
Lampiran 6. Cara Pengawetan dan Penyimpanan Sampel Air Limbah.....	64
Lampiran 7. Jadwal Kegiatan Penelitian.....	65
Lampiran 8. WQI Datasets.....	66
Lampiran 9. Hasil Analisa Laboratorium dan Insitu	67
Lampiran 10. Grafik Hasil Analisa Sampel Sesuai arah Aliran Air Lindi.....	68
Lampiran 11. Laporan Hasil Analisa TSS	72
Lampiran 12. Laporan Hasil Analisa Fosfat	73
Lampiran 14. Laporan Hasil Analisa Nitrat.....	75
Lampiran 14. Laporan Hasil Analisa Nitrit.....	77
Lampiran 15. Laporan Hasil Analisa BOD.....	79
Lampiran 16. Tabel IDEXX Quanti-Tray/2000 MPN Table.....	82
Lampiran 17. Dokumentasi Sampling dan Analisa Sampel di Laboratorium	84
Lampiran 18. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 1	87
Lampiran 19. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 2	87
Lampiran 20. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 3	87
Lampiran 21. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 4	88
Lampiran 22. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 5	88
Lampiran 23. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 6	88
Lampiran 24. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 7	89
Lampiran 25. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 8	89

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Isu kelestarian lingkungan sering terkait dengan masalah pencemaran, terutama di kota-kota besar yang terpicu oleh permasalahan sampah. Kurangnya pengelolaan sampah bisa mengakibatkan dampak buruk seperti pemandangan yang kurang menarik, bau yang tidak menyenangkan, pencemaran air dan tanah oleh limbah, serta meningkatkan risiko penyakit menular.

Salah satu pencemar yang dapat mengakibatkan penurunan mutu air permukaan ialah limbah sampah organik serta anorganik. Sampah yang terakumulasi dan tersimpan dalam waktu tertentu akan mengalami proses penguraian menjadi gas, senyawa organik dan anorganik. Gas dan senyawa yang dihasilkan di antaranya dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan, seperti hidrogen sulfida, amoniak, dan sebagainya (Teti, 2005).

TPA, seperti yang disebut Tempat Pembuangan Akhir, dapat menjadi sumber pencemar untuk daerah setempat. Air lindi, yang timbul saat air eksternal menyusup ke dalam tumpukan sampah, menyerap zat-zat larut, termasuk materi organik yang dihasilkan dari proses biodegradasi. Produksi air lindi bervariasi sesuai dengan jumlah air yang meresap ke dalam tumpukan sampah. Faktor lain yang memengaruhi air lindi termasuk prosedur operasional yang diterapkan dan kondisi lingkungan seperti penggunaan penutup tanah, kemiringan lahan, cuaca, dan lainnya (Englehardt, 2006 dalam Rezagama dan Notodarmojo, 2012).

Air lindi merupakan salah satu dampak buruk yang dinilai cukup serius. Air lindi yang berasal dari tumpukan sampah mengandung elemen-elemen yang larut dan terapung (Ali, 2011). Dampak dari air lindi yang tersebar di tanah dapat menciptakan pencemaran pada air tanah dan permukaan, sebagaimana yang diuraikan oleh Ehrig (1993) yang dirujuk oleh Ali (2011). Ada dua proses yang bisa terjadi. Pertama, pencemaran air permukaan oleh air lindi yang kaya akan materi organik dapat mengurangi kadar oksigen dalam air melalui proses dekomposisi biologis. Ini akhirnya bisa mengakibatkan kematian bagi organisme yang memerlukan oksigen terlarut dalam air. Kedua, keterbatasan oksigen terlarut

pada air permukaan yang tercemar, air lindi akan menyebabkan zat organik yang terbawa air lindi semakin lama terurai, sehingga sumber air permukaan tidak sesuai lagi peruntukannya dan dapat mencemari sungai.

Setelah proses pengolahan, air lindi dibuang ke sungai terdekat dengan tujuan mengurangi tingkat pencemaran sebelum kembali ke lingkungan. Biasanya, TPA menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk melakukan proses ini. Ada dua sistem pola aliran air permukaan, yaitu pola aliran air permukaan terpusat dan pola aliran air permukaan yang mengarah ke wilayah utara, dengan sistem pola aliran terpusat dan membentuk cekungan yang diduga secara permanen telah tercemar oleh lindi (Teti, 2005). Potensi pencemaran lingkungan tersebut perlu mendapat perhatian serius, terutama terkait kesehatan lingkungan perairan dan keberadaan air bersih yang merupakan kebutuhan banyak orang.

Untuk itu perlu dilakukan analisis lanjutan untuk membuktikan bahwa air permukaan di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Galuga berpotensi terpengaruh oleh air lindi yang dihasilkan oleh TPA tersebut. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan kembali adanya indikasi pencemaran kimiawi air permukaan yang telah melampaui batas regulasi pemerintah serta menentukan indeks kualitas air di sekitar TPA Galuga pada tahun 2024.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menentukan kualitas kimia, fisika dan mikrobiologi air permukaan di sekitar TPA Galuga dengan jarak 1 km pada Tahun 2024.
2. Menentukan indeks kualitas air sebagai pengaruh pengelolaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di TPA Galuga.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini akan memberikan manfaat besar bagi warga yang mengandalkan air permukaan sekitar TPA Galuga untuk kebutuhan harian seperti minum, mandi, dan mencuci. Data yang dihasilkan juga akan menjadi pedoman berharga bagi Pemerintah Daerah Kota Bogor dalam meningkatkan pengelolaan

dan pengendalian TPA Galuga, dengan fokus untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan seoptimal mungkin.

1.4 Hipotesis

1. Kualitas air di TPA Galuga mengandung zat-zat tertentu seperti senyawa organik, atau bahan kimia lainya yang melebihi batas aman yang ditetapkan oleh standar lingkungan.
2. Indeks kualitas air permukaan di TPA Galuga akan menunjukkan tingkat pencemaran yang sangat buruk. Hal ini dapat disebabkan oleh pengelolaan IPAL yang kurang optimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pembuangan Akhir (TPA)

Tempat Pembuangan Akhir (TPA) merupakan lokasi akhir dalam manajemen sampah, dimulai dari pembentukannya, pengumpulan, transportasi, pengolahan, hingga pembuangan. Pembuangan rutin sampah ke TPA bisa mengakibatkan pencemaran pada perairan, baik di permukaan maupun di dalam tanah. Akumulasi sampah yang terus meningkat volume dari waktu ke waktu akan mempercepat degradasi sampah tersebut. Proses dekomposisi sampah organik dapat menghasilkan zat hara, senyawa kimia beracun, dan materi organik terlarut, yang semuanya berdampak pada kualitas air, baik itu air permukaan maupun air tanah. Perubahan tersebut juga akan mempengaruhi karakteristik fisik, kimia, dan biologi dari ekosistem perairan (Pohland dan Harper, 1985 dalam Primbodo, 2005).



Gambar 1. *Kondisi Umum TPA Galuga*

TPA Galuga, terletak di Desa Galuga, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor, menggunakan area tanah seluas 9,6 hektar yang dikelola dengan sistem tertentu, yakni timbun terkendali (*controlled landfill*) dan pengomposan (*composting*). Dalam proses operasionalnya TPA sampah membutuhkan lahan yang cukup luas dan sangat berpotensi memberikan dampak buruk bagi lingkungan di sekitarnya. Dampak buruk yang ditimbulkan terutama terkait dengan kesehatan lingkungan.

2.2 Air Lindi

Umumnya, air lindi memiliki kadar senyawa organik dan anorganik yang cukup tinggi. Seperti zat cair pada umumnya, air lindi akan bergerak ke daerah yang lebih rendah. Hal ini bisa berarti menyerap ke dalam tanah dan bercampur dengan air tanah hingga sekitar 200 meter dari titik asalnya, atau mengalir di permukaan tanah dan mencapai sungai terdekat. Kedua proses tersebut berpotensi menyebabkan pencemaran langsung pada air tanah atau permukaan. Selain itu, air lindi juga berpotensi mencemari sumber air baku untuk minum dalam jarak 100 meter dari titik pencemaran (Mahardika, 2010).

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Lindi TPA Galuga

Parameter	Satuan	Nilai
pH	-	8.05
Kekeruhan	NTU	730.00
TSS	mg/l	343.00
COD	mg/l	2373.00
BOD ₅	mg/l	293.00
NH ₃ -N	mg/l	297.00
NO ₃ -N	mg/l	21.17
NO ₂ -N	mg/l	0.17
PO ₄ ³⁻	mg/l	0.39
Zn	mg/l	0.07
Cu	mg/l	0.01

Sumber: Romli (2004)

2.3 Air Permukaan

Menurut Undang-undang No. 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air menyatakan bahwa, air permukaan adalah semua air yang terdapat pada permukaan tanah. Air permukaan merupakan air yang mengalir di atas tanah. Biasanya, air permukaan ini rentan terhadap pencemaran seiring dengan alirannya, seperti oleh lumpur, kayu, daun, polutan dari industri kota, dan sebagainya. Jenis pencemaran ini bervariasi tergantung dari mana aliran air

tersebut berasal. Kontaminasi tersebut dapat berupa materi fisik, kimia, maupun bakteriologis (Sutrisno, 2002).

2.4 Pencemaran Air

Berdasarkan definisinya, pencemaran air yang diindikasikan dengan turunnya kualitas air sampai ke tingkat tertentu, menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Yang dimaksud dengan tingkat tertentu tersebut di atas adalah baku mutu air yang ditetapkan dan berfungsi sebagai tolak ukur untuk menentukan telah terjadinya pencemaran air, juga merupakan arahan tentang tingkat kualitas air yang akan dicapai atau dipertahankan oleh setiap program kerja pengendalian pencemaran air (PPRI No. 22 Tahun 2021).

2.5 Suhu (Temperatur)

Suhu perairan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti musim, posisi geografis, ketinggian, waktu, pola angin, keberadaan awan, serta karakteristik aliran dan kedalaman air. Perubahan suhu memiliki efek pada proses fisik, kimia, dan biologis di dalam perairan. Kenaikan suhu bisa mengakibatkan peningkatan viskositas, percepatan reaksi kimia, penguapan, dan volatilisasi. Selain itu, kenaikan suhu juga dapat mengakibatkan penurunan kelarutan gas dalam air, termasuk oksigen (O_2), karbon dioksida (CO_2), nitrogen (N_2), dan lainnya (Effendi, 2003).

2.6 Total Suspended Solid (TSS)

Padatan tersuspensi total (TSS) merupakan materi-materi yang tergantung (dengan diameter lebih besar dari $1\mu m$) yang dapat disaring oleh saringan millipore dengan ukuran pori $0,45\mu m$ (Effendi, 2003). TSS terdiri dari lumpur, pasir halus, dan organisme mikroskopis, yang umumnya dihasilkan oleh proses abrasi tanah atau erosi yang membawa material ke dalam perairan.

2.7 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH mencerminkan tingkat keasaman atau kebasaan air, yang terkait dengan konsentrasi ion hidrogen. Kemampuan air untuk menahan atau melepaskan ion hidrogen menentukan apakah air tersebut bersifat asam atau basa

(Pescod, 1973, dalam Priambodo, 2005). Perubahan nilai pH dalam perairan dipengaruhi oleh proses fotosintesis, respirasi organisme air, suhu, dan keberadaan ion tertentu (Barus, 2002).

2.8 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut yakni jumlah oksigen gas yang terlarut di dalam air, berasal dari fotosintesis oleh fitoplankton atau tanaman air, dan juga dari proses difusi dari udara (Fardiaz, 1992).

2.9 Keekeruhan (Turbiditas)

Turbiditas, yang sering kali merujuk pada tingkat keekeruhan air, disebabkan oleh keberadaan materi suspensi seperti tanah liat, lumpur, partikel organik koloid, plankton, dan mikroorganisme lainnya (NN, 1988). Umumnya, pengukuran turbiditas dilakukan menggunakan turbidimeter yang berdasarkan prinsip absorpsi spektroskopi, mengukur penyerapan cahaya oleh partikel yang tersebar di dalam air. Selain itu, turbiditas juga dapat diukur menggunakan turbidimeter atau nephelometer yang mengukur hamburan cahaya oleh campuran partikel. Tingkat keekeruhan atau turbiditas ini diukur dalam unit Nephelometric Turbidity Units (NTU) (Khopkar, 1990).

2.10 Biological Oxygen Demand (BOD₅)

BOD adalah indikator kandungan bahan organik, yang mencerminkan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerob untuk mendegradasi bahan organik menjadi karbon dioksida dan air (Davis dan Cornwell, 1991 dalam Effendi, 2003).

2.11 Nitrat

Nitrat, sebagai bentuk utama nitrogen dalam air, menjadi sumber nutrisi krusial bagi tumbuhan dan alga. Senyawa nitrat larut dengan efisien dalam air dan stabil secara kimia, tercipta melalui proses oksidasi lengkap senyawa nitrogen di lingkungan perairan (Effendi, 2003).

2.12 Fosfat

Fosfat dalam aliran sungai berasal dari berbagai sumber, termasuk limbah rumah tangga dan industri yang menggunakan deterjen yang mengandung fosfat, seperti industri tekstil, layanan pencucian komersial, pewarnaan, kosmetik, dan industri logam. Fungsi fosfat dalam deterjen adalah untuk mengisi dan mencegah kotoran menempel kembali di penggunaan deterjen semacam itu pada bahan yang sedang dicuci berujung pada peningkatan konsentrasi fosfat dalam limbah air, yang dapat mempercepat pertumbuhan alga (Paytan dan McLaughlin, 2007 dalam Suhma, 2012).

2.13 Parameter Mikrobiologi

Mikroorganisme yang sering digunakan sebagai indikator untuk menilai kualitas air termasuk bakteri koliform, fecal koliform, dan fecal streptococcus. Bakteri koliform berasal dari feses manusia, hewan berdarah panas, hewan berdarah dingin, dan juga dari tanah. Deteksi keberadaan bakteri koliform dapat memberikan indikasi kontaminasi air oleh feses, karena bakteri ini mudah dikenali dan mungkin mengandung bakteri patogen (Alaerts dan Santika, 1984).

2.14 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri merupakan suatu metode yang berdasarkan pada absorpsi cahaya pada panjang gelombang tertentu, dengan menggunakan alat yang disebut spektrofotometer. Prinsip dasar kerja spektrofotometer ini mengikuti hukum Lambert-Beer, di mana cahaya monokromatik yang melewati larutan akan sebagian diserap dan sebagian lainnya diteruskan. Jumlah cahaya yang diserap atau diteruskan ini berbanding lurus dengan ketebalan dan konsentrasi larutan (Lindawati, 2015). Prinsip dasar ini menjadi landasan untuk analisis kuantitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis:

$$A = \log I_0/I = \epsilon \cdot C \cdot l$$

A merupakan total cahaya yang diserap oleh sampel, I_0 ialah jumlah intensitas cahaya yang masuk ke dalam sampel, I adalah jumlah intensitas cahaya yang diteruskan oleh sampel, l ialah ketebalan kuvet, ϵ adalah koefisien absorptivitas molar, dan C ialah konsentrasi zat yang sedang dianalisis (Lindawati, 2015).

BAB III

BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu, Tempat Penelitian dan Jadwal Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan pada Desember 2023 – Maret 2024 di laboratorium PT SGS-WLN Indonesia yang berlokasi di Jl. Ahmad Yani Kavling 68B & 68E Tanah Sareal, Kota Bogor, Jawa Barat. Pengambilan sampel air permukaan dilakukan di TPA Galuga yang berlokasi di Jl. Raya Cibungbulang KM 18 16630 Kab. Bogor, Jawa Barat. (Bagan alir penelitian disajikan pada lampiran 1).

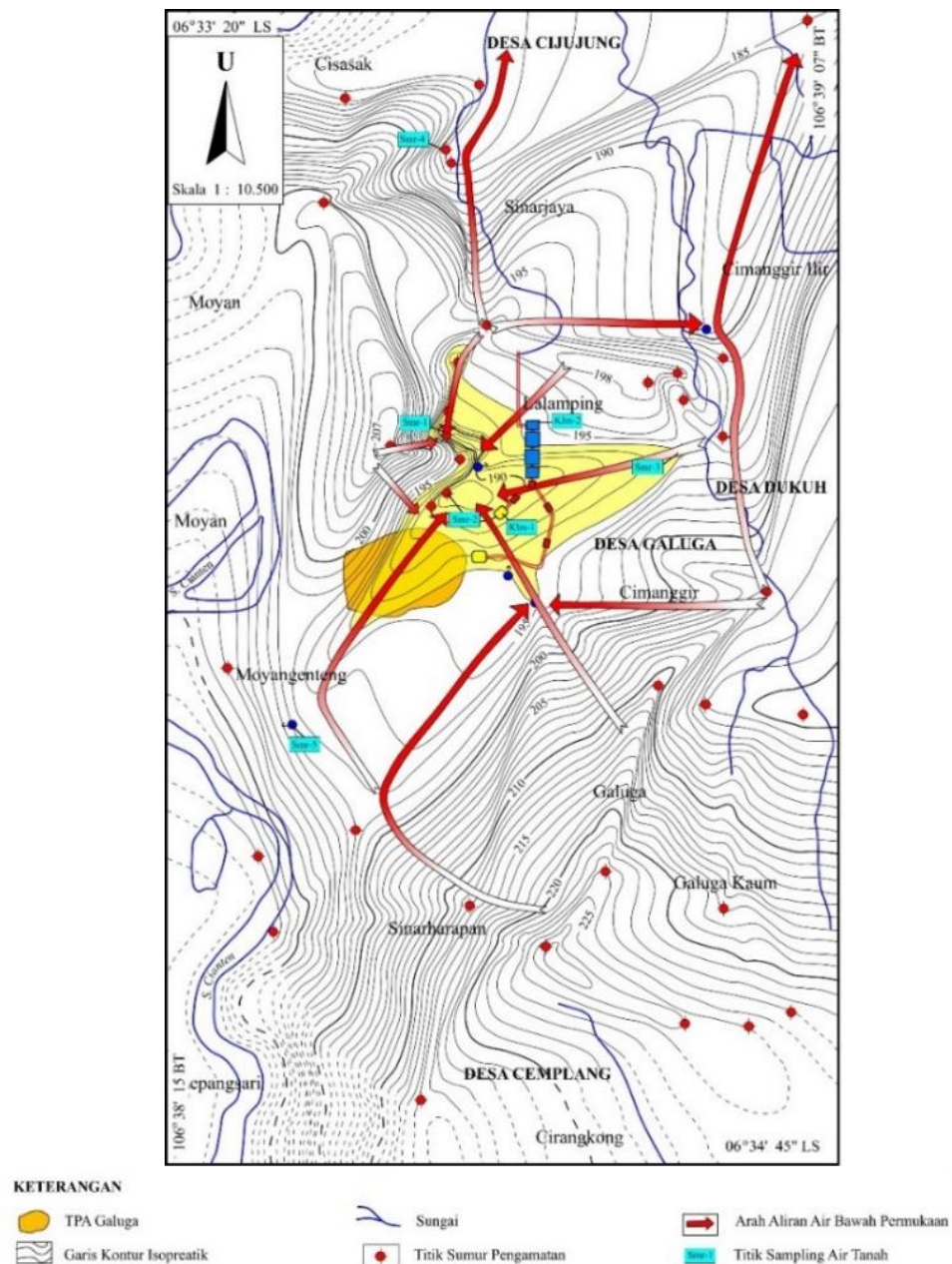
3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu: Termometer, Turbidimeter, Botol sampel, Tali, GPS, Ember, *Cooler Box*, Tissue, Kamera, Alkohol, Korek api, Ice pack, Sarung tangan, Label sampel, Oven, Inkubator, Spektrofotometer UV-VIS, Timbangan, Piala gelas, Botol *winkler*, Corong kaca, Desikator, Kolom reduksi, Pipet volumetri, Gelas ukur, Labu Ukur, pH meter, DO meter, Konduktimeter, Pocket kolorimeter, *Quanty tray* dan Mesin sealer. Bahan yang digunakan diantaranya yaitu: H_2SO_4 1:1, $Na_2S_2O_3$, KH_2PO_4 , K_2HPO_4 , Na_2HPO_4 , Na_2HPO_4 , NH_4Cl , $MgSO_4$, $CaCl_2$, $FeCl_3$, *seed BOD* (Bibit BOD), $NaCl$, *Glucose/Glutamic Acid*, *DPD reagent pillow*, *Copperized granulated cadmium*, $CuSO_4$, HCl , Ethylenediamine Tetracetate (EDTA), Sulfanilamide, H_3PO_4 , N(1-naftil)-etilen-diamin diklorida, NH_4OH , KNO_3 , $NaNO_2$, $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$, $K(SBO)C_4H_4O_6 \cdot 1/2 H_2O$, H_2SO_4 , Asam Askorbat, $NaOH$, *Sigmacell® Cellulose Type 20 or Celite 545*, aquadest dan kertas saring.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan teknik survei dan prosedur untuk menentukan lokasi pengambilan sampel adalah berdasarkan arah aliran air permukaan menurut penelitian Teti (2005) pada gambar 2. Metode sampling dilakukan dalam metode ini, sampel diambil secara langsung dari perairan yang sedang diamati, menggunakan teknik yang disebut *grab sampling*. Setiap pengambilan sampel air di lokasi TPA disampling dan dianalisis sesuai parameter Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 (Pemerintah RI, 2021). Informasi

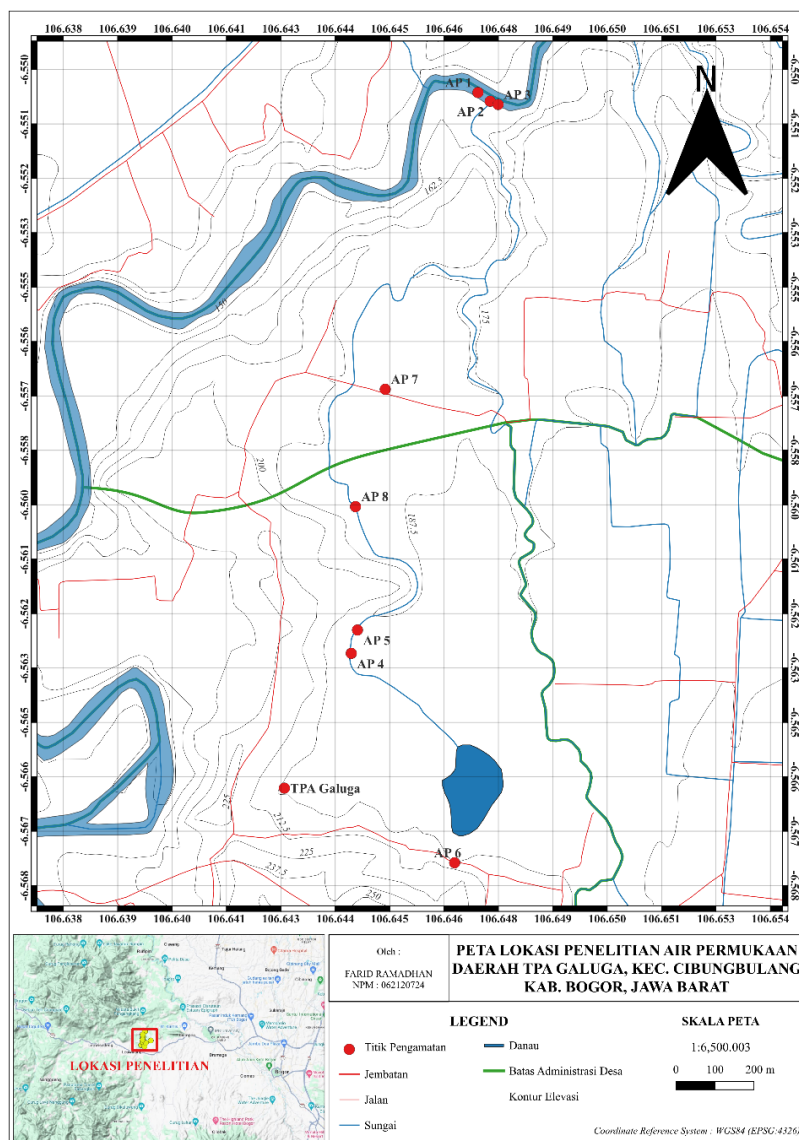
lokasi dicatat menggunakan sistem GPS (global positioning system). Prosedur pengambilan sampel air permukaan harus mematuhi standar yang ditetapkan dalam (SNI 6989.57:2008) mengenai teknik pengambilan sampel air permukaan. Data kualitas Air Permukaan selanjutnya dihitung indeksnya menggunakan *National Sanitation Foundation Water Quality Index (NSF-WQI)*.



Gambar 2. Peta Isopretik & Arah Aliran Air Permukaan Dalam Tahapan Detail
 Sumber: (Teti Syahrulyati, 2005)

3.4 Lokasi Pengambilan Sampel

Penetapan lokasi pengambilan sampel air dimulai dari tempat dimana air limbah dialirkan hingga tercampur dengan air drainase lalu menuju ke sungai Cianten. Sampel air diambil pada delapan lokasi (Gambar 3), dua sampel diantaranya diambil pada saluran pembuangan IPAL (inlet & outlet), empat sampel diambil pada saluran drainase pemukiman penduduk dan dua sampel lainnya diambil pada badan air Sungai Cianten (upstream & downstream). Pengambilan sampel dilakukan selama satu hari dan pada kondisi tidak hujan.



Gambar 3. Peta Titik Lokasi Pengambilan Sampel Air Permukaan

Jarak, titik koordinat, dan elevasi lokasi pengambilan sampel air di TPA Galuga dapat dilihat pada Tabel 2. Jarak lokasi pengambilan sampel air dari TPA Galuga berkisar antara 325.98 hingga 1800 meter, sedangkan ketinggian lokasi (elevasi) berkisar antara 146.975 hingga 213.128 meter dari permukaan laut (mdpl).

Tabel 2. Jarak, Titik Koordinat dan Elevasi Lokasi Pengambilan Sampel Air Permukaan

Deskripsi	Kode Titik	LS	BT	Jarak dari TPA (m)	Elevasi (mdpl)
Upstream Sungai Cianten	AP 1	-6.550134925	106.6472001	1800	146.975
Aliran Air Lindi Sebelum Sungai Cianten	AP 2	-6.550337056	106.6474823	1790	147.099
Downstream Sungai Cianten	AP 3	-6.550412231	106.6476663	1790	148.334
Inlet IPAL TPA	AP 4	-6.563119757	106.6442659	325.98	194.862
Outlet IPAL TPA	AP 5	-6.562579236	106.6444094	386.90	198.703
Kolam Mata Air Desa Galuga	AP 6	-6.56796719	106.6466597	446.91	213.128
Saluran Air Drainase di Pemukiman 1	AP 7	-6.557005091	106.645053	985.46	187.809
Saluran Air Drainase di Pemukiman 2	AP 8	-6.559721984	106.6443639	692.71	187.87

Keterangan:

LS: Lintang Selatan

BT: Bujur Timur

3.5 Analisis Parameter Kualitas Air

Analisis sifat - sifat air meliputi suhu, pH, BOD, nitrat, fosfat, TSS, turbiditas, DO. Analisis suhu, pH, TDS, klorin bebas, turbiditas dan DO dilakukan di lapangan, sedangkan parameter mikrobiologi, TSS, BOD, nitrat, fosfat dan *E.Coli/Fecal Coliform* dilakukan di laboratorium SGS WLN Bogor.

Tabel 3. Parameter dan Metode Analisis

Parameter	Satuan	Metode/Alat
Temperatur (Suhu)	°C	SNI 06-6989.23-2005/ Termometer Alkohol
pH (Derajat Keasaman)	-	APHA 4500 H ⁺ B-2017/ pH meter
Nitrit	mg/l	APHA 4500-NO ₂ ⁻ B 2017/ Spektrofotometri
Nitrat	mg/l	APHA 4500 NO ₃ ⁻ E-2017/ Spektrofotometri
Fosfat	mg/l	APHA 4500 P B&E-2017/ Spektrofotometri
<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	mg/l	APHA 2540 D-2017/ Timbangan
Turbiditas (Kekeruhan)	NTU	APHA 2130 B-2017/ Turbidimeter
<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	mg/l	APHA 4500 O G/H 2017/ DO meter
<i>Biological Oxygen Demand (BOD₅)</i>	mg/l	APHA 5210 B-2017/ DO meter
<i>Fecal Coliform/E.Coli</i>	MPN/100ml	APHA 9223 B-2017/ Quanti-Tray2000
Klorin bebas	mg/l	APHA 4500 Cl G-2017/ Spektrofotometer Pocket Kolorimeter HACH
<i>Total Dissolved Solid (TDS)</i>	mg/l	APHA 2510 B-2017/ Konduktimeter

3.6 Prosedur Kerja

3.6.1. Pengambilan Sampel Air Permukaan (SNI 6989.57:2008)

Pengambilan sampel air pada saluran drainase TPA, sungai dan saluran drainase penduduk dilakukan menggunakan Botol Polyethylene (PE) 1 liter, botol Amber Glass 500mL dan botol IDEXX 100ml. Pengambilan sampel air pada saluran drainase dan air permukaan dilakukan dengan cara memasukkan

beiler atau wadah ke saluran dengan kedalaman setengah dari permukaan air lalu mengisinya kedalam masing-masing botol sampel. Ketika sudah terisi penuh, botol diberi pengawet yang sesuai lalu botol segera ditutup. Untuk botol parameter Fosfat, dan Nitrat menggunakan pengawet H_2SO_4 1:1 dan untuk parameter lainnya pengawetan sampel dilakukan dengan suhu dingin sekitar 4°C menggunakan *ice pack* (terdapat pada lampiran 6).

3.6.2. Pengukuran Suhu menggunakan Termometer (SNI 6989.23:2005)

Untuk mengukur sampel air permukaan, termometer harus dimasukkan langsung ke dalam sampel dan dibiarkan stabil selama (2 hingga 5) menit sebelum mencatat nilai yang tetap. Selalu catat pembacaan termometer tanpa mengangkat termometer dari air terlebih dahulu.

3.6.3. Pengukuran pH metode Elektroda (APHA 4500 H^+B -2017)

Petunjuk pemakaian alat pH meter dapat dilihat pada instruksi kerja alat pH meter. Dituang 50 ml larutan sampel (Suhu ruang) ke dalam piala gelas 100 ml. Larutan tersebut diaduk perlahan dengan elektroda pH kemudian diamkan hingga didapat nilai pH yang stabil. Dicatat nilai pH. Dibilas elektroda dan piala gelas dengan air suling sebelum lanjut ke larutan sampel berikutnya.

Petunjuk kalibrasi alat pH meter dapat dilihat pada instruksi kerja alat pH meter. Dilakukan kalibrasi alat dengan larutan buffer, dimulai dengan buffer pH 7 lalu 4 dan terakhir buffer 10. Hasil slope kalibrasi pH meter harus diantara 90 – 100 % di catat.

3.6.4. Penetapan Nitrit Metode Spektrofotometri (APHA 4500 $\text{NO}_2\text{-B}$ -2017)

Standar larutan nitrit yang digunakan yaitu larutan NaNO_2 . Deret standar nitrit (mg/l) yang digunakan yaitu 0, 0.001, 0.005, 0.01, 0.04 0.12, 0.18. Dituang 10 ml larutan yang akan dianalisa ke dalam tabung reaksi. Masing-masing ditambahkan 0.4 ml pereaksi warna. Larutan dikocok dan dibiarkan selama 10 menit hingga terbentuk warna optimal. Diukur absorbansinya dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 543 nm. Lakukan pengenceran bila konsentrasi nitrit lebih tinggi dari standar kalibrasi tertinggi. Konsentrasi nitrit dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Konsentrasi NO}_2 \text{ (mg/l)} = \text{Data yang dihasilkan} \times \text{Faktor Pengenceran}$$

3.6.5. Penetapan Nitrat Metode Kadmium (APHA 4500 NO₃-E-2017)

Pembuatan kolom reduksi, isi glass wool dimasukkan ke bagian bawah kolom reduksi, diikuti dengan penambahan air ultra-murni. Tambahkan butiran tembaga-kadmium sesuai kebutuhan untuk mencapai panjang kolom sekitar \pm 15 cm. Pastikan air ultra-murni tetap berada di atas butiran tembaga-kadmium untuk mencegah terjebaknya gelembung udara. Kolom dicuci dengan larutan ammonium klorida encer sebanyak 200 ml. Setelah itu, kolom diaktifkan dengan memasukkan larutan campuran sebanyak 50 ml, terdiri dari 12.5 ml larutan standar 1.0 mg/l N-NO₃ dan 37.5 ml larutan ammonium klorida pekat. Pastikan kecepatan aliran larutan antara 7-10 ml per menit. Setiap kali analisa dilakukan kroscek efisiensi kolom (column performance) dengan cara melewati standar nitrit ke kolom reduksi dan bandingkan nilainya dengan standar nitrat yang sudah tereduksi.

Ditambahkan 37.5 ml larutan amonium klorida-EDTA dengan 12.5 ml sampel atau sampel yang telah diencerkan, lalu aduk rata. Tuangkan campuran sampel ke dalam kolom yang telah disiapkan dan biarkan sampel mengalir pada kecepatan 7-10 ml per menit. Buang 20 ml pertama hasil pengumpulan sampel yang pertama. Sisanya kemudian dikumpulkan. Kolom tidak perlu dibilas antar sampel. Setelah selesai proses reduksi, lakukan pewarnaan pada larutan hasil reduksi (pada hari yang sama). Campurkan 0.4 ml pereaksi warna ke dalam 10 ml sampel yang telah direduksi. Biarkan campuran tersebut selama 10 menit. Antara 10 menit dan 2 jam berikutnya, lakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 543 nm menggunakan blanko (tanpa sampel, hanya pereaksi).

Standar larutan nitrat yang digunakan yaitu larutan *Certified Reference Material* (CRM). Deret standar nitrat (mg/l) yang digunakan yaitu 0, 0.005, 0.001, 0.05, 0.1 0.2, 0.5 dan 1.0. Jika konsentrasi sampel melebihi standar kurva tertinggi, oleh karena itu, sisa sampel yang telah direduksi bisa diencerkan kembali sebelum proses pewarnaan ulang dilakukan. Pembuatan kurva standar dilakukan dengan memplot absorbansi terhadap konsentrasi. Perhatikan untuk mencatat nilai NO₃ + NO₂ yang didapat dari instrumen dan kalikan dengan faktor pengenceran (jika ada).

Untuk menghitung konsentrasi nitrat (NO_3), lakukan analisa nitrit secara terpisah (dapat dilihat dalam instruksi kerja penetapan nitrit metode spektrofotometer APHA 4500- NO_2^- B 2017) dan konsentrasi hasil reduksi nya dikurangi konsentrasi nitrit: Konsentrasi Nitrat dengan metode cadmium dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Konsentrasi } \text{NO}_3 \text{ (mg/l)} = (\text{NO}_3 + \text{NO}_2) - \text{NO}_2$$

3.6.6. Penetapan Orto Fosfat dan Total Fosfor Metode Spektrofotometri (APHA 4500 P B&E-2017)

Dibilas alat gelas yang sudah bersih (gunakan sabun bebas fosfat) dengan menggunakan HCl 10 % dan dipanaskan selama 2 jam, lalu bilas dengan air ultra-pure hingga bersih, kemudian dikeringkan. Dituangkan 15 ml sampel yang sudah disaring ke dalam tabung reaksi. Untuk analisis total fosfat, dilakukan digestion dengan cara ditambahkan 0.2 ml asam sulfat 1:1 ke dalam masing-masing sampel, diikuti dengan penambahan ± 0.1 gram ammonium persulfate. Ditutup tabung reaksi. Ditempatkan tabung reaksi ke dalam digestion block pada suhu 105°C selama 120 menit.

Didinginkan pada suhu ruangan lalu tambahkan beberapa tetes indicator PP kemudian tambahkan larutan NaOH 10N tepat hingga larutan berubah menjadi merah muda seulas (penambahan larutan dengan sambil diaduk). Ditambahkan satu tetes larutan H_2SO_4 1:1 kembali sampai tepat warna merah muda seulas hilang. Kemudian tambahkan masing-masing 2.4 ml pereaksi warna campuran ke dalam sampel yang telah di digest untuk total fosfat terlarut, juga untuk sampel orto fosfat (tidak di digest). Kemudian aduk dan biarkan 10 menit. Diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm. Sampel dan standar harus diperiksa dalam waktu 30 menit. Standar larutan fosfat yang digunakan yaitu larutan KH_2PO_4 . Deret standar fosfat (mg/l) yang digunakan yaitu 0, 0.005, 0.02, 0.1, 0.2 0.4, 0.6 dan 0.8. Konsentrasi fosfat dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut:
 Konsentrasi PO_4^{3-} (mg/l) = Hasil pembacaan alat x Faktor Pengenceran

3.6.7. Penetapan Total Padatan Tersuspensi (TSS) Metode Gravimetri (APHA 2540 D-2017)

Dicuci semua peralatan menggunakan air ultra-pure. Dikeluarkan sampel dari kulkas hingga mencapai suhu ruang. Dipanaskan cawan alumunium bersih, yang telah diberi nama, berisi kertas saring ke dalam oven pada suhu 103-105 °C selama minimal 1 jam. Didinginkan dalam eksikator, lalu ditimbang bobot kosong kertas saring kosong + cawan hingga bobot tetap.

Disiapkan peralatan menyaring lalu tempatkan kertas saring yang sudah dibasahi dengan sedikit air ultra-pure pada disc dengan tepat. Dituang standar TSS 100 mg/l sebanyak 100 ml sebagai quality control ke peralatan penyaringan, lalu hisap dengan vakum. Dikocok sampel hingga homogen dan tuang sampel sebanyak 50-250 ml ke peralatan penyaringan, lalu hisap dengan vakum. Volume sampel yang dituang disesuaikan dengan matriks dan kekeruhan sampel.

Dibilas sampel dengan 25 ml air ultra-pure sebanyak 3x. Untuk sampel air laut tuang sampel sebanyak 100 ml ke peralatan penyaringan, lalu hisap dengan vakum. Bilas sampel dengan 200 ml air ultrapure sebanyak 3x. Catatan: Volume pembilasan sampel air laut minimal 5x volume samp. Perlahan pindahkan kertas saring ke dalam cawan alumunium.

Dikeringkan di dalam oven pada suhu 103-105°C selama minimal 1 jam. Didinginkan dalam eksikator hingga suhu ruang lalu ditimbang. Diulangi pengerjaan mulai dari pengeringan sampai penimbangan untuk mendapatkan bobot tetap, dimana hasil selisih dengan bobot sebelumnya adalah < 4% atau 0.5 mg. Konsentrasi total padatan tersuspensi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{mg TSS/L} = \frac{[A - B] \times 1000}{\text{Volume Sampel (ml)}}$$

Keterangan:

A: Sampel kering + kertas saring + bobot cawan (mg)

B: Bobot kertas saring + bobot cawan (mg)

3.6.8. Penetapan Kekeruhan Metode Kolorimetri (APHA 2130 B-2017)

Digunakan sell yang bersih. Diisi dengan larutan homogen kemudian dibersihkan bagian luarnya. Sell dimasukkan ke dalam turbidimeter, dibiarkan 1 sampai 2 detik untuk menghilangkan gelembung, lalu dibaca hasil pada layar. Data dicatat. Dilakukan pengenceran bila nilai kekeruhan yang diperoleh lebih tinggi dari standar tertinggi. Panjang gelombang yang digunakan yaitu 860nm.

Petunjuk kalibrasi alat turbidimeter dapat dilihat pada instruksi kerja alat turbidimeter. Pastikan sell yang digunakan bersih. Dilakukan kalibrasi dengan mengukur deret standar, dimulai dari standar 20, 100, dan 800 NTU. Dilanjutkan dengan verifikasi alat dengan membaca standar 10 NTU. Konsentrasi total padatan tersuspensi dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Kekeruhan (NTU)} = \text{Hasil Analisa} \times \text{Faktor Pengenceran}$$

3.6.9. Pengukuran Oksigen Terlarut (DO) (APHA 4500 O G/H 2017)

Sebelum alat DO meter digunakan, dilakukan kalibrasi terlebih dahulu di udara terbuka hingga pembacaan DO meter terbaca 20mg/l. Dituang 50 ml sampel ke dalam piala gelas. Dimasukkan probe ke dalam larutan yang akan diukur nilai DO-nya (oksigen terlarut). Ditekan tombol *GREEN/RIGHT* untuk melakukan pengukuran. Setelah pembacaan stabil maka pada display alat tercantum nilai DO larutan yang diukur. Catat nilai DO. Dibilas *probe* dengan air *ultra pure* sebelum lanjut ke larutan sampel berikutnya.

3.6.10. Penetapan Kebutuhan Oksigen Biologis (BOD) (APHA 5210 B-2017)

Disiapkan air pengencer BOD. Digunakan botol BOD yang telah dibersihkan. Diisi dua buah botol BOD dengan air pengencer sebagai Blanko, hingga penuh. Selisih DO_0 dan DO_5 harus < 0.2 mg/l. Botol Winkler peruntukan blanko tidak digunakan untuk sampel. Digunakan selalu air pengencer BOD untuk semua pengenceran. Jangan lupa untuk selalu menuangkan larutan ke dalam botol melalui dinding botol dengan hati-hati, untuk mengurangi terperangkapnya udara dalam botol (dapat mengakibatkan tingginya hasil DO), juga selalu isi botol hingga penuh.

Diisi botol BOD dengan 15 ml dan 30 ml larutan bibit BOD kemudian ditambahkan air pengencer hingga penuh untuk menentukan nilai SCF (seed correction factor). Nilai SCF harus pada range 0.6 – 1.0. Diisi botol BOD dengan 6 ml standar glukosa-glutamat dan 4 ml larutan bibit BOD, kemudian isi penuh botol BOD menggunakan air pengencer (pengenceran 50X). Tahap ini sebagai kontrol standar dengan nilai 198 ± 30 mg/l. Lakukan duplikat.

Untuk pengenceran sampel, gunakan minimal 2 deret pengenceran. Isi botol BOD dengan 100 ml sampel (pengenceran 3x) dan 50 ml sampel (pengenceran 6x), kemudian ditambahkan 4 ml larutan bibit BOD dan ditambahkan air pengencer sampai penuh. Digunakan juga pengenceran yang lebih tinggi untuk sampel yang diperkirakan mengandung kadar BOD yang tinggi. Dikeluarkan udara yang terperangkap dalam botol (bisa dengan mengetuk –ngetuk dinding luar botol). Dianalisa DO awal dengan elektroda DO meter, bilas elektroda dengan air ultra-pure, sebelum dan sesudah pengukuran masing-masing botol. Catat hasilnya. Ditutup botol-botol tersebut dan tutup lagi dengan parafilm. Letakkan dalam inkubator pada suhu ± 20 °C selama 5 hari. Selama proses Inkubasi botol-botol tersebut harus terbebas dari paparan sinar matahari. Dianalisa kembali DO akhir setelah 5 hari. Dicatat hasilnya dan kalkulasi hasil BOD. Konsentrasi kebutuhan oksigen biologis dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$SCF = (B_5 - B_0) \times \left(\frac{V_s \text{ Sampel}}{V_s \text{ Blank}} \right)$$

$$BOD_5 \text{ mg/l} = \frac{[(DO_0 - DO_5) - SCF]}{P}$$

Keterangan:

B_0 : DO blanko awal (0 hari) (mg/l)

B_5 : DO blanko akhir (5 hari) (mg/l)

DO_0 : DO sampel awal (0 hari) (mg/l)

DO_5 : DO sampel akhir (5 hari) (mg/l)

SCF: *Seed correction factor* (faktor koreksi penambahan larutan bibit BOD)

V_s Sampel: Volume larutan bibit BOD yang ditambahkan ke dalam sampel

V_s Blanko: Volume larutan bibit BOD yang ditambahkan ke dalam blanko

3.6.11. Enumerasi E.Coli dan Total Coliform dengan Metode IDEXX (APHA 9223 B-2017)

Disiapkan 100 ml sampel uji didalam botol steril. Mesin sealer dihidupkan, lampu oranye akan menyala. Sealer akan siap digunakan apabila lampu hijau sudah menyala. Sambil menunggu sealer siap digunakan, disiapkan 100 ml sampel uji di dalam botol steril. Untuk blanko metoda menggunakan 100 ml air steril dan dikerjakan sama seperti sampel uji.

Ditambahkan satu bungkus colilert atau colilert 18 ke dalam botol sampel. Dikocok hingga larut sempurna dan dituang ke dalam quanti tray 2000. Setelah sealer siap digunakan, quanti tray 2000 yang telah berisi sampel diletakkan diatas karet pada mesin sealer. Quanti tray 2000 didorong perlahan hingga masuk ke dalam rak sealer. Ditulis kode sampel pada bagian belakang quanti tray 2000. Setelah selesai di seal, quanti tray diinkubasi pada suhu $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$ selama 24-28 jam untuk colilert atau 18-22 jam untuk colilert 18.

Setelah waktu inkubasi, quanti tray 2000 dikeluarkan dari inkubator untuk diamati. Dihitung jumlah sumur besar dan sumur kecil yang berwarna kuning untuk *total coliform* dan yang berpendar di bawah lampu UV(365-366 nm) untuk *E.coli*. Untuk Perhitungan jumlah *total coliform* dan *E.coli* dihitung berdasarkan tabel MPN dari IDEXX Quanti-Tray 2000, dengan jumlah sumur besar (yang positif) pada sisi vertikal atau sumbu Y (0-49) dan jumlah sumur kecil (yang positif) pada sisi horizontal atau sumbu X (0-48). Angka yang tertera pada titik pertemuan sumbu X dan sumbu Y adalah jumlah *total coliform* atau *E.coli* dalam satuan MPN/100 ml.

3.6.12. Penetapan Klorin Bebas Metode N,N-diethyl-p-phenylenediamine (DPD) (APHA 4500 Cl G-2017)

Untuk pengukuran klorin bebas pada sampel. Colorimeter dikalibrasi terlebih dahulu dengan standar larutan klorin. Dituang 10 ml larutan yang akan dianalisa ke dalam sell. Ditambahkan 1 sachet pereaksi DPD lalu dikocok hingga larut. Dibaca konsentrasi free-chlorine dengan Pocket *Colorimeter HACH* dengan Panjang gelombang 515 nm. Dicatat hasil analisa.

3.6.13. Pengukuran Total Padatan Terlarut (TDS) Metode Konduktimeter (APHA 2510 B-2017)

Diubah sistem pembacaan alat ke mode TDS (mg/l). Disetting TDS corection factor 0.51 untuk pembacaan standard dan 0.70 untuk pembacaan sampel. Dituang 50 ml larutan yang akan dianalisa dalam piala gelas, aduk perlahan menggunakan probe kemudian biarkan hingga di dapat nilai TDS yang stabil. Dicatat hasil yang stabil pada layar.

Petunjuk pemakaian dan kalibrasi alat konduktivitas dapat dilihat pada instruksi kerja alat konduktimeter. Dilakukan kalibrasi dengan mengukur konduktivitas standar kalibrasi 1413 umho/cm dan 12.9 mS/cm. Dicatat slope/cell hasil kalibrasi dengan range keberterimaan 0.45-0.5 1/cm.

3.7 Analisis Data

Untuk menetapkan kelayakan air permukaan, maka hasil analisis di laboratorium dan secara in situ dapat ditetapkan berdasarkan PP 22 Tahun 2021 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Ketentuan tersebut mengacu pada kadar maksimum parameter kualitas air yang diperbolehkan.

Indeks Kualitas Air (IKA) disusun untuk merangkum data kompleks tentang kualitas air menjadi informasi yang lebih mudah dipahami dan bermanfaat bagi masyarakat umum dan pembuat regulasi. Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan parameter dan kurva sub-indeks yang diperlukan dalam pembuatan IKA. Pendekatan yang digunakan dalam pembuatan IKA mengikuti metode yang telah ditetapkan dalam NSF-WQI (Dewi, 2016).

Pada umumnya, penilaian kualitas lingkungan, khususnya di lingkungan perairan, bisa dilakukan menggunakan Indeks Kualitas Air (IKA). Penentuan indeks tersebut sering kali mengikuti Metode Delphi yang telah dikembangkan oleh *US National Sanitation Foundation - Water Quality Index* (NSF – WQI) (Suprihatin, 1992).

IKA dibentuk berdasarkan bobot (w_i) dan sub-indeks (I_i) dari sembilan parameter kualitas air kunci, seperti oksigen terlarut (DO), koliform tinja (*Fecal coliform*), pH, BOD₅, NO₃⁻, PO₄³⁻, suhu, kekeruhan serta padatan total. Terdapat

pula dua kategori parameter yang berperan dalam menentukan status kualitas air, yakni kelompok senyawa toksik dan pestisida (Suprihatin, 1992).

Dua kategori parameter kualitas air, yakni senyawa beracun dan pestisida, tidak diberi penilaian bobot, melainkan ditetapkan dengan standar khusus. Jika konsentrasi pestisida (semua jenis) melewati 0,1 mg/l, maka indeks kualitas air akan mencapai nol (Suprihatin, 1992). Sama halnya, jika terdapat senyawa toksik dengan konsentrasi melebihi ambang batas standar, Dalam skenario ini, jika konsentrasi pestisida (semua jenis) melebihi ambang batas, maka nilai Indeks Kualitas Air juga akan mencapai nol. Dalam konteks penelitian ini, diasumsikan bahwa lingkungan perairan yang sedang dianalisis tidak mengandung senyawa toksik dan pestisida yang melampaui batas yang ditetapkan.

Tabel 4. Nilai Bobot & Kepentingan Parameter WQI-NSF

Parameter	Nilai Bobot & Kepentingan Parameter
Temperatur (Suhu)	0.10
pH (Derajat Keasaman)	0.12
Nitrat	0.10
Fosfat	0.10
<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	0.08
Turbiditas (Kekeruhan)	0.08
<i>Dissolved Oxygen (DO)</i>	0.17
<i>Biological Oxygen Demand (BOD₅)</i>	0.10
<i>Fecal Coliform</i>	0.15
Total Bobot & Kepentingan Parameter	1.0

Sumber: Ott, 1978

Langkah-langkah perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA) adalah sebagai berikut:

1. Tentukan nilai sub-indeks I_i dari kurva parameter ke- i . Nilai sub-indeks I_i bergantung pada nilai parameter ke- i .
2. Kalikan nilai sub-indeks I_i dengan bobot dan kepentingan parameter ke- i (w_i).
3. Jumlahkan hasil perkalian untuk semua parameter.

Total dari penjumlahan ini merupakan nilai Indeks Kualitas Air. Indeks Kualitas Air kemudian dihitung menggunakan rumus yang telah ditentukan:

$$IKA = \sum_{i;1}^n (w_i \times I_i)$$

Keterangan:

n : Jumlah parameter (=9)

IKA : Indeks kualitas air, berskala 0 - 100

w_i : Nilai bobot untuk parameter ke-i, untuk skala 0 - 1,0

I_i : Nilai sub indeks, diperoleh dengan cara menggunakan Kalkulator NSF-WQI Online pada website: water-research.net/watrqualindex/index.htm

Hasil perhitungan Indeks Kualitas Air (IKA) kemudian dibandingkan dengan standar kualitas lingkungan perairan yang ditetapkan oleh NSF-WQI (Suprihatin, 1992), sebagaimana yang terdokumentasikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Kriteria Mutu Lingkungan Perairan

Indeks Kualitas Air	Keterangan	Warna
0 - 25	Sangat buruk	Merah
26 - 50	Buruk	Jingga
51 - 70	Sedang	Kuning
71 - 90	Baik	Hijau
91 - 100	Sangat Baik	Biru

Sumber: NSF-WQI; Suprihatin 1992

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

TPA sampah Galuga, berlokasi di Kampung Lalamping, Desa Galuga, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor, Jawa Barat, terletak sekitar 25 km dari pusat kota Bogor. TPA ini telah beroperasi sejak tahun 1986 dengan luas awal daerah pengoperasian yakni sekitar 17 Ha (diperoleh melalui pembebasan lahan warga). Hingga saat ini luas total wilayah TPA Galuga adalah sekitar 27.8 Ha yang terdiri dari areal pembongkaran sampah, sarana jalan dan saluran drainase, saluran dan kolam Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), kantor dan pos pengawas, pos pelayanan kesehatan, lahan penampungan sampah, pabrik kompos, lahan timbunan longsor, lahan kosong, dan penggunaan lainnya (UPTD TPA Galuga, 2013).

TPA Galuga berada di wilayah yang memiliki curah hujan tahunan sekitar 2500-3000 mm/tahun dengan temperatur udara harian rata-rata berkisar antara 18-34⁰C. Di samping itu, TPA ini berada pada wilayah yang bertopografi cukup tinggi dan berdampingan dengan lahan pertanian serta permukiman. Pusat timbunan sampah TPA Galuga dan lahan pertanian dipisahkan oleh saluran air lindi yang berpangkal pada reservoir air yang banyak ditumbuhi eceng gondok.

TPA Galuga menampung berbagai macam jenis sampah yang berasal dari Kabupaten dan Kota Bogor. Daerah pelayanan TPA Galuga mencakup Kota dan Kabupaten Bogor. Area pembongkaran dan penimbunan sampah di TPA ini dibagi menjadi dua, yakni area untuk sampah Kota Bogor seluas 14 Ha dan untuk sampah Kabupaten Bogor seluas 2.5 Ha. Pembagian lahan ini didasarkan pada jumlah sampah kota yang lebih banyak dibandingkan dengan sampah kabupaten. Metode pengelolaan sampah yang diterapkan di TPA Galuga adalah sistem terbuka (*open dumping*). Dengan metode ini, sampah dibiarkan terbuka saat ditimbun, tetapi penataannya dikendalikan agar tersebar merata menggunakan peralatan berat. Air lindi dari Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) disalurkan ke rawa yang berdekatan dengan tumpukan sampah, kemudian mengalir melalui saluran pembuangan menuju sungai Cianten. Sebelum mencapai sungai Cianten, saluran pembuangan tersebut bertemu dengan selokan Cimanggir.

Darmasetiawan (2004) mengungkapkan bahwa metode open dumping ini menimbulkan masalah pencemaran lingkungan, seperti: polusi udara terjadi karena debu, bau, dan gas yang dilepaskan, sedangkan polusi air dan tanah disebabkan oleh air lindi yang dihasilkan. Selain itu, kondisi estetika lingkungan memburuk karena pemandangan yang kotor. Air lindi ini dapat tersebar melalui aliran air hujan dan meresap ke dalam tanah dengan mudah hingga mencemari air tanah termasuk air permukaan di sekitarnya. Disamping itu, berdasarkan penuturan ketua operasional lapang TPA Galuga diketahui bahwa pada awal pemanfaatannya lahan tersebut tidak diberi pelapis dasar yang bertujuan untuk mengurangi potensi aliran lindi ke dalam air tanah. Oleh sebab itu, pencemaran air di sekitar TPA sangat berpotensi terjadi.

Diana (1992) mengungkapkan bahwa komposisi air lindi sangat beragam karena proses pembentukannya dipengaruhi oleh sifat-sifat sampah, seperti keberadaan bahan organik atau anorganik, tingkat kemudahan penguraian, serta kondisi tumpukan sampah seperti suhu, pH, kelembapan, dan umur. Faktor lain yang memengaruhi adalah karakteristik sumber air, termasuk kuantitas dan kualitas air yang dipengaruhi oleh iklim dan hidrogeologi, komposisi tanah penutup, ketersediaan nutrien, mikroba, dan keberadaan inhibitor. Dari segi administratif, TPA sampah Galuga ini memiliki batasan dengan:

Sebelah utara	: Areal pertanian Desa Cijujung, Kecamatan Cibungbulang
Sebelah timur	: Perbukitan Kampung Cimanggir
Sebelah barat	: Kampung Lalamping, Desa Galuga
Sebelah Selatan	: Kampung Moyan, Desa Cemplang, Kecamatan Cibungbulang

Pemukiman penduduk yang terlewati saluran pembuangan adalah Desa Cisasak yang mayoritas penduduknya bekerja sebagai petani, sebagian lain adalah pemulung dan pedagang. Di sekitar area ini terdapat pemukiman dengan sebagian besar penduduknya mengandalkan air permukaan untuk keperluan seperti budidaya ikan air tawar, peternakan, penyiraman tanaman, dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Oleh karena itu, kualitas air diatur berdasarkan Standar Kualitas Lingkungan Air yang berlaku untuk kegiatan budidaya ikan, peternakan, dan

penyiraman tanaman. Baku Mutu tersebut ditetapkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

Lokasi pengambilan sampel AP 1, memiliki ketinggian 146.975 meter di atas permukaan laut (m dpl), berada pada *upstream* sungai cianten atau badan air sebelum masuknya air lindi dari IPAL TPA dengan koordinat LS -6.550134925 BT 106.6472001. Gambar 2a menunjukkan kondisi lingkungan pengambilan sampel. Lokasi pengambilan sampel AP 2, berada setelah pertemuan antara saluran pembuangan IPAL TPA dengan selokan Cimanggir, aliran ini yang nantinya menuju sungai Cianten (Gambar 2b). Berada pada ketinggian 147.099 m dpl dengan koordinat LS -6.550337056 BT 106.6474823. Lokasi pengambilan sampel AP 3, berada setelah pertemuan antara aliran sungai cianten dan saluran pembuangan dari IPAL TPA (Gambar 2c). Berada pada ketinggian 148.334 m dpl dengan koordinat LS -6.550412231 BT 106.6476663. Lokasi pengambilan AP 4, lokasi ini sangat dekat dengan penampungan sampah dan saluran pembuangan yang belum melewati IPAL (Gambar 2d). Berada pada ketinggian 194.862 m dpl dengan koordinat LS -6.563119757 BT 106.6442659. Lokasi pengambilan sampel AP 5, lokasi ini sangat dekat dengan penampungan sampah dan merupakan outlet setelah melewati IPAL (Gambar 2e). Berada pada ketinggian 198.703 m dpl dengan koordinat LS -6.562579236 BT 106.6444094. Lokasi pengambilan sampel AP 6, berada pada ketinggian 213.128 m dpl dengan koordinat LS -6.56796719 BT 106.6466597 lokasi ini banyak ditumbuhi pepohonan yang bertajuk tinggi dan merupakan kolam mata air warga di Desa Galuga. (Gambar 2f). Lokasi pengambilan sampel AP 7, memiliki ketinggian 187.809 m dpl, berada pada saluran drainase di pemukiman warga dengan koordinat LS -6.557005091 BT 106.645053. Gambar 2g menunjukkan kondisi lingkungan pengambilan sampel. Lokasi pengambilan sampel 8 (AP 8), memiliki ketinggian 187.870 m dpl, berada pada saluran drainase di pemukiman warga dengan koordinat LS -6.559721984 BT 106.6443639. Gambar 2h menunjukkan kondisi lingkungan pengambilan sampel.



Gambar 4. Lokasi pengambilan sampel air permukaan,
 a. Lokasi AP 1, b. Lokasi AP 2, c. Lokasi AP 3, d. Lokasi AP 4, e. Lokasi AP 5, f.
 Lokasi AP 6, g. Lokasi AP 7, h. Lokasi AP 8.

4.2 Kualitas Air di Sekitar TPA Galuga

Di sekitar area ini terdapat pemukiman dengan sebagian besar penduduknya mengandalkan air permukaan untuk keperluan seperti budidaya ikan air tawar, peternakan, penyiraman tanaman, dan kebutuhan rumah tangga lainnya. Oleh karena itu, kualitas air diatur berdasarkan Standar Kualitas Lingkungan Air yang berlaku untuk kegiatan budidaya ikan, peternakan, dan penyiraman tanaman (Arsyad, 2000).

4.2.1. Temperatur

Pengamatan lapangan menunjukkan pada AP (Air Permukaan) 1 sampai dengan AP 8 memiliki temperatur antara 28.5 – 30°C.

Tabel 6. Temperatur (°C) Air Permukaan

Lokasi	Temperatur (°C)	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	28.5	Kelas III: Dev 3°C Dari suhu udara tempat sampling
AP-2	29.0	
AP-3	28.5	
AP-4	30.0	
AP-5	29.5	
AP-6	30.0	
AP-7	28.5	
AP-8	30.0	
Rata-rata	29.25	

Suhu memiliki peran penting di dalam ekosistem perairan. Aspek-aspek kimia seperti kelarutan oksigen, respirasi organisme perairan, kecepatan degradasi zat pencemar, dan reaksi kimia serta efek toksisitas pencemar dipengaruhi oleh suhu (Riza et al., 2015).

Suhu bisa berubah seiring dengan pergantian musim, posisi lintang suatu daerah, elevasi relatif terhadap permukaan laut, posisi geografis terhadap jalur matahari, serta waktu pengukuran dan pengambilan sampel (Morganof, 2007).

Suasana suhu di dalam air limbah maupun di permukaan air, termasuk dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan, seperti paparan sinar matahari pada perairan, selain itu air lindi menghasilkan gas metana yang akan membuat suhu air menjadi meningkat dan bisa membuat kebakaran. Kenaikan suhu juga

berkontribusi pada percepatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba. Radiasi matahari yang menembus perairan akan diserap dan mengubahnya menjadi energi termal. Terjadi terutama di lapisan permukaan, sehingga suhu air di bagian atas cenderung lebih tinggi (Effendi, 2003).

Pada titik sampling dari AP 3 hingga AP 7, tidak ada kanopi pohon yang menutupi lokasi, sehingga suhu di daerah tersebut cenderung tinggi. Sementara itu, AP 1, AP 2, dan AP 8 memiliki kanopi pohon di sekitar saluran drainase pembuangan, sehingga cahaya matahari tidak langsung mengenai air, sehingga suhunya lebih rendah. Dalam perbandingan dengan standar baku mutu untuk Kelas III menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, suhu air permukaan berada dalam batas standar. Standar deviasi ± 3 (baku mutu) menunjukkan bahwa suhu air boleh berkisar antara $\pm 3^{\circ}\text{C}$ dari suhu udara. Misalnya, jika suhu udara adalah 30°C , maka kelas 3 membatasi suhu air antara $27 - 33^{\circ}\text{C}$.

4.2.2. pH (Derajat Keasaman)

Tingkat pH sangat terkait dengan keberadaan logam berat dalam air sungai. Semakin tinggi kontaminasi logam berat dalam sungai, semakin rendah nilai pH-nya, yang bisa menyebabkan air menjadi asam. Kondisi asam dalam air umumnya disebabkan oleh keberadaan bikarbonat. Faktor-faktor alami dan aktivitas manusia juga memengaruhi tingkat keasaman (pH) dalam air (Kristianto, 2002).

Nilai pH berperan sebagai penanda keasaman atau kebasaan, mencerminkan konsentrasi dan aktivitas ion hidrogen H^+ . Tingkat pH yang rendah (asam) menunjukkan konsentrasi lebih tinggi dari ion hidrogen H^+ , sedangkan pH yang tinggi (basa) menunjukkan konsentrasi lebih tinggi dari ion hidroksil OH^- . Dalam air murni, konsentrasi H^+ dan OH^- seimbang, menghasilkan keadaan netral dengan nilai $\text{pH}=7$. Hasil pengukuran pH menunjukkan variasi nilai di setiap lokasi, dengan kisaran antara 7 hingga 8. Data pada Tabel 7 menunjukkan bahwa nilai pH tertinggi pada air permukaan tercatat pada AP 2 yaitu sebesar 8.54 dan yang terendah pada AP 1 yaitu sebesar 7.37.

Tabel 7. Nilai pH Air Permukaan

Lokasi	Nilai pH	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	7.37	Kelas III: 6-9
AP-2	8.54	
AP-3	8.16	
AP-4	8.00	
AP-5	7.90	
AP-6	8.00	
AP-7	7.80	
AP-8	8.05	
Rata-rata	7.97	

Air lindi TPA Galuga memiliki pH yang tergolong basa. Hasil ini didukung oleh Arbain et al. (2008) menurut laporan, pH air lindi di TPA Suwung, Bali, mencapai 8.57. Salah satu variabel yang berpengaruh terhadap pH air lindi adalah umur sampah. Menurut Pohland dan Harper (1985) seperti yang dikutip oleh Priambodho (2005), saat tumpukan sampah mengalami proses penuaan, terdapat tahap fermentasi metana yang merupakan hasil dekomposisi biologis anaerobik yang hampir sempurna, dengan pH yang bervariasi antara 7,5 sampai dengan 9.

Hasil analisis pH air limbah dalam penelitian ini menunjukkan nilai yang berada dalam kisaran normal. Temuan serupa juga tercatat dalam penelitian Adhitia (2015) di TPA Galuga, yang mencatat nilai pH air limbah antara 6.06 hingga 8.04, serta penelitian oleh Rezagama dan Notodarmojo (2012) di TPA Sarimukti Solo dengan nilai pH air limbah sebesar 9.1. Studi yang dilakukan oleh Arbain di TPA Suwung, Denpasar, juga mencatat fluktuasi pH air limbah antara 7.34 hingga 7.63. Variasi dalam pH dipengaruhi oleh aktivitas respirasi organisme akuatik, yang menghasilkan karbon dioksida. Semakin tinggi produksi karbon dioksida dari proses respirasi, semakin rendah pH akan menjadi. Sebaliknya, peningkatan aktivitas fotosintesis akan meningkatkan pH (Kordi, 2000 dalam Suhmana, 2012).

Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk aktivitas biologis, kadar oksigen, dan keberadaan ion-ion tertentu. Aktivitas biologis menghasilkan karbon dioksida (CO₂) melalui proses respirasi, yang kemudian

dapat membentuk ion buffer atau penyangga untuk menjaga pH perairan tetap stabil (Pescod dalam Marganof, 2007). Pescod dalam Faridhita et al. (2019) juga menyatakan bahwa pH yang memenuhi syarat untuk kehidupan organisme 5 – 8,7. Berdasarkan baku mutu PP 22 tahun 2021 Kelas III, pH tergolong baik karena berada sekitar 6-9 dan semua titik sampling telah memenuhi baku mutu.

4.2.3. Nitrit

Nitrit adalah hasil turunan dari amonia, yang diubah menjadi nitrit oleh bakteri Nitrosomonas sp. Nitrit biasanya bersifat sementara dan merupakan tahap perantara dalam proses konversi amonia menjadi nitrat. Kehadiran nitrit menunjukkan adanya aktivitas biologis dalam dekomposisi materi organik dengan kadar oksigen terlarut yang sangat rendah. Kadar nitrit dalam air cenderung rendah karena cepat teroksidasi menjadi nitrat (Eilbeck, WJ dan Mattock, 1992).

Tabel 8. Konsentrasi Nitrit (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	Nitrit	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	0.0032	Kelas III: Maksimal 0.06 mg/l
AP-2	29.65*	
AP-3	0.0051	
AP-4	31.8*	
AP-5	35.45*	
AP-6	0.0009	
AP-7	17.68*	
AP-8	40.425*	
Rata-rata	19.3767*	

Keterangan: *Tidak memenuhi standar baku mutu air permukaan

Pengukuran kandungan nitrit di lokasi penelitian menunjukkan rentang nilai antara 0.0009 hingga 40.425 mg/l. Beberapa nilai melebihi nilai nitrit yang melampaui batas maksimum yang diizinkan sesuai dengan Standar Kualitas Air Kelas III. Ini menandakan tingginya aktivitas biologis dalam penguraian materi organik, dan kandungan nitrit yang melebihi 0,06 mg/l dapat berpotensi merugikan bagi organisme perairan yang sangat peka. Meskipun menurut Hammer (1986), kadar nitrit sebesar 0,06 ppm tidak dianggap merusak kualitas air.

Kadar nitrit dapat bervariasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk konsentrasi oksigen terlarut, suhu, pH, konsentrasi amonia/nitrat, dan waktu retensi. Waktu retensi menunjukkan durasi yang digunakan oleh bakteri untuk mengubah amonia menjadi nitrit. Semakin banyak bakteri nitrifikasi yang ada, semakin tinggi kandungan nitrit yang dihasilkan. Faktor-faktor seperti konsentrasi oksigen terlarut, suhu, pH, dan konsentrasi amonia atau nitrit juga memainkan peran penting. Semakin optimal faktor-faktor ini, semakin tinggi kandungan nitrit yang dihasilkan (Hammer, 1986).

4.2.4. Nitrat

Nitrat merupakan salah satu bentuk utama nitrogen di dalam air dan berperan sebagai sumber nutrisi yang vital bagi tanaman dan alga. Proses terbentuknya nitrat melibatkan konversi ammonium melalui proses nitrifikasi oleh bakteri *Nitrobacter*, terjadi konversi menjadi senyawa nitrat. Sumber utama nitrat adalah sisa makanan dan oksidasi amonia yang terjadi di dalam limbah di Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Mengonsumsi air dengan kadar nitrat yang tinggi bisa mengakibatkan gangguan pada sirkulasi darah bayi dan mengganggu pencernaan manusia (Muller, 1991 dalam Ompusunggu, 2009).

Kadar nitrat tertinggi diperoleh dari sampel air lindi yang diambil dari lokasi AP 7 dan AP 8 yakni sebanyak 24.525 mg/l dan 45.23 mg/l (Tabel 9). Hasil ini cukup menarik karena titik lokasi memiliki jarak yang cukup jauh dengan TPA Galuga. AP 7 dan AP 8 ini merupakan saluran drainase di pemukiman warga yang jaraknya 0.7 km – 1 km dari TPA Galuga. Hal ini mungkin disebabkan adanya sampah makanan, pupuk kandang yang dimanfaatkan untuk lahan pertanian dan *septic tanks* di dekat lokasi tersebut yang mengakibatkan kadar nitrat menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan air permukaan yang lain dan berada lebih dekat dari TPA. Tingginya kadar nitrat dalam air permukaan diduga tercemar bukan karena limbah TPA. Sumber pencemaran nitrat di dalam air umumnya berasal dari limbah industri, *septic tanks*, limbah hewan, dan limbah angkutan air (Steenvoorden, 1989 dalam Ompusunggu, 2009).

Untuk menganalisis nitrat dalam sampel air, perlu ditambahkan H_2SO_4 pekat hingga mencapai $pH < 2$ agar menghambat proses nitrifikasi. Hal ini dilakukan agar konsentrasi nitrat dalam sampel tidak terpengaruh oleh proses

nitrikasi, sehingga dapat merepresentasikan konsentrasi nitrat dalam air permukaan dengan lebih akurat (Alaert dan Santika, 1987). Nitrat dapat dipisahkan dari air menggunakan tiga metode, yaitu penyulingan, tekanan balik osmotik, dan pertukaran ion (Manampiring, 2009).

Kepadatan pemukiman yang tinggi serta kegiatan masyarakat yang membuang limbah domestik langsung ke aliran air permukaan adalah faktor utama yang meningkatkan kandungan nitrat dalam perairan. Di samping itu, diprediksikan bahwa limbah dari wilayah hulu, terutama yang terpengaruh oleh kegiatan pertanian, juga berkontribusi pada peningkatan kandungan nitrat dalam aliran sungai. Pupuk yang terbawa oleh limbah dari lahan pertanian biasanya mengandung nutrisi yang tidak diserap oleh tanaman, sehingga konsentrasi nitrat cenderung meningkat. Tingginya kandungan nitrat dapat memicu eutrofikasi perairan, yang mengakibatkan pertumbuhan alga dan tumbuhan air menjadi sangat cepat (Yogafany, 2015).

Tabel 9. Konsentrasi Nitrat (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	Nitrat	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	0.9417	Kelas III: Maksimal 20
AP-2	8.425	
AP-3	13.805	
AP-4	6.15	
AP-5	5.90	
AP-6	0.8241	
AP-7	24.525*	
AP-8	45.23*	
Rata-rata	13.2251	

Keterangan: *Tidak memenuhi standar baku mutu air permukaan

Kandungan nitrat dalam air permukaan yang melampaui ambang batas akan memberikan dampak negatif bagi lingkungan perairan, salah satunya adalah penyuburan badan air atau eutrofikasi. Oleh sebab itu perlu dilakukan upaya untuk menekan laju peningkatan kadar nitrat dalam perairan. Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mereduksi nitrat dalam air lindi tersebut misalnya pemanfaatan eceng gondok (Ali, 2011 dalam Marthana, 2014). Kadar nitrat dalam air permukaan AP 7 dan AP 8 telah melampaui batas maksimum yang

diperbolehkan berdasarkan PP 22 tahun 2021 Kelas III. Berdasarkan lokasi pengambilan sampel, kadar nitrat dalam sampel air permukaan mengalami kenaikan dari AP 4 dan AP 5 yang merupakan inlet dan outlet IPAL, lalu melewati drainase pemukiman warga AP 8 dan AP 7, sehingga pada akhirnya air permukaan AP 2 menuju ke sungai Cianten.

4.2.5. Total Fosfat

Fosfat berasal dari batuan dan endapan yang mencampuri air sungai dan permukaan, biasanya dalam bentuk ion fosfat (PO_4). Secara umum, kandungan fosfat dalam perairan tidak melebihi 0,1 ppm. Namun, jika kandungan fosfat melebihi kebutuhan normal tanaman air untuk pertumbuhan, dapat menyebabkan eutrofikasi atau kondisi perairan yang terlalu subur (Khatun, 2016). Beberapa titik penelitian sudah melewati batas maksimum, seperti yang terdapat pada Tabel 10. Pada AP 4 (Inlet IPAL) konsentrasi fosfat sebesar 5.38 mg/l. Kemudian pada AP 5 (Outlet IPAL) kadar fosfat mengalami kenaikan menjadi 5.72 mg/l dan pada AP 8 (Saluran Drainase 1) konsentrasi menurun menjadi 5.16 mg/l. Pada AP 7 (Saluran Drainase 2) konsentrasi fosfat kembali menurun menjadi 1.119 mg/l. Adapun pada AP 1 dan AP 3 menunjukkan konsentrasi yang rendah dimungkinkan karena adanya pertemuan dengan sungai Cianten. Dan juga untuk AP 6 menunjukkan konsentrasi fosfat yang paling rendah yaitu 0.018 mg/l dikarenakan posisi titik sampling yang berada lebih tinggi dari sumber polutan air lindi TPA.

Tabel 10. Konsentrasi Total Fosfat (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	Total Fosfat	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	0.055	Kelas III: Maksimal 1.0
AP-2	1.86*	
AP-3	0.170	
AP-4	5.38*	
AP-5	5.72*	
AP-6	0.018	
AP-7	5.16*	
AP-8	1.199*	
Rata-rata	2.445*	

Keterangan: *Tidak memenuhi standar baku mutu air permukaan

Berdasarkan Tabel 10 di atas, terlihat bahwa konsentrasi fosfat cenderung menurun seiring dengan peningkatan jarak. Namun, fenomena ini tidak terjadi pada lokasi pengamatan AP 7, di mana kandungan fosfatnya hanya mengalami penurunan yang tidak begitu signifikan sebesar 5.16 mg/l. Observasi lapangan menunjukkan bahwa ini mungkin terjadi karena aktivitas Mandi, Cuci, Kakus (MCK) penduduk yang menghasilkan limbah deterjen, di mana fosfat adalah salah satu bahan yang terkandung dalam deterjen. Sementara itu, penurunan kadar fosfat di AP 8 disebabkan oleh aliran tambahan dari selokan Cimanggir yang bergabung dengan saluran pembuangan. Limbah domestik dari penduduk seperti deterjen, limbah pakan, dan limbah pertanian merupakan sumber fosfat total (Indriani dkk., 2016).

Rendahnya kadar fosfat yang terjadi pada AP 1, AP 3 dan AP 6 Hal tersebut dapat terjadi karena lokasi tersebut terletak di aliran sungai yang memiliki arus deras atau banyak batu besar, sehingga kandungan fosfat bisa terurai dan banyak menangkap sinar matahari, yang pada gilirannya memungkinkan terjadinya proses aerasi secara alami. Jika mengklasifikasikan kualitas air permukaan berdasarkan standar dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk Kelas III, lokasi AP 1, AP 3, dan AP 6 termasuk dalam Kelas III, yang berarti air di sana digunakan untuk mengairi tanaman atau keperluan lain yang membutuhkan standar kualitas air serupa.

4.2.6. Total Padatan Tersuspensi

Total suspended solid (TSS) adalah jumlah partikel yang tersuspensi dalam suatu volume air, diukur dalam miligram per liter. Sumber-sumber partikel tersuspensi ini bervariasi, mulai dari kotoran hewan dan manusia, lumpur, limbah industri, hingga sisa-sisa tumbuhan. TSS merupakan bagian dari materi padat yang terdapat dalam air, bersama dengan materi padat terlarut dan koloid. Analisis materi padat ini penting untuk memahami komposisi air secara menyeluruh dan merencanakan serta mengawasi proses pengolahan dalam sektor air minum dan pengelolaan air limbah (Alaerts dan Santika, 1984).

Kadar TSS dalam air bervariasi menurut lokasi pengambilan sampel. Kadar tertinggi diperoleh dari outlet IPAL air lindi AP 5 dengan kadar 68.60 mg/l dan paling rendah diperoleh dari Mata Air Desa Galuga (AP 6) yakni 0.00 mg/l

(Tabel 11). Kadar tertinggi tersebut diduga karena lokasi AP 5 berjarak sangat dekat dengan TPA dan juga merupakan outlet IPAL. Di samping itu, TSS di lokasi AP 6 menunjukkan kadar yang cukup rendah. Hal ini dikarenakan posisi titik sampling yang berada lebih tinggi dari sumber polutan air lindi TPA.

Air permukaan memiliki kadar TSS yakni berkisar antara 0.00 sampai dengan 68.60. Suspensi tersebut dapat terlihat di dasar wadah air yang didiamkan selama 24 jam dan jika disentuh tekstur suspensi tersebut terasa sangat halus.

Tabel 11. Kadar Total Padatan Tersuspensi (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	TSS	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	14.90	Kelas III: Maksimal 100
AP-2	3.30	
AP-3	21.00	
AP-4	36.80	
AP-5	68.60	
AP-6	0.00	
AP-7	31.30	
AP-8	49.40	
Rata-rata	28.16	

Kadar TSS dalam air permukaan dapat dikatakan masih aman untuk pemanfaatan budidaya ikan dan pengairan sesuai dengan kadar TSS yang diatur dalam PP No.22 Tahun 2021 Kelas III. Air lindi yang mengandung suspensi cukup tinggi perlu diolah terlebih dahulu agar aman dibuang ke perairan umum. Hal tersebut perlu dilakukan karena suspensi yang tinggi pada air buangan akan berdampak pada pendangkalan lingkungan perairan. Pengolahan tersebut dapat dilakukan secara fisik atau kimia.

Pengolahan secara fisik dapat dilakukan dengan cara menggunakan filter tertentu untuk menyaring suspensi yang ada di dalam air. Akan tetapi pengolahan secara fisik membutuhkan biaya yang cukup mahal, seperti filter yang banyak diperjualbelikan. Oleh sebab itu pengolahan secara kimia lebih disarankan, misalnya penggunaan tawas dan kaporit. Penggunaan bahan koagulan tersebut sangat mudah dan relatif murah.

Kadar TSS yang paling tinggi tercatat di titik pengamatan AP 5 dan AP 8. Kemungkinan ini disebabkan oleh debit air yang cukup deras di lokasi

pengamatan, menyebabkan terjadinya turbulensi dalam aliran yang dapat membawa partikel-partikel padat dari aliran tersebut. Semakin besar luasnya area terbuka, semakin besar kemungkinan butiran tanah terbawa oleh aliran sungai saat hujan turun. Hal ini karena kurangnya bangunan atau vegetasi yang dapat menghalangi air hujan, sehingga air langsung menyentuh permukaan tanah dan meningkatkan laju aliran *runoff*. Faktor-faktor seperti kemiringan lahan dan kepadatan populasi penduduk di sekitar lokasi pengamatan juga berkontribusi pada peningkatan kadar TSS di titik tersebut.

Jika kandungan TSS tinggi, akan mengurangi penetrasi cahaya matahari ke dalam air, mengganggu proses fotosintesis, dan akhirnya menurunkan kadar oksigen terlarut (Silvi et al., 2016).

4.2.7. Turbiditas (Kekeruhan)

Pada AP 5 nilai parameter kekeruhan lebih tinggi dari titik lainnya, hal ini dikarenakan AP 5 merupakan wilayah dimana memiliki kedalaman melebihi titik sampling lain, bahan organik serta zat hara yang masuk ke AP 5 (Outlet IPAL) mengendap di bagian tengah dan terakumulasi. Nurandani et al. (2013) menyatakan bahwa bagian tengah danau atau air permukaan tidak memiliki arus yang tinggi, sehingga materi padatan tidak bisa terlarut.

Sedangkan nilai kekeruhan terendah ada di AP 6, hal ini dikarenakan kedalaman AP 6 pada saat pengukuran berkisar pada 50 – 100 cm, selain itu AP 6 juga merupakan Kolam Mata Air Desa Galuga, dimana lokasi AP 6 lebih tinggi dari TPA Galuga dan terdapat batu-batu besar serta lingkungannya yang dipenuhi oleh tanaman-tanaman hijau, sehingga bahan organik tidak terakumulasi lebih sedikit dibandingkan titik lainnya. Syawal (2016) menyatakan kebanyakan penyebab tingginya nilai kekeruhan adalah akumulasi bahan-bahan yang tersuspensi di berupa partikel halus dan koloid.

Tabel 12. Nilai Turbiditas (NTU) Air Permukaan

Lokasi	Kekeruhan	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	7.83	-
AP-2	11.6	
AP-3	5.58	
AP-4	24.5	
AP-5	31.4	
AP-6	0.42	
AP-7	27.9	
AP-8	19.3	
Rata-rata	16.07	

Turbiditas air adalah salah satu faktor yang menentukan kualitas air. Kondisi kekeruhan dalam perairan dapat dipicu oleh keberadaan materi organik, anorganik, dan organisme mikroskopis (plankton) yang larut dan tersuspensi (Davis & Cornwell, 2008). Materi organik dan anorganik tersebut bisa masuk ke dalam perairan melalui aliran dari daratan, membawa lumpur dan partikel pasir halus yang kemudian mengendap di dasar perairan.

Transportasi sedimen oleh aliran air dapat menimbulkan dampak negatif pada ekosistem air tawar di hilirnya, termasuk potensi kematian ikan (baoligao et al., 2016). Di sisi lain, kelimpahan plankton dalam perairan bisa menjadi tanda kesuburan perairan yang meningkat. Tingginya kekeruhan dibuat karena kehadiran materi organik dan anorganik bisa menghalangi cahaya matahari masuk ke dalam lapisan air, sehingga dapat mengganggu proses fotosintesis.

4.2.8. Dissolved Oxygen (DO)

Segala makhluk hidup, manusia, seperti halnya makhluk lain, memerlukan oksigen dalam berbagai bentuknya untuk menjaga proses metabolisme yang memberikan energi bagi pertumbuhan dan reproduksi. Ketersediaan oksigen yang terlarut dalam air dipengaruhi oleh suhu air dan proses difusi gas dari udara, dan produksi oksigen melalui proses fotosintesis oleh organisme berklorofil yang hidup di dalam perairan (Sundra, 1997).

Radiasi matahari adalah sumber energi utama bagi kehidupan alga, yang dapat memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme lain di dalam ekosistem air. Hal ini diperkuat oleh keberadaan arus yang mengalir, yang juga meningkatkan proses difusi oksigen di permukaan air. Ditinjau dari segi irigasi dan

pembudidayaan ikan, air dengan tingkat oksigen terlarut yang rendah, kurang baik dipakai sebagai fungsi pengairan dan pembudidayaan ikan, karena dapat mengakibatkan ikan mati dan tanaman kurang tumbuh dengan subur.

Oksigen memiliki peran yang signifikan dalam kualitas air. Ketika suhu perairan lebih rendah, kelarutan oksigen dalam air meningkat. Sebaliknya, ketika suhu perairan lebih tinggi, kelarutan oksigen dalam air menurun (Salmin, 2005).

Menurut standar kualitas air yang diatur oleh Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk Kelas III, kadar oksigen terlarut di air permukaan diatur oleh ketentuan tersebut, persyaratan untuk air permukaan dianjurkan batas minimal 3 mg/l. Pengukuran langsung di lapangan (*in situ*) untuk semua lokasi pengamatan menunjukkan tingkat oksigen terlarut yang cukup tinggi, berkisar antara 7,18 hingga 8,09 mg O₂/l (Tabel 13). Rata-rata kandungan oksigen terlarut untuk seluruh wilayah penelitian adalah 7,72 mg O₂/l. Nilai ini sudah memenuhi batas yang dianjurkan untuk standar air yang dimanfaatkan untuk pembudidayaan ikan dan irigasi.

Pada Tabel 13 terlihat kandungan oksigen pada semua titik sampling air permukaan menunjukkan nilai yang baik. Tempat yang terbuka di lokasi penelitian memfasilitasi penetrasi sinar matahari yang dapat menguapkan oksigen dalam air sehingga konsentrasinya menurun. Tingginya kandungan bahan organik dalam limbah lindi menyebabkan penggunaan oksigen yang tinggi oleh mikroba untuk mengurai bahan organik di perairan, sehingga oksigen yang dihasilkan dari fotosintesis digunakan, menyebabkan tingkat oksigen terlarut di perairan tetap rendah.

Di stasiun AP 3 yang berteduh, proses fotosintesis menghasilkan oksigen yang terbatas. Bahan organik yang terbawa melewati stasiun AP 7 berasal dari akumulasi bahan organik di stasiun AP 4, AP 5, AP 6, dan AP 8, sehingga semakin banyaknya bahan organik yang terakumulasi, akan meningkatkan permintaan oksigen untuk menguraikan materi organik tersebut. Dampaknya, kandungan oksigen terlarut dalam air akan semakin menurun.

Semakin tinggi kadar oksigen terlarut, semakin baik kondisi perairannya. Penurunan konsentrasi oksigen terlarut dalam sungai atau badan air bisa

disebabkan oleh aliran masuknya limbah cair, baik dari sumber limbah domestik maupun sumber lainnya (Salmin, 2005).

Tabel 13. Konsentrasi DO (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	DO	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	8.05	Kelas III: Batas Minimal 3
AP-2	7.44	
AP-3	7.18	
AP-4	7.78	
AP-5	7.71	
AP-6	8.09	
AP-7	7.92	
AP-8	7.62	
Rata-rata	7.72	

4.2.9. Biological Oxygen Demand (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) atau kebutuhan oksigen biologis (BOD) adalah sebuah analisis empiris yang berusaha secara menyeluruh mendekati proses-proses mikrobiologi yang sebenarnya terjadi di dalam air (Alaert dan Santika, 1987). Data analisis menunjukkan bahwa kandungan BOD tertinggi dalam air limbah tercatat di AP 9, dengan nilai mencapai 93.04 mg/l, sementara konsentrasi terendah tercatat di AP 6, hanya sebesar 1.07 mg/l. Kadar BOD dalam air permukaan bisa dipengaruhi oleh limpasan air hujan yang membawa air limbah (Kurniawan, 2006).

Tabel 14. Konsentrasi BOD (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	BOD	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	1.96	Kelas III: Maksimal 6
AP-2	37.17*	
AP-3	9.31*	
AP-4	81.45*	
AP-5	77.4*	
AP-6	1.07	
AP-7	93.04*	
AP-8	76.92*	
Rata-rata	47.29	

Keterangan: *Tidak memenuhi standar baku mutu air permukaan PP 22/2021

Nilai BOD pada air permukaan outlet dan inlet IPAL Secara umum, nilai BOD dalam penelitian ini cenderung lebih rendah dibandingkan dengan penelitian lain. Sebagai ilustrasi, dalam riset Priambodo (2005), kadar BOD dalam air limbah dari TPA Galuga berkisar antara 60 hingga 200 mg/l, sedangkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Arbain, Mardana, dan Sudana (2008), nilai BOD air limbah dari TPA Suwung berada dalam kisaran 300 hingga 500 mg/l. Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh kondisi saat penelitian dilakukan, di mana pada akhir musim hujan dan tidak ada hujan selama seminggu, sehingga kadar bahan organik dalam air limbah relatif rendah.

BOD di lokasi terdekat dengan TPA cenderung memiliki nilai yang tinggi karena terdapat kandungan bahan organik yang tinggi di sana, yang memperkaya sumber makanan bagi mikroorganisme. Dengan semakin banyaknya sumber makanan ini, kebutuhan oksigen mikroorganisme untuk mendegradasi bahan organik juga meningkat. Sebaliknya, di lokasi yang lebih jauh dari TPA, BOD cenderung mengalami penurunan karena pasokan bahan organiknya lebih sedikit. Namun untuk AP 7 saluran drainase pemukiman warga justru memiliki nilai BOD yang paling tinggi.

Semakin tinggi nilai BOD, semakin parah pencemaran air oleh bahan organik (Djoharam et al., 2018). Beberapa faktor yang bisa membuat kadar BOD melampaui standar meliputi limbah domestik dari rumah-rumah di sekitar dan kurangnya kesadaran masyarakat dalam membuang sampah pada tempatnya. Ini sesuai dengan keadaan saat pengambilan sampel, di mana masih terdapat sampah di sekitar tempat pengambilan sampel air permukaan.

Selain itu, tingginya nilai BOD pada AP 7 disebabkan oleh kontribusi dari sisa-sisa pemakaian pupuk pada lahan perkebunan, yang menyebabkan peningkatan dalam konsumsi oksigen. Kelebihan pupuk dari lahan perkebunan dapat mengakibatkan peningkatan jumlah bahan organik yang kemudian menguras persediaan oksigen (Hanisa et al., 2017).

Menurut standar mutu air permukaan, nilai BOD di sekitar TPA Galuga saat penelitian hampir di semua titik sampling tidak memenuhi standar mutu, sehingga tidak cocok untuk dibuang ke sungai. Namun, nilai BOD di Upstream Sungai Cianten (AP 1) dan Mata Air Desa Galuga (AP 6) dalam klasifikasi ke

Kelas III, ini berarti air tersebut sesuai untuk digunakan dalam kegiatan seperti budidaya ikan air tawar, peternakan, penyiraman tanaman, dan keperluan lain yang mengharapkan kualitas air serupa. Untuk mengurangi nilai BOD dalam air permukaan, sistem koagulasi menggunakan campuran tawas dan kapur bisa menjadi pilihan (Susanto, 2004).

4.2.10. Total Coliform dan Fecal Coliform (E.Coli)

Penganalisan mikrobiologi didasarkan pada organisme petunjuk terhadap keadaan pencemaran air, yang sering kali menggunakan bakteri sebagai indikator. Jika bakteri ditemukan dalam air permukaan, ini menandakan adanya pencemaran oleh bakteri coliform tinja seperti E. coli, atau bahkan kemungkinan adanya bakteri patogen (Alaerts dan Santika, 1987).

Bakteri coliform mencakup dua kelompok, yaitu coliform fecal, yang umumnya ditemukan dalam usus manusia dan hewan, dengan contoh utamanya *Escherichia coli*, dan coliform non fecal, yang hidup di hewan dan sisa-sisa tanaman mati, dengan contoh utamanya *Enterobacter aerogenes* (Fardiaz, 1992). Pada wilayah penelitian, air permukaannya menunjukkan tingkat kandungan bakteri Fecal coli yang sangat tinggi, seperti yang tercatat dalam Tabel 15.

Pengamatan terhadap sampel air permukaan di wilayah penelitian menunjukkan bahwa kandungan Fecal coli berkisar antara 0 hingga 2500 MPN/100 ml, dengan rata-rata kandungan sekitar 1738 MPN/100 ml. Sedangkan, kandungan total coliform berkisar antara 0 hingga 2500 MPN/100 ml, dengan rata-rata sekitar 1483 MPN/100 ml. Di lima wilayah penelitian, kandungan bakteri fecal coli telah melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh standar kualitas air sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk Kelas III. Selain itu, kandungan bakteri Total Coliform untuk semua wilayah penelitian juga telah melampaui ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh standar kualitas air sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 untuk Kelas III.

Tabel 15. Nilai *Fecal* dan *Total Coliform* (MPN/100ml) Air Permukaan

Lokasi	<i>Total Coliform</i>	<i>Fecal Coliform</i>	Baku Mutu
			PP No 22 Tahun 2021
AP-1	1011	32	Kelas III Fecal Coliform: Maksimal 2000 Total Coliform: Maksimal 10000
AP-2	>2500	>2500*	
AP-3	1011	365	
AP-4	>2500	>2500*	
AP-5	>2500	>2500*	
AP-6	365	9	
AP-7	>2500	>2500*	
AP-8	>2500	>2500*	
Rata-rata	1858	1613	

Keterangan: *Tidak memenuhi standar baku mutu air permukaan

Analisis hasil menunjukkan bahwa kandungan total bakteri koliform dalam air permukaan melebihi bakteri koliform fecal. Hal ini menunjukkan bahwa di lokasi pengamatan terdapat lebih banyak sampah organik seperti sisa-sisa tumbuhan, sisa-sisa makanan, dan bangkai hewan, yang menjadi sumber utama bagi pertumbuhan bakteri koliform seperti *Enterobacter aerogenes*.

Bakteri ini, bersama dengan hujan, kemungkinan masuk ke dalam air permukaan dan terakumulasi di sana. Sistem pembuangan sampah menjadi sumber pencemar mikrobiologis yang bisa meresap ke dalam air permukaan, baik secara vertikal maupun horizontal. Bakteri dapat tersebar hingga jarak 830 meter dari sumber kontaminan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa air permukaan di sekitar TPA Galuga, yang berjarak antara 300 hingga 1790 meter dari tempat pembuangan sampah, telah terkontaminasi oleh bakteri *E. coli*, sehingga tidak cocok untuk digunakan sebagai air pembudidayaan ikan atau untuk pengairan. (Bouwer dan Chaney dalam Wuryadi, 1981).

Berdasarkan baku mutu air permukaan, nilai *Total Coliform* sudah memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan lalu untuk *Fecal Coliform* pada air permukaan di sekitar TPA Galuga, hampir di semua titik sampling belum memenuhi baku mutu, sehingga belum aman untuk dibuang ke sungai. Adapun pada Upstream Sungai Cianten (AP 1), Downstream Sungai Cianten (AP 2) dan Mata Air Desa Galuga (AP 6) Air yang termasuk dalam kelas III adalah jenis air yang bisa dimanfaatkan untuk kegiatan seperti budidaya ikan air

tawar, peternakan, penyiraman tanaman, atau keperluan lain yang memerlukan standar kualitas air sebagaimana dijelaskan.

4.2.11. Klorin Bebas

Dalam hasil penelitian ini, ditemukan bahwa kadar klor bebas (Cl_2) di delapan lokasi pengambilan sampel di sekitar TPA Galuga, lima di antaranya telah melebihi standar kualitas lingkungan yang ditetapkan oleh pemerintah berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 kelas III, yaitu sebesar 0,03 mg/l. Atas dasar kebijakan pemerintah tersebut, dapat disimpulkan bahwa air permukaan tersebut tidak memenuhi syarat untuk digunakan sebagai sumber air pembudidayaan ikan dan irigasi bagi masyarakat di sekitar TPA Galuga. Tingginya kadar klorin bebas (Cl_2) di sekitar wilayah TPA, diduga disebabkan karena penggunaan klorin di kegiatan proses pengolahan air dan limbah aktivitas manusia (*municipal waste*).

Tabel 16. Konsentrasi Klorin Bebas (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	Klorin Bebas	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	0.00	Kelas III: Maksimal 0.03
AP-2	0.42*	
AP-3	0.00	
AP-4	0.67*	
AP-5	0.75*	
AP-6	0.00	
AP-7	0.73*	
AP-8	0.24*	
Rata-rata	0.35*	

Keterangan: *Tidak memenuhi standar baku mutu air permukaan

Berdasarkan baku mutu air permukaan, nilai klorin bebas belum memenuhi baku mutu lingkungan yang ditetapkan, hampir di semua titik sampling belum memenuhi baku mutu, sehingga belum aman untuk dibuang ke sungai. Adapun nilai indeks pada Upstream Sungai Cianten (AP 1), Downstream Sungai Cianten (AP 2) dan Mata Air Desa Galuga (AP 6) Air yang dikategorikan dalam kelas III ini adalah air yang dapat digunakan untuk kegiatan seperti budidaya ikan air tawar, peternakan, irigasi pertanian, atau keperluan lain yang memerlukan kualitas air yang setara dengan kegunaan-kegunaan tersebut.

4.2.12. Total Dissolved Solid (TDS)

Parameter pada air lindi dan air permukaan juga dipengaruhi oleh faktor cuaca seperti curah hujan. Saat atau setelah hujan, konsentrasi air lindi dan air permukaan cenderung lebih rendah, tidak terlalu pekat. Hasil yang terdokumentasi dalam Tabel 17 menunjukkan nilai padatan terlarut atau total dissolved solid (TDS) di sekitar TPA Galuga berkisar antara 7,32 mg/l hingga 312 mg/l. Nilai rata-rata TDS dari sampel air permukaan di sekitar TPA adalah 148,45 mg/l, sementara untuk air lindi di inlet IPAL TPA adalah 312 mg/l dan setelah proses pengolahan di TPA, nilainya turun menjadi 280 mg/l.

Konsentrasi Total Dissolved Solids (TDS) pada sampel air sungai (AP 1) sebelum melewati Tempat Pembuangan Akhir (TPA) lebih tinggi daripada setelah melewati TPA. Hal ini menunjukkan bahwa air lindi berpengaruh pada kualitas air permukaan di sekitar TPA. Meskipun demikian, nilai TDS pada air permukaan sudah memenuhi standar kualitas dengan rentang hasil 7.32 sampai dengan 312 mg/l sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Kelas 3, menunjukkan bahwa air permukaan tersebut masih dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan dan irigasi.

Tabel 17. Kadar TDS (mg/l) Air Permukaan

Lokasi	TDS	Baku Mutu
		PP No 22 Tahun 2021
AP-1	7.32	Kelas III: Maksimal 1000
AP-2	188.00	
AP-3	23.10	
AP-4	312.00	
AP-5	280.00	
AP-6	13.32	
AP-7	280.00	
AP-8	83.90	
Rata-rata	148.46	

4.3 Indeks Kualitas Air Permukaan di Sekitar TPA Galuga

Untuk menilai kualitas air, kita melakukan pengukuran terhadap berbagai parameter fisik, kimia, dan biologi atau mikrobiologi. Ketiga aspek ini saling terkait dan tidak bisa dipisahkan dalam menentukan status kualitas air. Oleh karena itu, nilai dari semua parameter tersebut harus digabungkan menjadi satu

nilai tunggal yang mencerminkan kondisi keseluruhan. Nilai tunggal ini disebut sebagai Indeks Kualitas Air.

Indeks Kualitas Air merupakan sebuah instrumen yang berguna dalam mengevaluasi tingkat pencemaran lingkungan perairan. Untuk menentukan apakah suatu lingkungan perairan memenuhi standar sesuai dengan tujuannya, kita merujuk pada Panduan Indeks Mutu Lingkungan Perairan (IMLP) yang didasarkan pada National Sanitation Foundation - Water Quality Index (NSF - WQI) (Suprihatin, 1992). Panduan ini dikembangkan menggunakan Metode Delphi yang dirancang oleh Rand Corporation (1968), yang melibatkan berbagai pendapat dari panel ahli dalam bidang kualitas air.

Analisis Indeks Kualitas Air di semua lokasi pengamatan, sebagaimana yang tercatat dalam Tabel 18, menunjukkan variasi nilai indeks antara 46.07 hingga 81.82.

Tabel 18. Indeks Kualitas Air NSFQI Rata-rata di Sekitar TPA Galuga

Titik Sampling	Nama Titik Lokasi Sampling	Hasil IKA-NSFWQI	Kriteria Mutu Lingkungan Perairan
AP-1	Upstream Sungai Cianten	78.55	Baik
AP-2	Aliran Air Lindi Sebelum Sungai Cianten	48.45	Buruk
AP-3	Downstream Sungai Cianten	60.67	Sedang
AP-4	Inlet IPAL TPA	48.34	Buruk
AP-5	Outlet IPAL TPA	48.12	Buruk
AP-6	Kolam Mata Air Desa Galuga	81.82	Baik
AP-7	Saluran Air Drainase di Pemukiman 1	46.07	Buruk
AP-8	Saluran Air Drainase di Pemukiman 2	46.48	Buruk
Rata-Rata Nilai IKA-NSFWQI		60.99	Sedang

Menurut standar kualitas lingkungan perairan (NSF - WQI; Suprihatin, 1992), sebagaimana yang tertera dalam Tabel 26, rata-rata Indeks Kualitas Air Permukaan berada dalam kategori sedang (skor 51-70). Rata-rata nilai IKA air permukaan wilayah di sekitar TPA Galuga menunjukkan kualitas air permukaan yang cukup baik dan layak digunakan sebagai air untuk pengairan dan irigasi, namun tidak untuk dikonsumsi sebagai air minum.

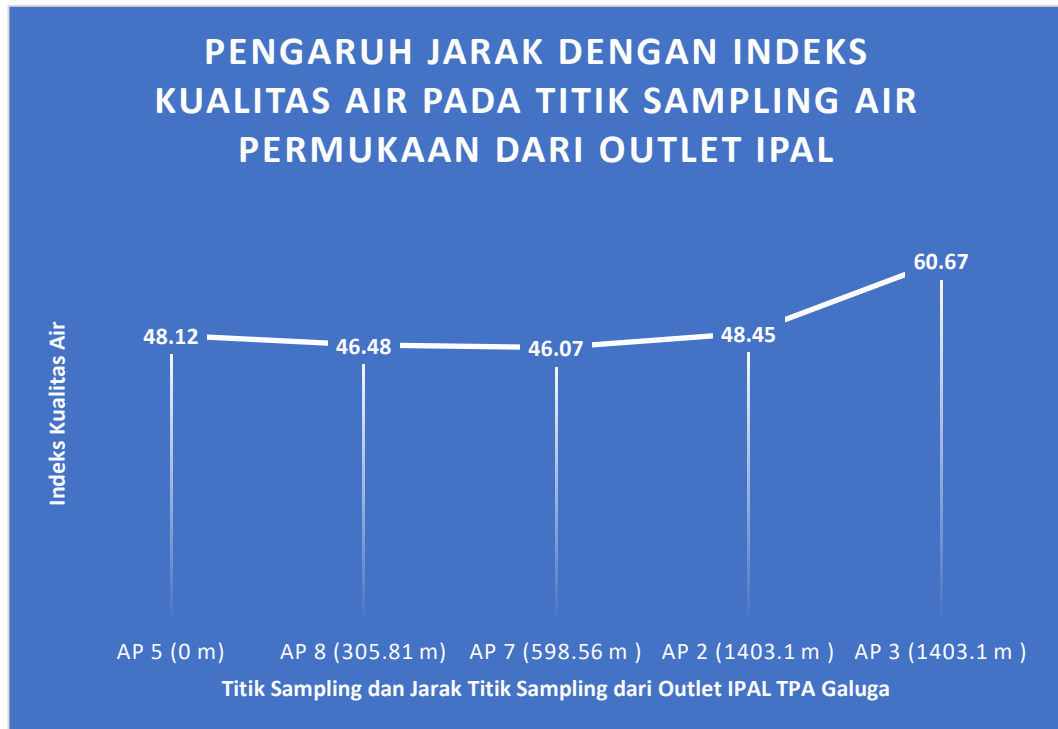
Penurunan kualitas air terjadi karena suhu udara yang meningkat, menyebabkan penurunan kelembaban udara, yang kemudian mengakibatkan

penguapan air dari permukaan. Dampaknya adalah menurunnya kualitas air permukaan, termasuk di wilayah penelitian (Sundra, 1997). Peningkatan suhu air akan mengurangi kadar oksigen terlarut (DO), yang berdampak pada peningkatan BOD air. Kurangnya DO dalam air juga dapat menyebabkan kematian mikroorganisme, yang pada gilirannya menyebabkan perubahan rasa dan bau (busuk) pada air permukaan (Fardiaz, 1992).

Kualitas air permukaan di sekitar TPA menunjukkan tanda-tanda pencemaran karena air lindi yang merembes masuk ke saluran drainase bersama dengan air hujan. Ini terjadi karena struktur saluran pembuangan air lindi yang masih sederhana, seperti parit atau selokan tanpa lapisan beton, serta manajemen IPAL yang kurang efektif. Situasi ini menjadi lebih serius saat musim hujan, di mana volume air lindi yang mengalir meningkat, mengakibatkan kemungkinan meluap dari saluran pembuangan yang terbuka.

Tabel 19. Pengaruh antara Nilai Indeks Kualitas Air dengan Jarak Titik Sampling dari Outlet IPAL TPA Galuga

No.	Kode Titik	Deskripsi	Nilai Indeks Kualitas Air	Jarak dari Outlet IPAL (m)	Elevasi (mdpl)
1.	AP 5	Outlet IPAL TPA	48.12	0	198.703
2.	AP 8	Saluran Air Drainase di Pemukiman 2	46.48	305.81	187.870
3.	AP 7	Saluran Air Drainase di Pemukiman 1	46.07	598.56	187.809
4.	AP 2	Aliran Air Lindi Sebelum Sungai Cianten	48.45	1403.1	147.099
5.	AP 3	Downstream Sungai Cianten	60.67	1403.1	148.334



Gambar 4. *Grafik Pengaruh Jarak dengan Indeks Kualitas Air pada Titik Sampling Air Permukaan dari Outlet IPAL*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Indeks Kualitas Air permukaan cenderung lebih tinggi di lokasi yang lebih dekat dengan sumber pencemaran, yaitu Outlet IPAL, dibandingkan dengan area sekitarnya yang berjarak lebih jauh. Ini mengindikasikan bahwa menurut Indeks Kualitas Air, air permukaan yang berjarak 5 meter dari Outlet IPAL memiliki kualitas yang lebih rendah dibandingkan dengan air permukaan yang berada lebih jauh dari Outlet IPAL dan hasil penelitian ini sangat tidak linier dan tidak sesuai dengan ketinggian atau elevasi titik sampling yang semakin jauh dari TPA, aliran akan menuju kebawah ke arah utara bercampur dengan aliran selokan lalu pada akhirnya akan menuju ke Sungai Cianten. Dari observasi langsung di lapangan terhadap lokasi penelitian, terlihat bahwa kondisi tersebut dapat terjadi karena beberapa faktor.

Pertama, lokasi pengamatan AP 8 dan AP 7 terletak pada ketinggian yang lebih rendah daripada TPA, yakni sekitar 300-600 meter lebih rendah. Hal ini mengakibatkan lokasi tersebut menerima banyak limpasan air lindi. Pada lokasi tersebut juga dekat dengan pemukiman warga dan sawah sehingga bisa terdapat penambahan konsentrasi pada beberapa parameter dari limbah domestik penduduk seperti deterjen, limbah pakan, dan limbah pertanian merupakan sumber, serta juga

disebabkan adanya sampah makanan, pupuk kandang yang dimanfaatkan untuk lahan pertanian dan septic tanks di dekat lokasi tersebut yang mengakibatkan konsentrasi beberapa parameter menjadi lebih tinggi.

Faktor kedua yang memengaruhi kualitas air permukaan di lingkungan TPA, salah satu faktor yang memengaruhi kondisi di sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA), terutama yang berdekatan dengan saluran pembuangan air lindi, adalah struktur saluran pembuangan itu sendiri. Saat ini, saluran yang digunakan untuk memindahkan air lindi dari bak aerasi ke sungai masih berbentuk saluran terbuka tanpa lapisan kedap air. Situasi ini dapat mempermudah penyebaran air lindi sepanjang saluran di sekitarnya.

Pada saat penelitian dilakukan, kondisi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sedang tidak beroperasi karena pengoperasian IPAL sudah memiliki jadwal tersendiri untuk beroperasi yaitu seminggu sekali. Hal ini dapat dibuktikan dengan hasil analisa laboratorium di beberapa parameter Outlet IPAL (AP 5) lebih buruk dibandingkan dengan Inlet IPAL (AP 4). Hal ini sangat memiliki dampak yang cukup serius kepada lingkungan perairan sekitar yang dilalui oleh air lindi sampai menuju ke sungai Cianten.

Kualitas air permukaan di sekitar wilayah TPA, terutama di tiga lokasi pengamatan AP 2, AP 7, dan AP 8, kondisi ini juga sangat dipengaruhi oleh perilaku dan kebiasaan masyarakat yang kurang peduli terhadap kebersihan lingkungan. Hal ini dapat diamati dari pandangan masyarakat yang menganggap bau, kekotoran akibat tumpukan sampah, dan kehadiran lalat sebagai sesuatu yang umum dan tidak dianggap sebagai pencemaran.

Saat hujan turun, kondisi lingkungan akan memburuk karena sampah-sampah terbawa oleh air hujan dan cepat terurai. Air limbah, termasuk tinja manusia dan kotoran hewan, akan terbawa oleh air hujan, menyebabkan penurunan kualitas lingkungan perairan di wilayah penelitian.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berikut adalah beberapa konklusi yang dapat diambil dari observasi dan analisis data mengenai kualitas air permukaan di sekitar wilayah TPA Galuga:

1. Air permukaan di sekitar TPA Galuga telah melampaui batas maksimum berdasarkan analisis parameter klorin bebas, kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD), nitrat, total fosfat, nitrit dan bakteri *fecal coliform*. Dengan demikian, air permukaan di sekitar TPA Galuga tidak cocok untuk digunakan sebagai keperluan perikanan dan pertanian sebagaimana peruntukannya. Untuk titik air permukaan AP 1 (Upstream Sungai Cianten) dan AP 6 (Kolam Mata Air Desa Galuga) masih bisa dimanfaatkan untuk aktivitas perikanan dan pertanian.
2. Indeks Kualitas Air permukaan di sekitar TPA Galuga yang masuk ke dalam kategori buruk yaitu pada titik AP 2 (Aliran Air Lindi Sebelum Sungai Cianten), AP 4 (Inlet IPAL TPA), AP 5 (Outlet IPAL TPA), AP 7 (Saluran Air Drainase di Pemukiman 1) dan AP 8 (Saluran Air Drainase di Pemukiman 2) dengan nilai indeks sebesar 48.45, 48.34, 48.12, 46.07 dan 46.48. Titik AP 1 (Upstream Sungai Cianten) dan AP 6 (Kolam Mata Air Desa Galuga) termasuk kedalam kategori baik dengan nilai indeks sebesar 78.55 dan 81.82. Titik AP 3 (Downstream Sungai Cianten) termasuk kategori sedang dengan nilai indeks 60.67. Rata-rata Indeks Kualitas Air tergolong sedang (60.99). Hasil penelitian mengungkap fenomena menarik di mana air permukaan yang terletak lebih dekat dengan sumber pencemar TPA memiliki kualitas air yang lebih buruk, berdasarkan nilai Indeks Kualitas Air, daripada air permukaan yang berjarak lebih jauh di wilayah penelitian. Hal ini dapat dipengaruhi oleh faktor aktivitas penduduk, aktivitas pertanian, geologis, geografis, pelarutan karena air hujan, konstruksi TPA, saluran air lindi, dan karakteristik air permukaan itu sendiri.

5.2 Saran

1. Sarana IPAL di TPA Galuga perlu difungsikan sebaik-baiknya untuk menekan dampak negatif dari air lindi yang berpotensi mencemari lingkungan perairan di sekitarnya. Pengamatan menunjukkan bahwa sistem pengolahan air lindi, termasuk aerasi di bak pengolahan, sedang tidak berfungsi dengan baik. Dengan optimalisasi instalasi pengolahan air lindi, potensi pencemaran air permukaan oleh penyebaran lindi dapat diminimalkan.
2. Perlu ditingkatkan pengelolaan air lindi dan kapasitas dari IPAL TPA mengingat jumlah sampah yang semakin meningkat dan jumlah air lindi yang dihasilkan tidak sebanding dengan ukuran IPAL di TPA.
3. Diperlukan sistem drainase lindi yang tetap berfungsi secara permanen guna menghindari infiltrasi air lindi ke dalam lingkungan sekitarnya. Modifikasi pada sistem ini bertujuan untuk mengurangi dampak penyebaran lindi dari tempat pembuangan sampah (TPA dan pabrik kompos) ke lingkungan perairan sekitar, termasuk mengurangi pencemaran air permukaan di wilayah sekitarnya.
4. Pemerintah Kota Bogor harus segera mengambil langkah-langkah untuk mengatasi pencemaran air, terutama air permukaan, dengan melakukan perbaikan pada struktur aliran air lindi dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA).
5. Berdasarkan tingkat pencemaran yang telah didapatkan menggunakan indeks NSF-WQI, maka perlu dilakukan kegiatan monitoring secara berkelanjutan di wilayah TPA Galuga dan sekitarnya dengan parameter yang lebih lengkap sesuai dengan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 agar data yang terkumpul dapat menjadi informasi pengelolaan perairan secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, T., Abbasi, S.A., 2012. *Water quality indices*. Elsevier, Amsterdam, Netherland, pp. 384
- Achmadi, Umar Fahmi. 2008. *Manajemen Penyakit Berbasis Wilayah*. Jakarta : Penerbit Buku Kompas
- Agustiningih D., Sasongko S.B., Sudarno. 2012. *Analisis kualitas air dan strategi pengendalian pencemaran Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal Semarang*. Jurnal Presipitasi, 9(2) September 2012.
- Alaerts dan Santika. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya (ID): Usaha Nasional
- Alamsyah, S. 2006. *Merakit Sendiri Alat Penjernihan Air Untuk Rumah Tangga*. Jakarta: Kawan Pustaka.
- Ali M. 2011. *Rembesan Air Lindi (leachete) Dampak pada Tanaman dan Kesehatan*. Surabaya (ID): UPN Pr.
- American Water Works Association. 2017. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 1060-B*. Collection of samples, 2017, 25th edition, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, Washington, D.C. USA.
- Anonim, 2008. *Planing For Municipal Solid Waste Management*. www.Practicalaction.org.
- Anwar Hadi. 2005. *Prinsip pengelolaan pengambilan sampel lingkungan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- APHA. 2022. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater*. 24th ed. APHA. AWWA. WPCF. Washington D.C. 1527 p
- Arsyad S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor (ID): IPB Pr.
- Asmadi, Khayan, H. S. kasjono. (2011). *Teknologi Pengolahan Air Minum*. Yogyakarta : Gosyen Publishing.
- Azizah, Siti Nur. 2016. *Penentuan Penyebaran Lindi Pada Bawah Permukaan Dengan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner Schlumberger di TPA Sampah Desa Bandengan Kabupaten Jepara*. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- Azwar. 1990. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Mutiara Sumber widya Press.

- Badan Standardisasi Nasional. 2002. SNI 03-7016-2004, *Tata cara pengambilan sampel dalam rangka pemantauan kualitas air pada suatu daerah pengaliran Sungai*. Jakarta: BSN.
- Badan Standardisasi Nasional. SNI 06-2412-1991. *Tentang Pengambilan Kualitas air*. Jakarta: BSN.
- Baherem. 2014. *Strategi Pengelolaan Sungai Berdasarkan Daya Tampung Beban Pencemaran dan Kapasitas Asimilasi – Studi Kasus: Sungai Cibanten Provinsi Banten*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Baoligao, B., Xu, F., Chen, X., Wang, X., & Chen, W. (2016). *Acute impacts of reservoir sediment flushing on fishes in the Yellow River*. *Journal of Hydro-Environment Research*, 13, 26–35. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2015.11.003>
- Barus, T.A. 2002. *Pengantar Limnologi*. Jurusan Biologi. FMIPA. USU. Medan. 164 hal.
- Biehler, M. J dan S. Hagele. 1995. *Treatment Process of Sanitary Landfill Leachates*. *Natural Resources and Development* Vol. 41: 64- 84.
- Boyd C.E. 1990. *Water Quality In Ponds For Aquaculture*. Birmingham Publishing Co. Birmingham, Alabama
- Chandra, Budiman. 2007. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Cetakan Pertama, Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta
- Chapman, D. 2000. *Water Quality Assesment*. E & FN Spon. London.
- Chegbeleh, L. P., Akurugu, B. A., & Yidana, S. M. (2020). *Assessment of Groundwater Quality in the Talensi District, Northern Ghana*. *The Scientific World Journal*, 2020, 1–24. <https://doi.org/10.1155/2020/8450860>
- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Penerbit UI- Press, Jakarta.
- Davis, M., & Cornwell, D. (2008). *Introduction to Environmental Engineering* (Fourth Edi, Vol. 7). New: Mc Graw Hill, Inc.
- Dewi R., et al. 2016. *Penentuan Parameter dan Kurva Sub Indeks dalam Penyusunan Indeks Kualitas Air*. *Ecolab* Vol. 10 No. 2 Juli 2016: 47 – 102
- Djoharam V., Etty R., Yani M. 2018. *Analisis kualitas air dan daya tampung beban pencemaran Sungai Pesanggrahan di wilayah Provinsi DKI Jakarta*. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(1)

- Effendi H. 2003 *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 258 p.
- Elianah. 2016. *Kualitas Air Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Galuga, Kec. Cibungbulang, Bogor*. Bogor: Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian IPB.
- Englehardt, James D. *Options for Managing Municipal Landfill Leachate: Year 1 Development of Iron-Mediated Treatment Processes*. Vols. Report #0432024-06. Florida: University of Florida, 2006.
- Environmental Protection Agency. 1973. *Water Quality Criteria*. A Report of the Committee on Water Quality Criteria. Environmental Agency. Washington DC.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *POLUSI AIR & UDARA*. Penerbit KANISIUS. Yogyakarta.
- Faridhita, N. Windarti dan Efawani. 2019. *Identifikasi Jenis-Jenis Ikan Di Danau Bunter, Desa Pangkalan Baru, Kecamatan Siak Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau*. Jurnal Online Mahasiswa.
- Hanisa, E., D. N. Winardi dan A Sumantriyadi. 2017. *Penentuan Status Mutu Air Sungai Berdasarkan Metode Indeks Kualitas Air-National Sanitation Foundation (IKA-NSF) sebagai Pengendalian Kualitas Lingkungan*. Jurnal Teknik Lingkungan. 6 (1): 1 – 15.
- Hanum F. 2002. *Proses pengolahan air sungai untuk keperluan air minum*. Jurusan Teknik Kimia. Sumatera Utara: USU.
- Husin, Y.A. dan E. Kustaman. 1992. *Metode dan Tehnik Analisis Kualitas Air*. PPLH – Lembaga Penelitian IPB, Bogor.
- Kementerian Lingkungan Hidup (2004). *Peraturan Perundang an-undang*. Jilid 2. Jakarta
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2003. *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air*. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta
- Khatun M. 2016. *Kualitas air dari Mata Air Dampit dan Petung Kecamatan Windusari Kabupaten Magelang Jawa Tengah*. Jurnal Biologi, 5(4)
- Khopkar, S. M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Kristianto. 2002. *Pencemaran Limbah Cair*. Yudhistira Jakarta

- Kurniawan B. 2006. *Analisis kualitas air sumur sekitar wilayah tempat pembuangan akhir sampah* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mahardika. 2010. *Mendeteksi Dampak Polutan Sampah Terhadap Air Tanah Pemukiman Sekitar TPA Dengan Menggunakan Metode Geolistrik*. Jurnal Universitas Negeri Malang. Malang.
- Manampiring A. 2009. *Studi Kandungan Nitrat Pada Sumber Air Minum Masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohan Timur*. Universitas Sam Ratulangi. Manado
- Mandey L.C 2000. *Polusi air terhadap kesehatan*. Kerjasama UNFPA dan CARE, Manado.
- Manik, K.E.S., 2003. *Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Djambatan. Jakarta.
- Maramis, A, 2008. *Pengelolaan Sampah dan Turunannya di TPA*, Alumni Program Pasca Sarjana Magister Biologi Terapan, Universitas Satyawacana, Salatiga.
- Marganof. 2007. *Model Pengendalian Pencemaran Di Danau Maninjau, Sumatera Barat*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Martono D H, 1996, “*Pengendalian Air Kotor (Leachate) dari Tempat Pembuangan akhir (TPA) Sampah*”, Analisis Sistem Badan Pengkajian Penerapan Teknologi, Jakarta <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/40014/3/Chapter%20II.pdf>
- Muhammad Romli, Suprihatin, dan Dinna Sulinda, 2004. *Penentuan nilai parameter Kinetika lumpur aktif untuk pengelolaan air lindi sampah (Leachate)*. J. Tek. Ind. Pert. Vol. 14 (2), 56-66.
- National Sanitation Foundation Water quality index. http://bcn.boulder.co.us/basin/watershed/wqi_nsf.html.
- Nomal Standar Manual Pedoman Manual (NSPM), 2006. *Tentang Pengoperasian dan Pemeliharaan TPA*. <https://www.slideshare.net/OswarMungkasa/pedoman-pengoperasian-pemeliharaan-tpa-sistem-controlled-landfill-sanitary-landfill>.
- Notoatmodjo, s. 2003. *Pendidikan dan perilaku kesehatan*, Jakarta: PT Rineka Cipta.
- Nurandani, P., Subiyanto dan B.Sasmito. *Pemetaan Total Suspended Solid (TSS) Menggunakan Citra Satelit di Danau Rawa Pening Provinsi Jawa Tengah*. Jurnal Geodesi Undip.2.(4) ISSN 2337 – 845X.
- Ompusungu H. 2009. *Analisa kandungan nitrat air sumur gali masyarakat di sekitar tempat pembuangan akhir (TPA) sampah di Desa Namo Bintang*,

Kecamatan Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang [skripsi]. Sumatera Utara (ID): USU.

Ott, WR. 1978. *Environmental indices: theory and practice*. Ann Arbor Science. Michigan

Pemerintah Republik Indonesia. 2004. *Undang-undang No. 7 Tahun 2004*. Tentang sumber daya air.

Pemerintah Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang *Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air*. Sekretariat Negara. Jakarta

Pescod, M. D. 1973. *Investigation of Rational Effluen and Stream Standards for Tropical Countries*. A.I.T. Bangkok, 59 pp

Pohland FG. dan Harper SR. 1985. *Critical Review and Summary of Leachate and Gas Production from Landfills*. U.S. Environmental Protection Agency. Ohio. 165 p in Priambodho K. 2005. *Kualitas Air pada Tempat Pembuangan Akhir Sampah Galuga Kabupaten Bogor* [skripsi]. IPB: Bogor.

Purwendro, S. dan Nurhidayat., 2006. *Mengolah Sampah untuk Pupuk Pestisida Organik*. Penebar Swadaya, Jakarta.

Rezagama, A. & notodarmojo, S., 2012. *Kinetika Transfer Ozondan Kekeruhan dalam Air Lindi dengan Pengolahan Ozonisasi*. Semarang: Tekhnik. Vol.37(2): 78-83.

Riza F, Aziz N.B., Kismartini. 2015. *Tingkat pencemaran lingkungan perairan ditinjau dari aspek fisika, kimia dan logam di Pantai Kartini Jepara*. Indonesian Journal of Conservation, 4(1), 52—60

Romli, M. 2004. *Desain dan Optimasi Bioreaktor Membran Untuk Penanganan Air Limbah Sulit Terdegradasi*. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Masyarakat IPB. Bogor

Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas dalam Perairan*. Oseana XXX (3): 21 – 26.

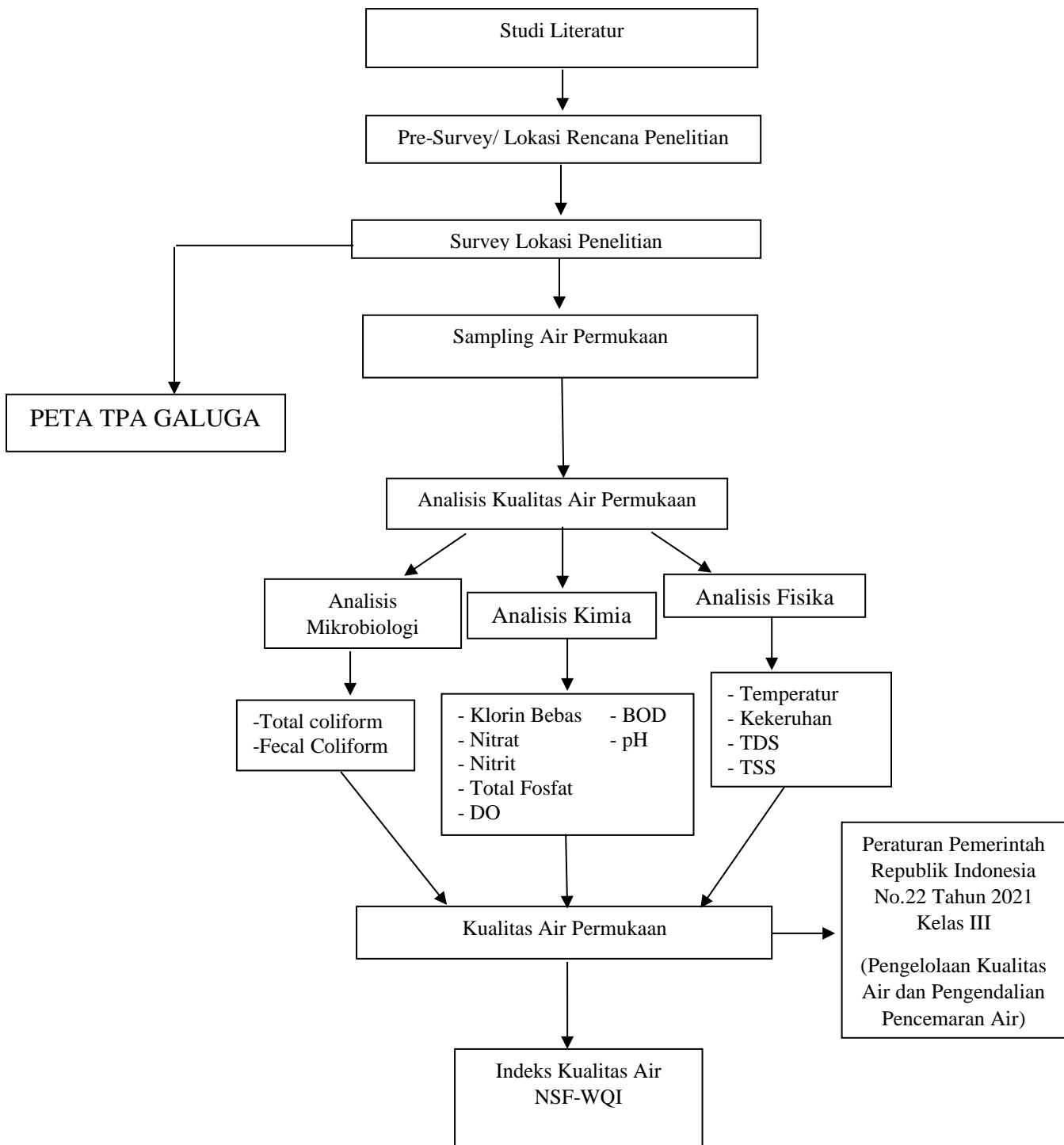
Sastrawijaya AT. 2000. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta (ID): Rineke Cipta

Sudarmaji, Mukono J, Corie IP. 2006. Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya terhadap terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* [internet].

- Supanca, W.W. 2003. Dasar-dasar Pemantauan, Pengawasan dan Teknik Penilaian Pencemaran Limbah Padat. *Short Course on Enviromental Pollution Control and Management*. 25 Agustus – 19 September 2003. Denpasar.
- Suprihatin. 1992. Penentuan Status Kualitas (Sebuah Pendekatan Kuantitatif dan Praktis). Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.
- Sutrisno, T., 2008, *Tekhnologi Penyediaan Air Bersih*, Cetakan kelima, Jakarta: Rineka Cipta. Hal: 23 -70.
- Syahrulyati, Teti. 2005. *Analisis Dampak Pencemaran Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Galuga dan Sekitarnya, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor*. Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor .
- Syahrulyati, Teti, Dkk. 2007. *Pemetaan Isophreatic Kontur Untuk Menduga Arah Aliran Cemar Lindi Di Bawah Permukaan Tanah (Studi Kasus Pada TPA Sampah Galuga)*. Bogor: Jurnal Keteknikan Pertanian
- Syawal, Muhammad S. 2016. *Kualitas Air dan Kandungan Logam Berat dalam Sedimen dan Moluska dalam Kaitannya dengan Aktivitas Antropogenik di Danau Maninjau, Sumatera Barat*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 66 halaman
- Wardhana, A.W. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Edisi Revisi. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset
- Yogafany E. 2015. Pengaruh aktifitas warga di sempadan sungai terhadap kualitas air Sungai Winongo. *Jurnal Sains Dan Teknologi Lingkungan*, 7(1), 41-50.
- Yudo S. 2010. Kondisi kualitas air Sungai Ciliwung di wilayah DKI Jakarta ditinjau dari parameter organik, amoniak, fosfat, deterjen dan bakteri coli. *Jurnal Air Indonesia*, 6(1), 2

LAMPIRAN

Lampiran 1. Bagan Alir Penelitian



Lampiran 2. Standar Baku Mutu Air Sungai dan Sejenisnya Menurut PP 22 Tahun 2021 Lampiran VI Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

No	Parameter	Unit	Kelas 1	Kelas 2	Kelas 3	Kelas 4	Keterangan
1.	Temperatur	°C	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Dev 3	Perbedaan dengan suhu udara di atas permukaan air
2.	Padatan terlarut total (TDS)	mg/l	1000	1000	1000	2000	Tidak berlaku untuk muara
3.	Padatan tersuspensi total (TSS)	mg/l	40	50	100	400	
4.	Derajat keasaman (pH)	-	6-9	6-9	6-9	6-9	Tidak berlaku untuk air gambut (berdasarkan kondisi alaminya)
5.	Kebutuhan oksigen biokimiawi (BOD)	mg/l	2	3	6	12	
6.	Kebutuhan oksigen kimiawi (COD)	mg/l	10	25	40	80	
7.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	6	4	3	1	Batas Minimal
8.	Nitrat (sebagai N)	mg/l	10	10	20	20	
9.	Nitrit (sebagai N)	mg/l	0.06	0.06	0.06	-	
10.	Amoniak (Sebagai N)	mg/l	0.1	0.2	0.5	-	
11.	Belerang sebagai H ₂ S	mg/l	0.002	0.002	0.002	-	
12.	Klorin bebas	mg/l	0.03	0.03	0.03	-	Bagi air baku air minum tidak dipersyaratkan
13.	Fecal Coliform	MPN /100 ml	100	1000	2000	2000	
14.	Total Coliform	MPN /100 ml	1000	5000	10000	10000	
15.	Sampah	-	nihil	nihil	nihil	nihil	

*Keterangan:

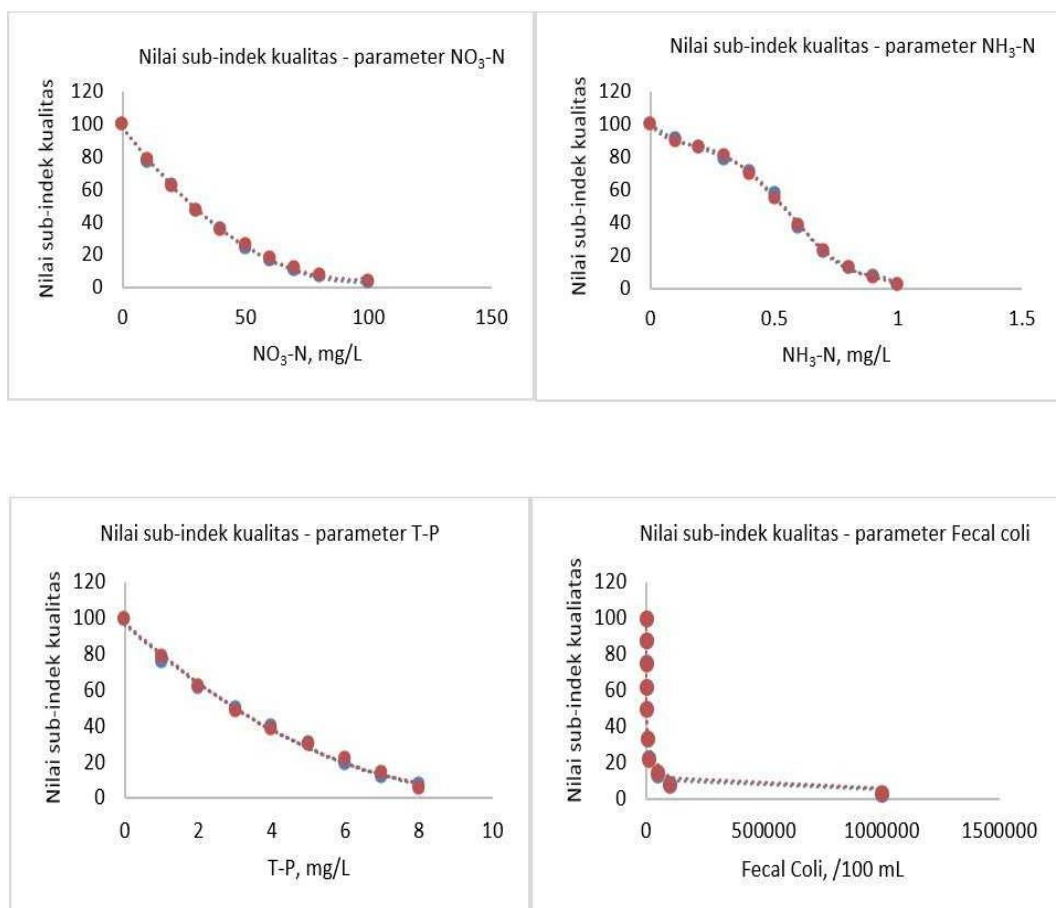
Kelas satu: merupakan yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

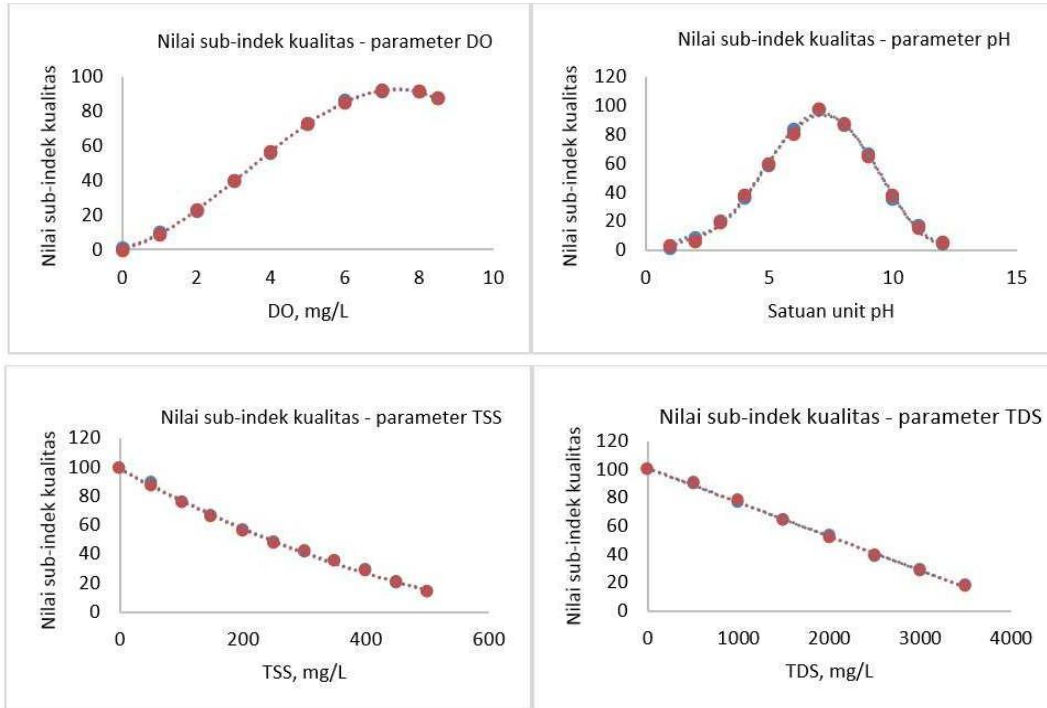
Kelas dua: merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana atau sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanian, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas tiga: merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Kelas empat: merupakan air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Lampiran 3. Kurva Sub-Indeks WQI-NSF





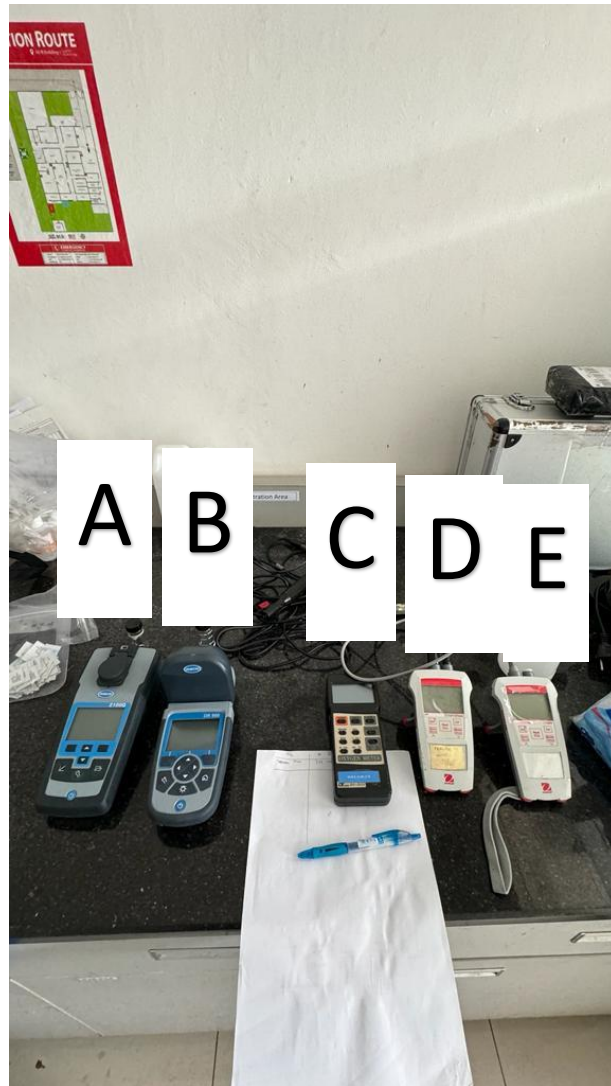
Sumber: Dewi R., dkk (2016)

Lampiran 4. Persamaan Regresi Kurva Nilai Sub-Indeks Kualitas Air

No.	Parameter	Persamaan regresi kurva nilai sub-indeks kualitas air	
		Persamaan regresi	Koefisien Determinasi
1	DO	$Y_1 = -0.3525x^3 + 3.5267x^2 + 5.7687x$	$R^2 = 0.9995$
		$Y_2 = -5.1069x^2 + 76.185x - 191.22$	$R^2 = 1$
2	pH	$Y_1 = -0.5101x^3 + 7.4939x^2 - 14.887x + 10.573$	$R^2 = 0.9978$
		$Y_2 = 1.4372x^3 - 40.947x^2 + 361.49x - 919.47$	$R^2 = 0.9981$
3	COD	$Y_1 = -2E-05x^3 + 0.0077x^2 - 1.3838x + 101.52$	$R^2 = 0.996$
		$Y_2 = 0.0027x^2 - 0.9787x + 93.957$	$R^2 = 1$
4	BOD ₅	$Y_1 = 0.6516x^3 - 5.5904x^2 + 4.1489x + 100$	$R^2 = 1$
		$Y_2 = 0.0385x^2 - 3.3452x + 78.825$	$R^2 = 0.999$
5	Fecal Coliforms	$Y_1 = -1.2147x + 100$	$R^2 = 1$
		$Y_2 = -0.1377x + 89.23$	$R^2 = 1$
		$Y_3 = -0.0329x + 78.746$	$R^2 = 1$
		$Y_4 = -0.0251x + 74.838$	$R^2 = 1$
		$Y_5 = -0.004x + 53.79$	$R^2 = 1$
		$Y_6 = -0.0022x + 44.5$	$R^2 = 1$
		$Y_7 = -0.0002x + 25.015$	$R^2 = 1$
		$Y_8 = -0.0001x + 18.721$	$R^2 = 1$
		$Y_9 = -5E-06x + 8.4622$	$R^2 = 1$
6	TSS	$Y_1 = -3E-07x^3 + 0.0004x^2 - 0.2766x + 100.64$	$R^2 = 0.9992$
		$Y_2 = -0.1426x + 84.945$	$R^2 = 0.9943$
7	NO ₃ -N	$Y = 3E-07x^4 - 0.0001x^3 + 0.0204x^2 - 2.2971x + 100$	$R^2 = 0.9994$
8	T-Pospat	$Y = -0.142x^3 + 2.6418x^2 - 23.819x + 100$	$R^2 = 0.9968$
9	TDS	$Y = 8E-10x^3 - 4E-06x^2 - 0.0192x + 100$	$R^2 = 0.9994$

Sumber: Dewi R., dkk (2016)

Lampiran 5. Dokumentasi Alat Insitu Pengukuran Air



Keterangan:

- A. Turbidimeter
- B. Free Chlorine Meter (Kit)
- C. DO meter
- D. pH Meter
- E. Konduktimeter

Lampiran 6. Cara pengawetan dan penyimpanan sampel air limbah

No	Parameter	Wadah penyimpanan	Minimum jumlah sampel yang diperlukan (ml)	Pengawetan	Lama penyimpanan maksimum yang dianjurkan
1	Fosfat	G (A)	100	Untuk fosfat terlarut segera disaring, dinginkan	48 jam
2	Nitrat+ Nitrit	P,G	200	Tambahkan H_2SO_4 sampai pH < 2, didinginkan	-
3	pH	P,G	-	Segera dianalisa	2 jam
4	Oksigen Terlarut	G Botol BOD	300		
	Dengan Elektroda			Langsung dianalisa	-
	Metoda Winkler			Titration dapat ditunda setelah sampel diasamkan	8 jam
<p>Keterangan: Didinginkan pada suhu $4^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ P : plastik (polietilen atau sejenisnya) G(A) : gelas dicuci dengan 1 + 1 HNO_3 P(A) : plastik dicuci dengan 1 + 1 HNO_3 G(S) : gelas dicuci dengan pelarut organik</p>					

Sumber: SNI 6989.57:2008

Lampiran 7. Jadwal Kegiatan Penelitian

Kegiatan	Tahun 2023 - 2024 Bulan Ke																			
	12				1				2				3				4			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Pustaka	■	■	■	■																
Penyusunan Proposal dan Presurvey Lokasi			■	■	■	■														
Seminar Rencana Tugas Akhir								■												
Pengambilan Data								■	■											
Analisis Lab								■	■	■										
Pengolahan Data								■	■	■	■									
Pembuatan Indeks Kualitas Air									■	■	■	■	■	■	■	■				
Seminar Hasil Tugas Akhir																		■		
Sidang Komprehensif																			■	
Sidang Skripsi																				■
Perbaikan Akhir Laporan																				■
Perbanyak Laporan																				■

Lampiran 8. *WQI Datasets*

BOD	BODQI	E. Coli	E. ColiQI	Nitrate	NitrateQI	pH	pHQI	TempChange	TempChangeQI
-100	100	1	100	0	97	2	2	-10	55
0	100	2	90	2	95	3	4	0	93
0.5	98	5	81	3	90	3.5	6	5	73
1	95	10	72	3.5	80	4	9	9.5	47
1.5	90	20	65	4	70	4.1	10	12	36
2.5	70	50	56	6	60	4.5	15	14.5	32
4	61	100	47	10	51	4.8	20	21	20
6.5	48	200	38	17	40	5.1	30	30.00001	10
8.5	40	500	28	27	30	6.2	60		
11	30	1000	26	37	20	6.8	83		
15	20	2000	20	50	10	7	88		
17.5	15	10000	10	54	8	7.1	90		
20	12	100000	4	71	4.5	7.2	92		
21.5	10			80	4	7.4	93		
25	7			90	3	7.6	92		
27	6			100.00001	2.5	7.8	90		
30.00001	5					8	84		
						8.9	52		
						9.7	26		
						10	20		
						10.3	15		
						10.7	11		
						10.8	10		
						11	8		
						11.5	5		
						12.00001	3		

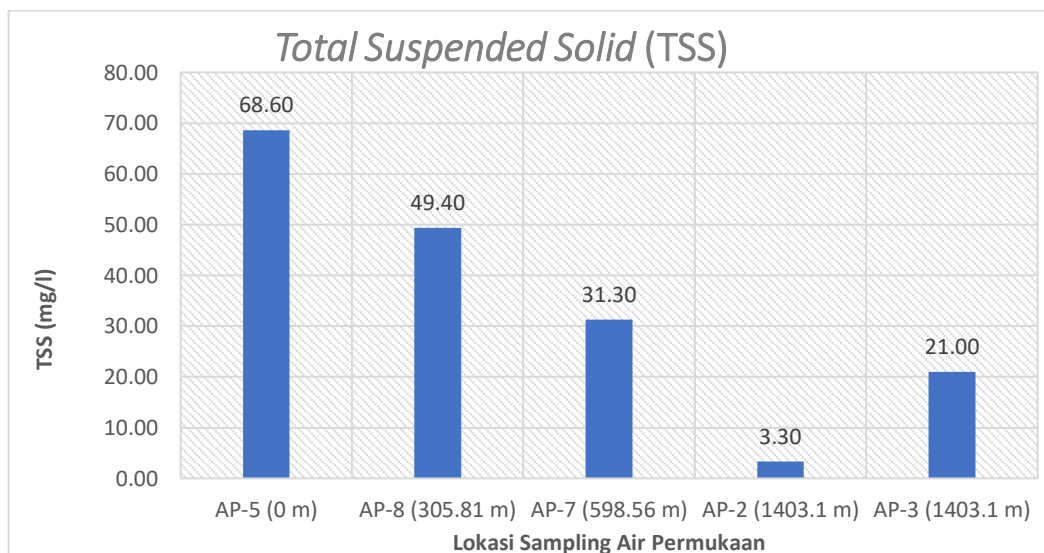
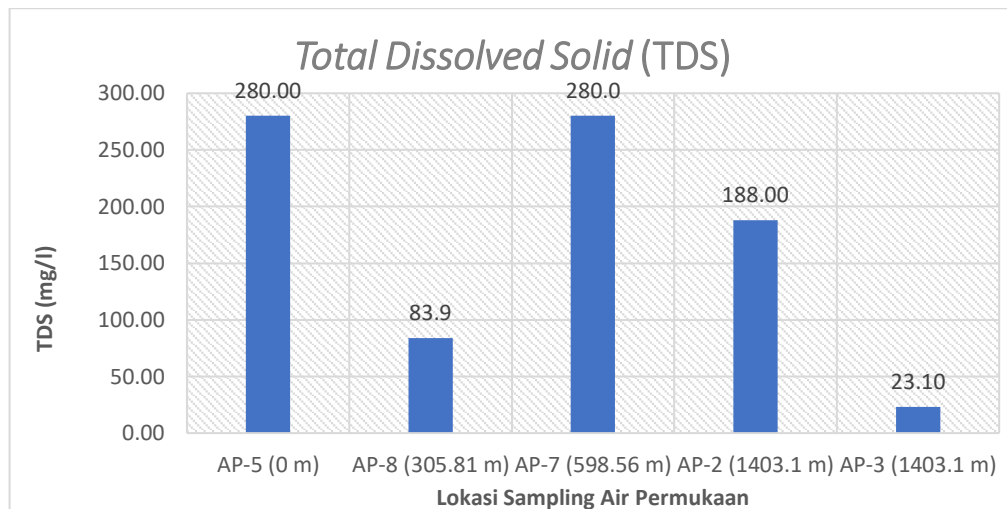
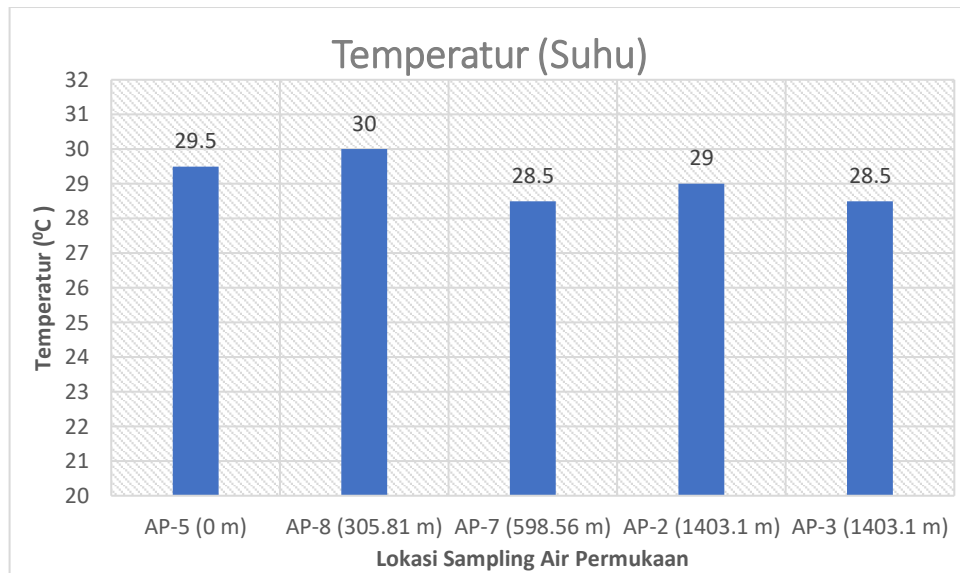
TSS	TSQI	Phosphate	PhosphateQI	Turbidity	TurbidityQI	DO%	DO%QI	DO Solubility	
0	79	0	100	0	96	0	2	Temp	Solubility
10	82	0.2	92	3	90	5	5	0	14.6
20	84	0.5	60	8	80	10	7	1	14.2
30	84.5	0.7	50	13	70	16	10	2	13.8
40	86	1	40	15	67	20	12	3	13.5
60	87	1.3	34	20	61	25	17	4	13.1
70	86	1.6	30	30	53	32	20	5	12.8
150	79	2	27	40	45	34	22	6	12.5
450	40	3.2	20	50	39	40	30	7	12.2
500.00001	31	4	17	60	33	45	37	8	11.9
		5	13	70	29	50	44	9	11.6
		6	10	80	25	55	51	10	11.3
		7	8	90	22	62	60	11	11.1
		8	7	100.00001	17	67	70	12	10.9
		10.00001	7			70	75	13	10.6
						74	80	14	10.4
						80	87	15	10.2
						84	90	16	10
						90	95	17	9.8
						94	98	18	9.6
						98	99	19	9.4
						100	99	20	9.2
						102	99	21	9
						106	98	22	8.9
						110	96	23	8.7
						115	93	24	8.6
						120	90	25	8.4
						125	87	26	8.2
						130	84	27	8.1
						135	81	28	7.9
						137	80	29	7.8
						140.00001	78	30.00001	7.7

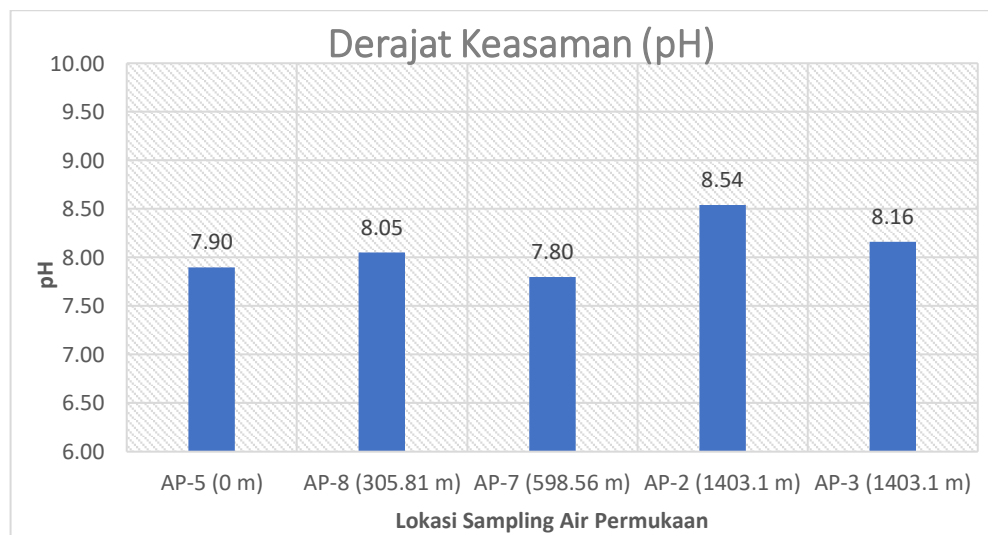
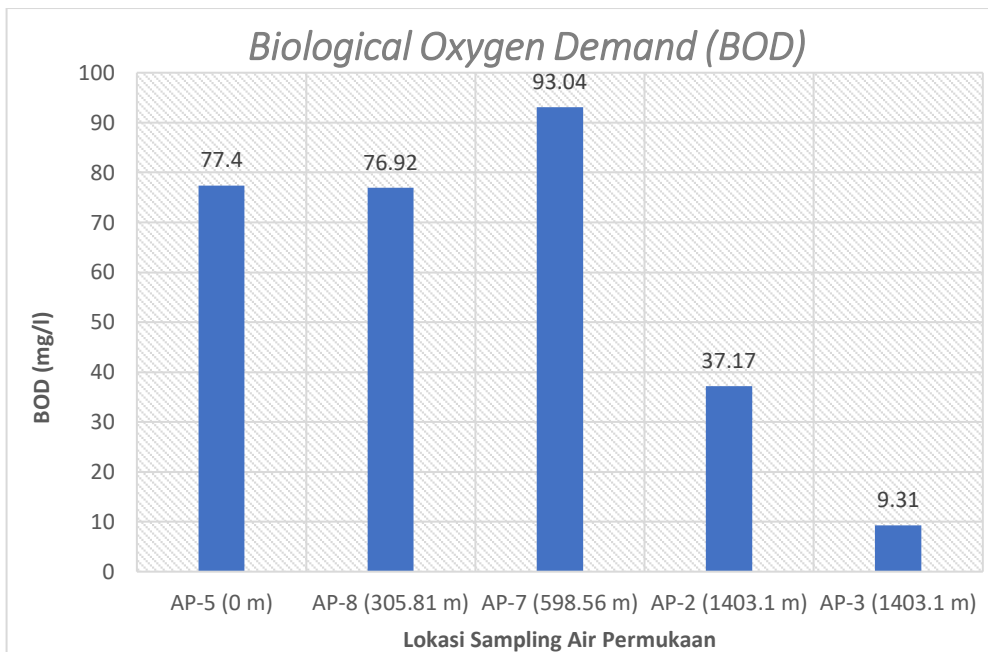
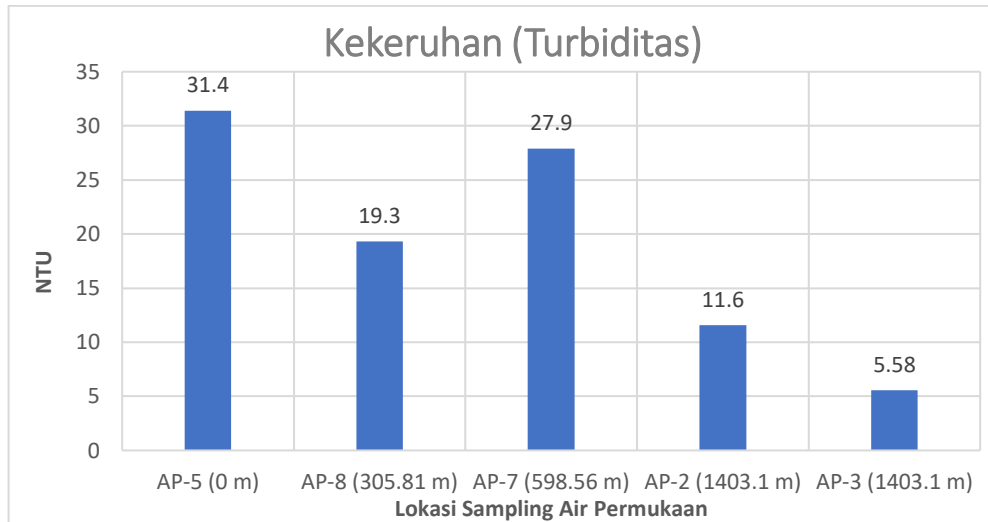
Sumber: *National Sanitation Foundation – Water Quality Index (NSFWQI)*

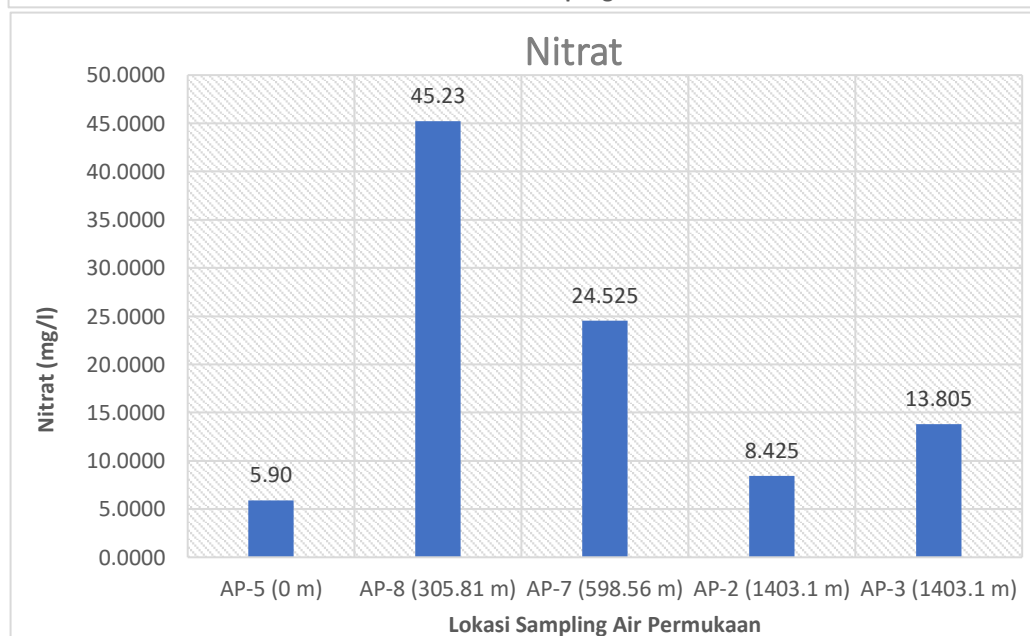
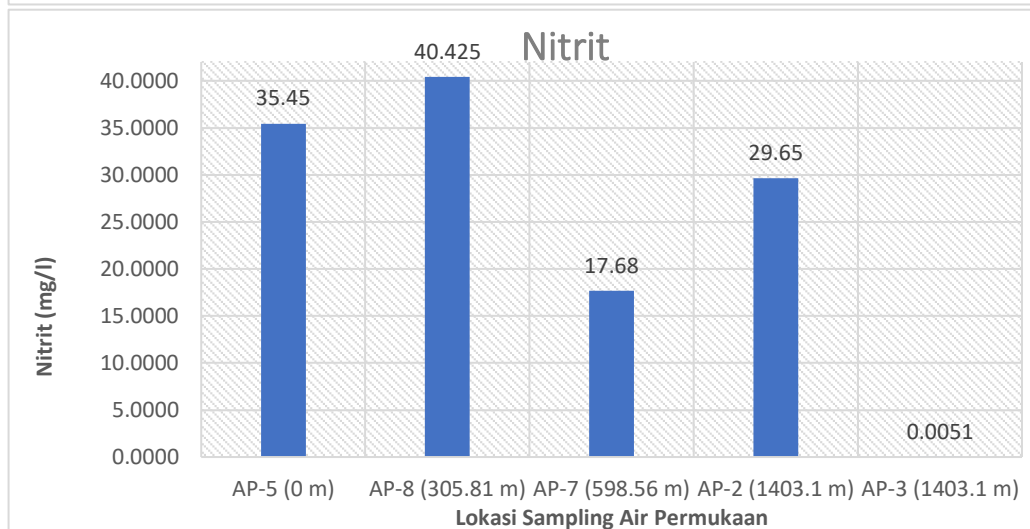
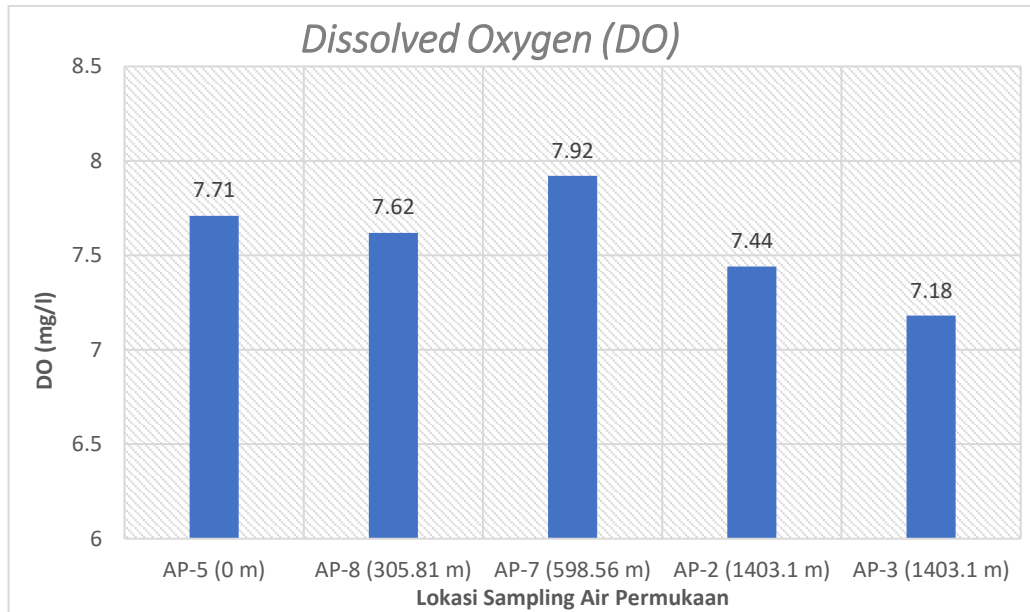
Lampiran 9. Hasil Analisa Laboratorium dan Insitu

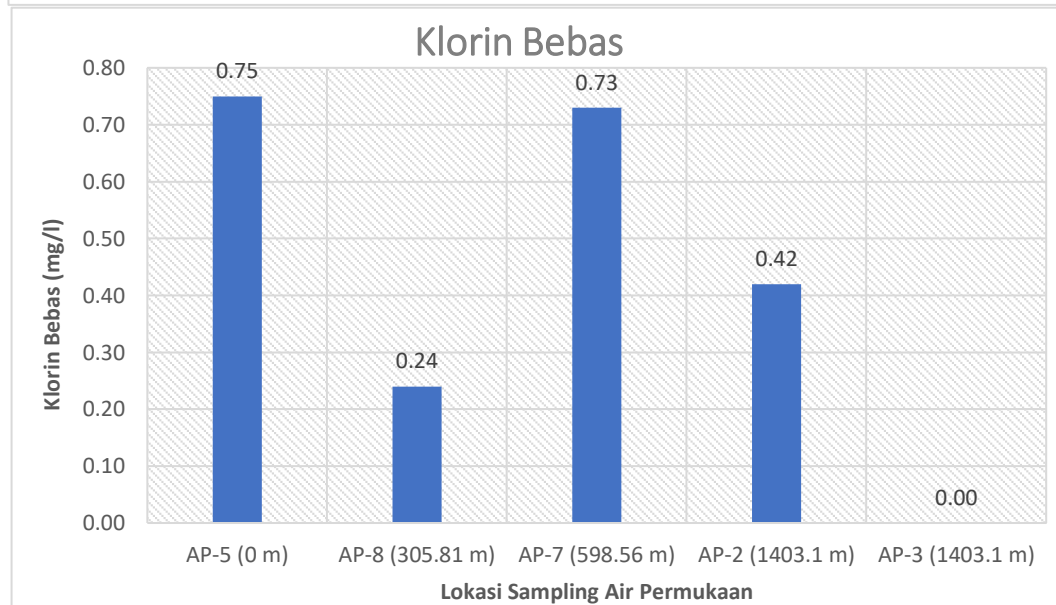
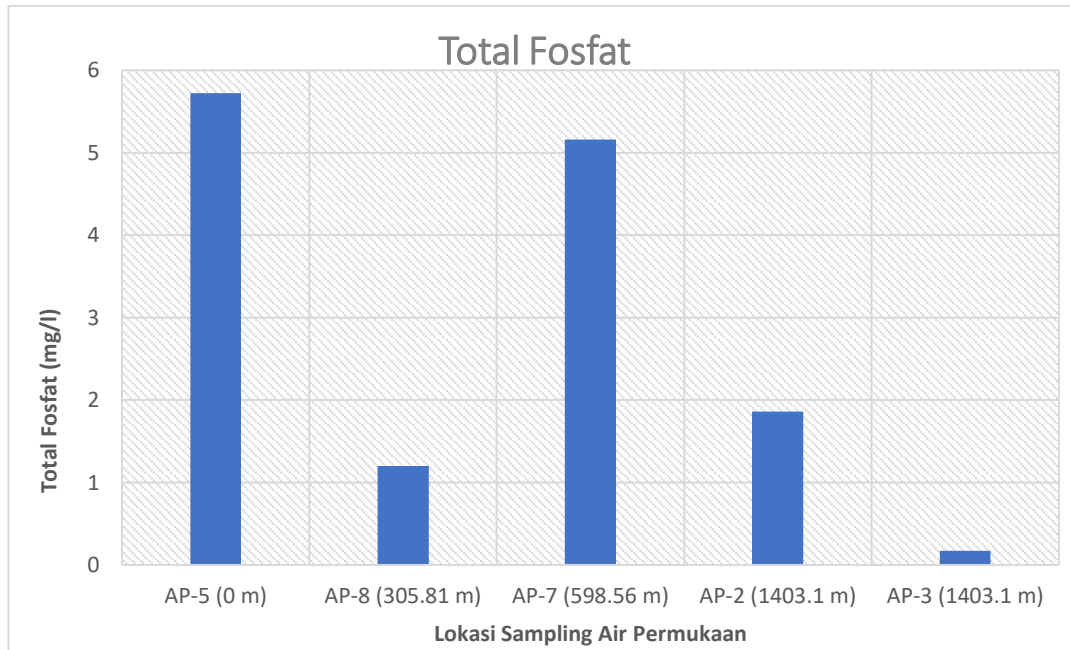
No.	Parameter	Satuan	Kriteria Mutu Air PP No.22/2021 Kelas III	Titik Sampling														
				AP-1	AP-2	AP-3	AP-4	AP-5	AP-6	AP-7	AP-8							
1	FISIKA																	
1	Temperatur	°C	Dev 3°C	28.5	29	28.5	30	29.5	30	28.5	30	28.5	30					
2	Total Dissolved	mg/L	1000	7.32	188.00	23.10	312.00	280.00	13.32	280.0	83.9							
3	Total Suspended	mg/L	100	14.90	3.30	21.00	36.80	68.60	0.00	31.30	49.40							
4	Kekeruhan (Turbidity)	NTU	-	7.83	11.6	5.58	24.5	31.4	0.42	27.9	19.3							
II	KIMIA																	
5	Derajat keasaman (pH)	-	6-9	7.37	8.54	8.16	8.00	7.90	8.00	7.80	8.05							
6	Biological Oxygen Demand (BOD ₅)	mg/L	6	1.96	37.17	9.31	81.45	77.4	1.07	93.04	76.92							
7	Dissolved Oxygen (DO)	mg/L	Batas Minimal 3	8.05	7.44	7.18	7.78	7.71	8.09	7.92	7.62							
8	Nitrit (sebagai Nitrat (sebagai N))	mg/L	0.06	0.0032	29.65	0.0051	31.8	35.45	0.0009	17.68	40.425							
9	Nitrat (sebagai N)	mg/L	20	0.9417	8.425	13.805	6.15	5.90	0.8241	24.525	45.23							
10	Total Fosfat (sebagai P)	mg/L	1	0.055	1.86	0.170	5.38	5.72	0.018	5.16	1.199							
11	Klorin bebas	mg/L	0.03	0.00	0.42	0.00	0.67	0.75	0.00	0.73	0.24							
III	MIKROBIOLOGI																	
12	Fecal Coliform	MPN/100mL	2000	32	>2500	365	>2500	>2500	9	>2500	>2500							
13	Total Coliform	MPN/100mL	10000	1011	>2500	1011	>2500	>2500	365	>2500	>2500							

Lampiran 10. Grafik Hasil Analisa Sampel sesuai arah Aliran Air Lindi









Lampiran 11. Laporan Hasil Analisa TSS

SGS WLN		TSS					
Analysis Date : 1/3/2024		Standard anak timbangan (g) : 10.0000					
Analyst : Farid		Result (g) : 10.0000					
No	Sample ID	Sample Volume (ml)	Pan kosong (mg)		Pan kosong + residu (mg)		Keterangan
	Blank	100	4702.02	4702.03	4702.03	4702.03	
	STD 100 ppm	100	4550.96	4551.03	4560.05	4560.18	
	CRM	25	4520.27	4520.29	4520.25	4529.20	
AP 2	Air Sebelum	100	4456.04	4456.04	4456.43	4456.37	
AP 1	Upstream	100	4406.86	4406.94	4408.51	4408.43	
AP 3	Downstream	100	4755.68	4755.61	4757.72	4757.71	
AP 4	AP 5	100	4557.10	4557.10	4560.25	4560.23	
AP 6	Mata Air	100	4566.02	4565.96	4565.96	4565.96	
AP 4	Inlet 1	100	4594.88	4594.85	4598.51	4598.53	
AP 5	Outlet 1	100	4558.94	4559.08	4565.94	4565.94	
AP 7	Outlet 2	100	4692.17	4692.27	4697.27	4697.21	
	Blank	100	4590.30	4590.40	4590.40	4590.40	
	STD 100 ppm	100	4618.81	4618.82	4627.70	4627.80	

TSS CALCULATOR				
ID SAMPLE	VOL (ml)	Bobot Kosong (mg)	Bobot Isi (mg)	TSS (mg/l)
Blank	100	4702.03	4702.03	0.0
STD 100 ppm	100	4551.03	4560.18	91.5
CRM	25	4520.29	4529.20	356.4
AP 2 Air Sebelum	100	4456.04	4456.37	3.3
AP 1 Upstream	100	4406.94	4408.43	14.9
AP 3 Downstream	100	4755.61	4757.71	21.0
AP 4 AP 5	100	4557.10	4560.23	31.3
AP 6 Mata Air	100	4565.96	4565.96	0.0
AP 4 Inlet 1	100	4594.85	4598.53	36.8
AP 5 Outlet 1	100	4559.08	4565.94	68.6
AP 7 Outlet 2	100	4692.27	4697.21	49.4
Blank	100	4590.40	4590.40	0.0
STD 100 ppm	100	4618.82	4627.80	89.8

Perhitungan Konsentrasi TSS:

$$\text{mg TSS/L} = \frac{[\text{Bobot Isi} - \text{Bobot Kosong}] \times 1000}{\text{Volume Sampel (ml)}}$$

$$\text{AP 1 (Upstream): mg TSS/L} = \frac{[4408.43 - 4406.94] \times 1000}{100 \text{ (ml)}}$$

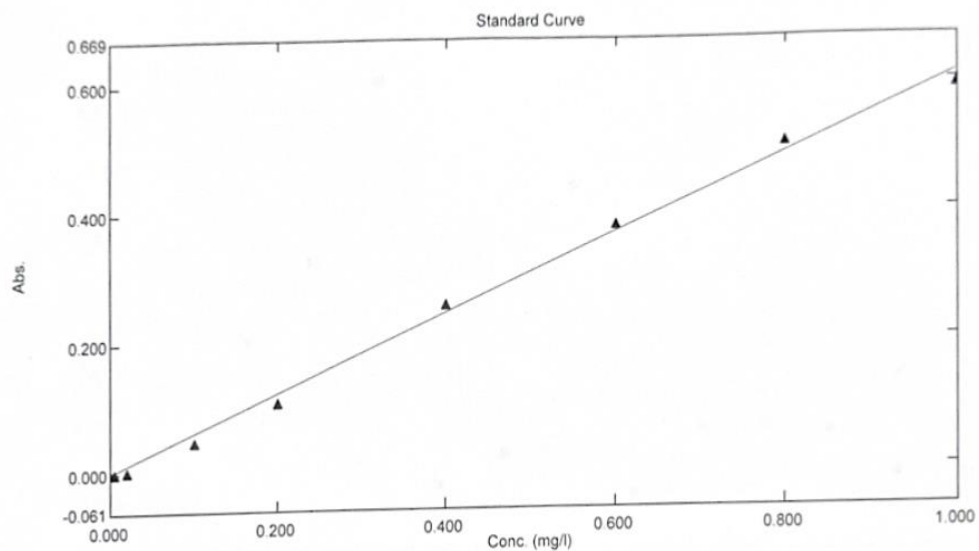
$$\text{AP 1: mg} \frac{\text{TSS}}{\text{L}} = 14.9 \text{ mg/L}$$

Lampiran 12. Laporan Hasil Analisa Fosfat

Standard Table Report

04/01/2024 14.48.49

File Name: C:\UVProbe-Data\Data\2024\T-PO4\01042024.pho



$r^2 = 0.99692$
 $r(m)^2 = 0.99692$

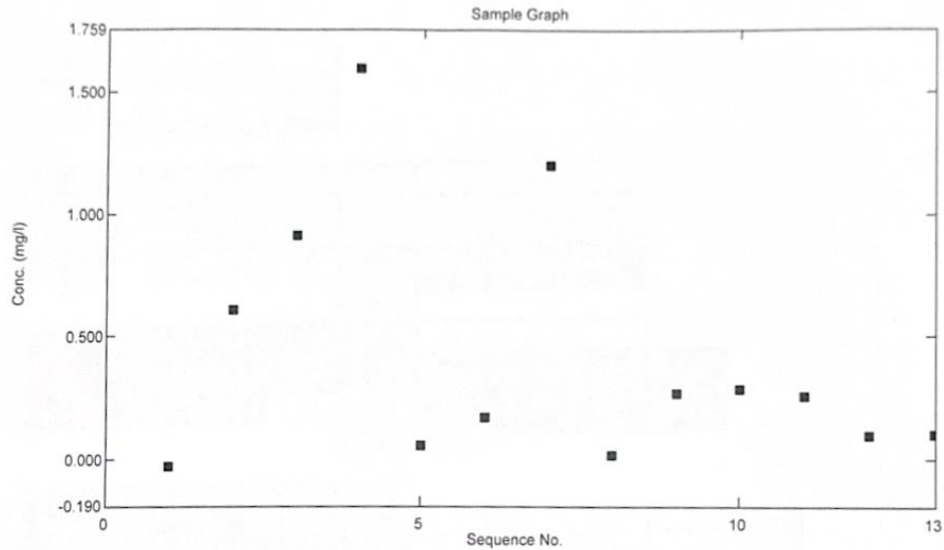
Standard Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL880,0	Wgt.Factor	Comments
1	blank	Standard		0.000	0.000	1.000	
2	std0.005	Standard		0.005	0.001	1.000	
3	std0.02	Standard		0.020	0.002	1.000	
4	std0.1	Standard		0.100	0.047	1.000	
5	std0.2	Standard		0.200	0.107	1.000	
6	std0.4	Standard		0.400	0.254	1.000	
7	std0.6	Standard		0.600	0.377	1.000	
8	std0.8	Standard		0.800	0.503	1.000	
9	std1	Standard		1.000	0.589	1.000	
10							

Sample Table Report

19/07/2023 15:33:00

File Name: C:\UVPProbe-Data\Data\2024\T-PO4\Sampel Penelitian Farid.pho



Sample ID	Type	Ex	Conc	WL880,0	Comments
1	blank		-0.028	-0.017	
2	std_0.6_ppm		0.608	0.370	101.33%
3	CRM10x		0.916	0.558	9.16// P309-525/ 7.99-10.2 / 9.02
4	AirSebelum		1.597	0.972	
5	Upstream		0.055	0.034	
6	DSdownstream		0.170	0.103	
7	AP5		1.199	0.730	
8	MataAir		0.018	0.011	
9	Inlet1_20x		0.269	0.164	5.38 ppm
10	Outlet1_20x		0.286	0.174	5.72 ppm
11	Outlet2_20x		0.258	0.157	5.16
12	AirSebelum_20x		0.093	0.057	1.86 ppm
13	R_AirSebelum_20x		0.104	0.063	2.08 ppm// 11.17%
14					

Perhitungan Konsentrasi Fosfat:

Konsentrasi PO_4^{3-} (mg/l) = Hasil pembacaan alat x Faktor Pengenceran

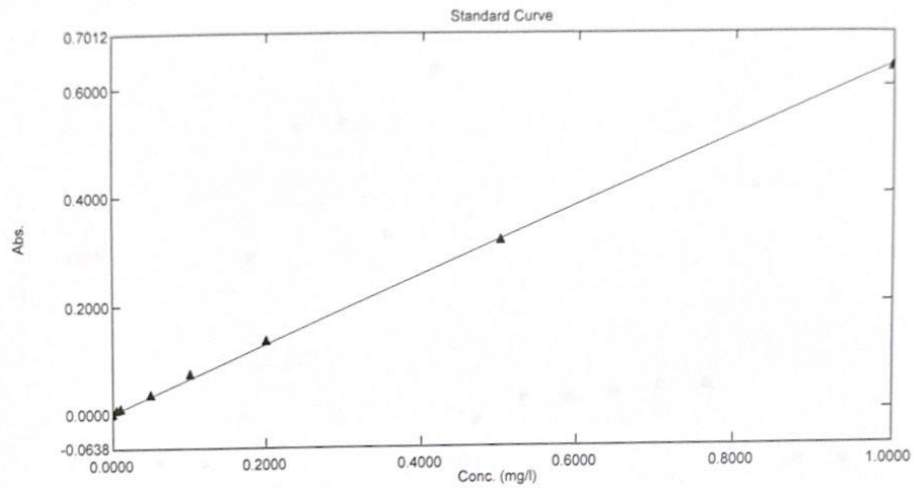
$$\text{AP 4 (Inlet IPAL) Konsentrasi } \text{PO}_4^{3-} \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = 0.055 \times 20 = 5.38 \text{ mg/L}$$

Lampiran 13. Laporan Hasil Analisa Nitrat

Standard Table Report

01/17/2024 05:55:30 PM

File Name: C:\Program Files (x86)\Shimadzu\UVProbe\Data\2024\Nitrat\01172024 - P.pho



$y = 0.638095x + 0.000000$
 Correlation Coefficient $r^2 = 0.99975$
 Multiple Correlation Coefficient $r^2 = 0.99975$

Standard Table

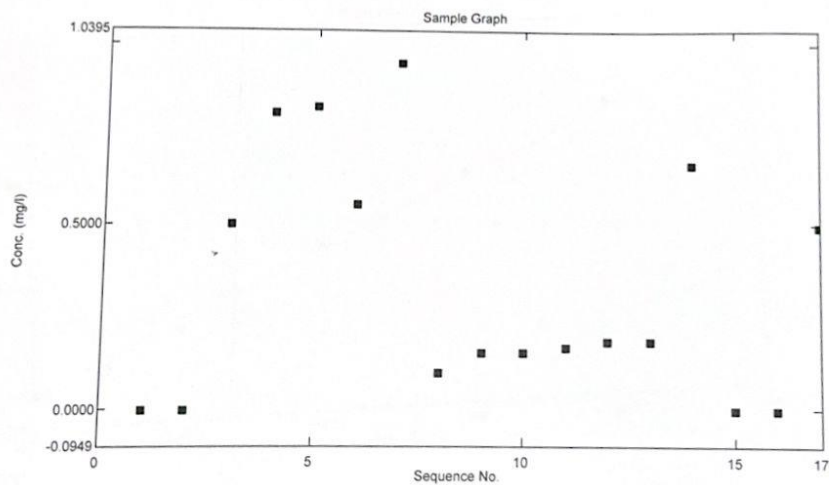
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL543,0	Wgt.Factor	Comments
1	Blank	Standard		0.0000	-0.0000	1.0000	
2	Std 0.005	Standard		0.0050	0.0067	1.0000	
3	Std 0.01	Standard		0.0100	0.0093	1.0000	
4	Std 0.05	Standard		0.0500	0.0365	1.0000	
5	Std 0.1	Standard	✓	0.1000	0.0907	1.0000	
6	Std 0.2	Standard		0.2000	0.1361	1.0000	
7	Std 0.5	Standard		0.5000	0.3196	1.0000	
8	Std 1.0	Standard		1.0000	0.6349	1.0000	
9	Std 0.12	Standard		0.1000	0.0735	1.0000	
10							

S
—
Fi

Sample Table Report

01/17/2024 05:55:43 PM

File Name: C:\Program Files (x86)\Shimadzu\UVProbe\Data\2024\Nitrat\01172024 - P.pho



Sample Table						
	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL543,0	Comments
1	Blank	Unknown		-0.0001	-0.0001	
2	Bpro	Unknown		-0.0001	-0.0001	
3	Std 0.5	Unknown		0.5007	0.3195	
4	CRM 25X P321505	Unknown		0.8079	0.5155	20.1975//19.3//17.1-21.4
5	Mata air	Unknown		0.8241	0.5258	
6	DS 25X	Unknown		0.5524	0.3525	13.81
7	4P	Unknown		0.9449	0.6030	
8	AP 5 250x	Unknown		0.0981	0.0626	24.525
9	Air sebelum 250x	Unknown		0.1523	0.0972	38.075
10	Inlet 250x	Unknown		0.1518	0.0968	37.95
11	Outlet 1 250x	Unknown		0.1654	0.1055	41.35
12	Outlet 2 250x	Unknown		0.1809	0.1154	45.225
13	R Outlet 2 250x	Unknown		0.1809	0.1154	
14	S Air sebelum 250x	Unknown		0.6642	0.4238	0.5119//102.38%
15	Blank 2	Unknown		-0.0002	-0.0002	
16	Bpro 2	Unknown		-0.0004	-0.0002	
17	Std 0.5 2	Unknown		0.4925	0.3143	98.35%

Konsentrasi NO_3^- (mg/l) = $(\text{NO}_3 + \text{NO}_2) \times \text{Faktor Pengenceran} - \text{NO}_2$

$$\text{AP 4 (Inlet IPAL) Konsentrasi } \text{NO}_3^- \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = 0.1518 \times 250 = 37.95 \text{ mg/L}$$

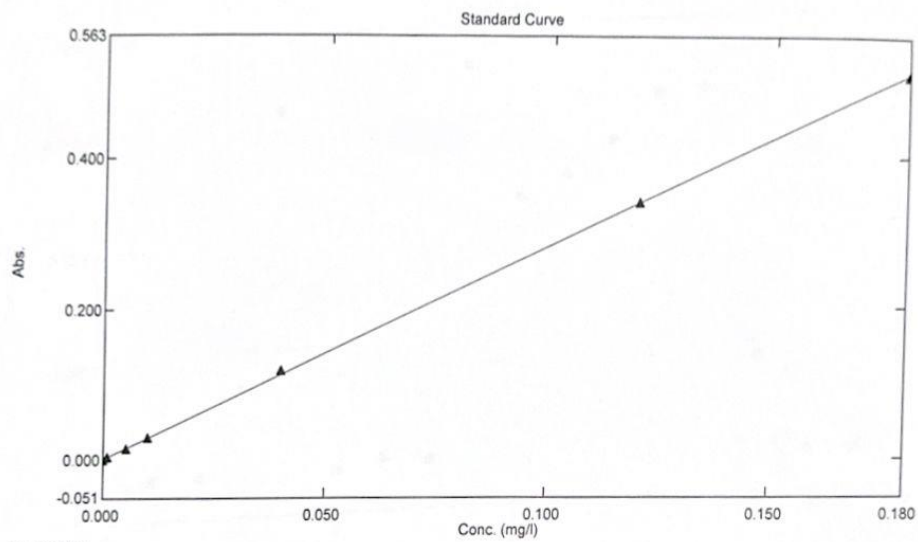
$$\text{AP 4 (Inlet IPAL) Konsentrasi } \text{NO}_3^- \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = 37.95 - 31.8 = 6.15 \text{ mg/L}$$

Lampiran 14. Laporan Hasil Analisa Nitrit

Standard Table Report

16/01/2024 15:16:44

File Name: C:\UVProbe-Data\Data\2024\Nitrit\01162024 - p.pho

 $r^2 = 0.99990$

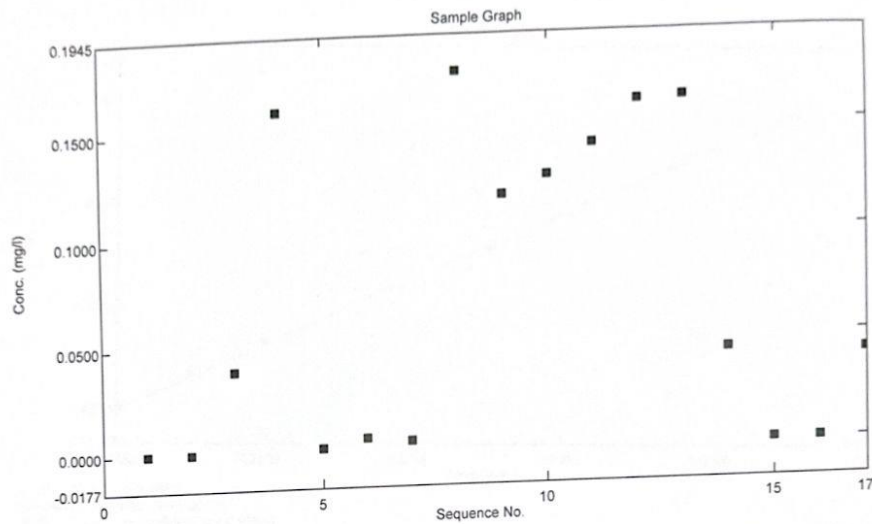
Standard Table

	Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Wgt.Factor	Comments
1	Blank	Standard		0.000	0.000	1.000	
2	Std_0.001_ppm	Standard		0.001	0.003	1.000	
3	Std_0.005_ppm	Standard		0.005	0.015	1.000	
4	Std_0.01_ppm	Standard		0.010	0.029	1.000	
5	Std_0.04_ppm	Standard		0.040	0.119	1.000	
6	Std_0.12_ppm	Standard		0.120	0.342	1.000	
7	Std_0.18_ppm	Standard		0.180	0.511	1.000	
8							

Sample Table Report

19/07/2023 15:33:00

File Name: C:\UVProbe-Data\Data\2024\Nitrif\01162024 - p.pho



Sample ID	Type	Ex	Conc	WL540,0	Comments
1	Blank		-0.0000	-0.0000	
2	BPro		-0.0000	-0.0000	
3	Std_0_04		0.0391	0.1112	97.75%
4	CRM_10x_P323770		0.1602	0.4561	1.602/1.51/1.35-1.68
5	MataAir		0.0009	0.0026	
6	DS		0.0051	0.0146	0.0051 ppm
7	4P		0.0032	0.0092	
8	AP5_100X		0.1768	0.5035	171.68 ppm
9	Airsebelum_250x		0.1186	0.3378	29.65 ppm
10	Inlet_250x		0.1272	0.3621	31.7 ppm
11	Outlet1_250x		0.1418	0.4037	35.45 ppm
12	Outlet2_250x		0.1617	0.4605	40.425 ppm
13	R_Outlet2		0.1624	0.4627	40.60 ppm
14	S_DS		0.0433	0.1234	0.0382/95.5%
15	Blank2		0.0000	0.0000	
16	Bpro2		0.0000	0.0000	
17	Std_0_04_2		0.0406	0.1155	

Konsentrasi NO_2^- (mg/l) = Hasil pembacaan alat x Faktor Pengenceran

$$\text{AP 4 (Inlet IPAL) Konsentrasi } \text{NO}_2^- \left(\frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) = 0.1272 \times 250 = 31.8 \text{ mg/L}$$

Lampiran 15. Laporan Hasil Analisa BOD

No. Sample # : **Analyst** Farid
Date In: 24/01/2024 **Date Out:** 29/01/2024
Temp In: 20 C **Temp Out:** 20 C

Note: Nilai SCF pada range 0.6-1.0 dan nilai range standar GG 198 ± 30.5.

1. BLANKS:

Selisih nilai DO <0.2 mg/L

Bottle #	DO ₀	Final DO	Depletion
1	8.16	7.89	0.27
2	8.16	7.84	0.32
			0.3

2. SEED FACTORS (SF): Perhitungan efek penambahan seed

f=ml seed yang digunakan di

4

Nilai SCF 0.6-1.0

Bottle #	Vol. seed (mL)	DO ₀	DO ₅	Depletion	% Dep.	BOD	SCF
		B ₁		B ₁ -B ₂			(B ₁ -B ₂)f
1	15	8.13	5.18	2.95	36.30%	59	0.7867
2	30	8.13	2.78	5.35	65.80%	53.5	0.7133
						RATA-RATA SCF:	0.75

Selisih DO > 2mg/L

3. GG STANDARD:

Perhitungan menggunakan rata-rata SCF

Nilai range GG : -198 ± 30.5

Bottle #	Vol. (mL) of GGA	Vol. seed (mL)	DO ₀	DO ₅	Depletion	Net. Dep	% Dep.	BOD
					DO ₀ - DO ₅			
1	6	4	8.12	3.67	4.45	3.7	45.60%	185
2	6	4	8.1	3.42	4.68	3.93	48.50%	196.5
						RATA-RATA GG:	190.75	

Nilai DO harus > 1mg/L Selisih DO harus > 2mg/L

4. SAMPLES:

Perhitungan menggunakan rata-rata SCF

No. Sample	Vol. sampel (mL)	Vol. seed (mL)	DO ₀	DO ₅	Depletion	SCF	Net Dep	Dil. Factor	Sample BOD
			D ₁	D ₂	D ₁ -D ₂	(B ₁ -B ₂)f	(D ₁ -D ₂)-(B ₁ -B ₂)f	P	((D ₁ -D ₂)-(B ₁ -B ₂)f)/P
Blank Control	300	4	8.11	7.07	1.04	0.75	0.29	1	0.29
Blank Control	300	4	8.14	7.09	1.05	0.75	0.3	1	0.3
inlet	2	4	8.08	6.95	1.13	0.75	0.38	0.007	57
	20	4	7.78	1.6	6.18	0.75	5.43	0.067	81.45
outlet 1	5	4	8.04	6.1	1.94	0.75	1.19	0.017	71.4
	25	4	7.71	0.51	7.2	0.75	6.45	0.083	77.4
outlet 2	5	4	8.01	5.98	2.03	0.75	1.28	0.017	76.8
	25	4	7.62	0.46	7.16	0.75	6.41	0.083	76.92
	100	4	7.18	3.21	3.97	0.8653	3.1	0.333	9.31

No. Sample # : **Analyst Farid**
Date In: 12/1/2024 **Date Out:** 17/01/2024
Temp In: 20°C **Temp Out:** 20°C

Note: Nilai SCF pada range 0.6-1.0 dan nilai range standar GG 198 ± 30.5.

1. BLANKS:

Selisih nilai DO <0.2 mg/L

Bottle #	DO ₀	Final DO	Depletion
1	8.22	7.67	0.55
2	8.16	7.59	0.57
			0.56

2. SEED FACTORS (SF): Perhitungan efek penambahan seed

f=ml seed yang digunakan di

4

Nilai SCF 0.6-1.0

Bottle #	Vol. seed (mL)	DO ₀	DO ₅	Depletion	% Dep.	BOD	SCF
		B ₁		B ₁ -B ₂			(B ₁ -B ₂)f
1	15	8.14	4.65	3.49	42.90%	69.8	0.9307
2	30	8.15	2.15	6	73.60%	60	0.8
						RATA-RATA SCF:	0.8653

Selisih DO
> 2mg/L

3. GG STANDARD:

Perhitungan menggunakan rata-rata SCF

Nilai range GG : -198 ± 30.5

Bottle #	Vol. of GGA	Vol. seed (mL)	DO ₀	DO ₅	Depletion	Net. Dep	% Dep.	BOD
					DO ₀ - DO ₅			
1	6	4	8.12	3.21	4.91	4.04	49.80%	202.2
2	6	4	8.18	3.18	5	4.13	50.50%	206.7
							RATA-RATA GG:	204.4833

Nilai DO harus
> 1mg/L

Selisih DO harus
> 2mg/L

4. SAMPLES:

Perhitungan menggunakan rata-rata SCF

No. Sample	Vol. sampel (mL)	Vol. seed (mL)	DO ₀	DO ₅	Depletion	SCF	Net Dep	Dil. Factor	Sample BOD
			D ₁	D ₂	D ₁ -D ₂	(B ₁ -B ₂)f	(D ₁ -D ₂)-(B ₁ -B ₂)f	P	[(D ₁ -D ₂)-(B ₁ -B ₂)f]/P
Blank Control	300	4	8.16	6.85	1.31	0.8653	0.44	1	0.44
Blank Control	300	4	8.1	6.9	1.2	0.8653	0.33	1	0.33
CRM	25	4	8.43	2.82	5.61	0.8653	4.74	0.083	56.94
air sebelum	10	4	8.11	5.56	2.55	0.8653	1.68	0.033	50.54
	50	4	7.44	0.38	7.06	0.8653	6.19	0.167	37.17
upstream	20	4	8.18	6.63	1.55	0.8653	0.68	0.067	10.27
	100	4	8.05	6.53	1.52	0.8653	0.65	0.333	1.96
downstream	20	4	8.03	5.07	2.96	0.8653	2.09	0.067	31.42
	100	4	7.18	3.21	3.97	0.8653	3.1	0.333	9.31

IDEXX Quanti-Tray®/2000 MPN Table

# Large Wells Positive	# Small Wells Positive																																																																											
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
	0	25.3	26.4	27.4	28.4	29.5	30.5	31.5	32.6	33.6	34.7	35.7	36.8	37.8	38.9	40.0	41.0	42.1	43.1	44.2	45.3	46.3	47.4	48.5	49.5	50.5	51.5	52.5	53.5	54.5	55.5	56.5	57.5	58.5	59.5	60.5	61.5	62.5	63.5	64.5	65.5	66.5	67.5	68.5	69.5	70.5	71.5	72.5	73.5	74.5	75.5	76.5	77.5	78.5	79.5	80.5	81.5	82.5	83.5	84.5	85.5	86.5	87.5	88.5	89.5	90.5	91.5	92.5	93.5	94.5	95.5	96.5	97.5	98.5	99.5	100.0

06-03202-03 2/15

Lampiran 17. Dokumentasi Sampling dan Analisa Sampel di Laboratorium



*Keterangan: Dokumentasi di Laboratorium



AP-1



AP-2



AP-3



AP-4



AP-5



AP-6



AP-7



AP-8

*Keterangan: Aktivitas Pengambilan Sampel Air Permukaan di sekitar TPA Galuga



*Keterangan: Fasilitas Instalasi Pengolahan Air Lindi TPA Galuga

Lampiran 18. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 1

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Upstream Sungai Cianten			
Temperatur	28.5	0.1	12	1.20
DO	8.05 (102.82%)	0.17	99	16.83
BOD	1.96	0.11	81	8.91
pH	7.37	0.11	93	10.23
Total Padatan	3.3	0.07	80	5.60
Turbiditas	7.83	0.08	83	6.64
NO ₃	0.9417	0.1	96	9.60
<i>E.Coli</i>	32	0.16	61	9.76
Fosfat	0.055	0.1	97.8	9.78
Total IKA-NSFWQI		1.0	Baik	78.55

Lampiran 19. Indeks Kualitas Air NSFQI – AP 2

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Aliran Air Lindi Menuju Sungai Cianten			
Temperatur	29	0.1	11	1.10
DO	7.44 (95.96%)	0.17	98	16.66
BOD	37.17	0.11	2	0.22
pH	8.54	0.11	65	7.15
Total Padatan	14.9	0.07	83	5.81
Turbiditas	11.60	0.08	77	6.16
NO ₃	8.425	0.1	55	5.50
<i>E.Coli</i>	2500	0.16	19	3.04
Fosfat	1.86	0.1	28.05	2.81
Total IKA-NSFWQI		1.0	Buruk	48.45

Lampiran 20. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 3

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Downstream Sungai Cianten			
Temperatur	28.5	0.1	12	1.20
DO	7.18 (91.71%)	0.17	96	16.32
BOD	9.31	0.11	37	4.07
pH	8.16	0.11	78	8.58
Total Padatan	21	0.07	84	5.88
Turbiditas	5.58	0.08	87	6.96
NO ₃	13.805	0.1	45	4.50
<i>E.Coli</i>	1300	0.16	24	3.84
Fosfat	0.17	0.1	93.2	9.32
Total IKA-NSFWQI		1.0	Sedang	60.67

Lampiran 21. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 4

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Inlet IPAL TPA			
Temperatur	30	0.1	10	1.00
DO	7.78 (102.35%)	0.17	99	16.83
BOD	81.45	0.11	2	0.22
pH	8	0.11	84	9.24
Total Padatan	36.80	0.07	86	6.02
Turbiditas	24.5	0.08	60	4.80
NO ₃	6.15	0.1	60	6.00
<i>E.Coli</i>	2500	0.16	19	3.04
Fosfat	5.38	0.1	11.86	1.19
Total IKA-NSFWQI		1.0	Buruk	48.34

Lampiran 22. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 5

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Outlet IPAL TPA			
Temperatur	29.5	0.1	11	1.10
DO	7.71 (100.43%)	0.17	99	16.83
BOD	77.4	0.11	2	0.22
pH	7.9	0.11	87	9.57
Total Padatan	68.60	0.07	86	6.02
Turbiditas	31.4	0.08	52	4.16
NO ₃	5.90	0.1	61	6.10
<i>E.Coli</i>	2500.00	0.16	19	3.04
Fosfat	5.72	0.1	10.84	1.08
Total IKA-NSFWQI		1	Buruk	48.12

Lampiran 23. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 6

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Kolam Mata Air Desa Galuga			
Temperatur	30	0.1	10	1.00
DO	8.09 (106.43%)	0.17	98	16.66
BOD	1.07	0.11	94	10.34
pH	8	0.11	84	9.24
Total Padatan	0.00	0.07	79	5.53
Turbiditas	0.42	0.08	96	7.68
NO ₃	0.82	0.1	96	9.60
<i>E.Coli</i>	9.00	0.16	74	11.84
Fosfat	0.018	0.1	99.28	9.93
Total IKA-NSFWQI		1	Baik	81.82

Lampiran 24. Indeks Kualitas Air NSFQI - AP 7

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Saluran Air Drainase di Pemukiman 1			
Temperatur	28.5	0.1	12	1.20
DO	7.92 (101.16)	0.17	99	16.83
BOD	93.04	0.11	2	0.22
pH	7.8	0.11	90	9.90
Total Padatan	31.30	0.07	85	5.95
Turbiditas	27.9	0.08	56	4.48
NO ₃	24.53	0.1	32	3.20
<i>E.Coli</i>	2500.00	0.16	19	3.04
Fosfat	5.16	0.1	12.52	1.25
Total IKA-NSFWQI		1	Buruk	46.07

Lampiran 25. Indeks Kualitas Air NSFQI – AP 8

Parameter	Titik Sampling	Wi	Qi	Wi x Qi
	Saluran Air Drainase di Pemukiman 2			
Temperatur	30	0.1	10	1.00
DO	7.62 (100.25)	0.17	99	16.83
BOD	76.92	0.11	2	0.22
pH	8.05	0.11	82	9.02
Total Padatan	50.40	0.07	87	6.09
Turbiditas	19.3	0.08	66	5.28
NO ₃	45.23	0.1	14	1.40
<i>E.Coli</i>	2500.00	0.16	19	3.04
Fosfat	1.199	0.1	36.02	3.60
Total IKA-NSFWQI		1	Buruk	46.48