GeoScienceEd *7(4) (2026)*

Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, dan Geofisika

http://jpfis.unram.ac.id/index.php/GeoScienceEdu/index

Evaluasi Tekanan Antropogenik Dan Faktor Alami Terhadap Kondisi Kualitas Air Sungai di Lembah Sembalun, Lombok Timur, dengan Pendekatan DPSIR

Fathul Rakhman[1*], Joni Safaat Adiansyah[1], Sukuryadi[1]

[1] Magister Ilmu Lingkungan, Universitas Muhammadiyah Mataram, Kota Mataram, Indonesia

DOI: https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3471

Article Info
Received: August,12th2026
Revised : August, 31st2026
Accepted: October, 1st202

Correspondence:

Phone: +621938599335

Abstract: River water quality in the Sembalun catchment, East Lombok, is increasingly concerning amid tourism and horticultural expansion. This study evaluates anthropogenic pressures and natural factors affecting water quality using the Driver–Pressure–State–Impact–Response (DPSIR) framework. A convergent mixed-methods design combined field observations, document reviews, interviews with 11 key informants, and laboratory analysis of ten parameters at three river stations during one sampling event on 1 November 2023. Population growth, increased tourist visits, and concentrated accommodation development indicate growing environmental pressures. At the middle station, biochemical oxygen demand (BOD) exceeded, while dissolved oxygen fell below, Class II standards under Government Regulation No. 22/2021. Total phosphate and total coliform exceeded standards at all stations, while fecal coliform exceeded standards upstream and at the middle station. These findings suggest wastewater influences, although livestock, agricultural, and natural contributions could not be distinguished. Impacts include restricted clean-water access and social tensions. Responses include customary water rules (*awiq-awiq*), destination management initiatives, and a drinking-water supply project. However, the communal waste facility remains non-operational. Given the single sampling event, findings are indicative. Priorities include formalizing *awiq-awiq*, enforcing wastewater management, operating the waste facility, and conducting seasonal monitoring.

Keywords: Water Quality; DPSIR; Anthropogenic Pressure; Natural Factors; Mountain Tourism; Sembalun.

Citation: Rakhman, F., Adiansyah, J. S., & Sukuryadi, S. (2026). Evaluasi Tekanan Antropogenik Dan Faktor Alami Terhadap Kondisi Kualitas Air Sungai di Lembah Sembalun, Lombok Timur, dengan Pendekatan DPSIR . *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi, Dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, *7*(4), 6412–6422. https://doi.org/10.29303/goescienceed.v7i4.3471

Pendahuluan

Kualitas air sungai merupakan indikator utama keberlanjutan ekosistem perairan dan kesejahteraan masyarakat yang bergantung padanya (Nikmah, 2025). Sungai di kawasan tangkapan air menyediakan jasa ekosistem penting, seperti air irigasi, air baku domestik, dan habitat keanekaragaman hayati dataran tinggi (Pakpahan & Taufik, 2026). Kawasan tangkapan air Sembalun di Kabupaten Lombok Timur berada pada kaldera purba di kaki Gunung Rinjani dan berfungsi sebagai daerah tangkapan air yang menopang kehidupan pertanian dan pariwisata.

Sembalun telah bertransformasi dari kawasan agraris menjadi bagian dari Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) Rinjani berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 (Pemerintah Indonesia, 2011) dan menjadi bagian dari *UNESCO Global Geopark* (UGGp) Rinjani sejak 2018. Perkembangan ini berpotensi meningkatkan beban limbah cair domestik, sampah padat, dan tekanan alih fungsi lahan, di samping limpasan dari pertanian

Email: fathul428@gmail.com

Copyright © 2020, Author et al.
This open access article is distributed under a (CC-BY License

hortikultura lahan miring (Hesti et al., 2025). Di kawasan yang belum memiliki pengolahan air limbah terpusat, beban tersebut dapat masuk ke badan air tanpa pengolahan yang memadai dan menurunkan mutu air sungai.

Hubungan antara pariwisata dan sumber daya air di kawasan pegunungan bersifat timbal balik (Elwizan & Damayanti, 2017). Pariwisata membutuhkan air bersih dalam jumlah yang meningkat pada musim kunjungan, sementara aktivitas wisata, mulai dari akomodasi, kuliner, hingga pendakian, menghasilkan limbah cair dan sampah yang pada akhirnya bermuara ke sungai (Nofriya et al., 2019), karena sungai di bagian hulu merupakan sumber air bagi wilayah di bawahnya, penurunan mutu di kawasan ini dapat berpengaruh pada pemanfaatan air oleh masyarakat dan sektor usaha lain, seperti irigasi pertanian dan penyediaan air baku domestik (Noeraga et al., 2020). Kondisi ini menuntut pengelolaan yang tidak hanya memperhatikan pertumbuhan ekonomi, tetapi juga daya dukung dan daya tampung lingkungan perairan.

Di Sembalun, persoalan air tidak semata-mata soal mutu. Gempa bumi Juli 2018 mengeringkan sejumlah mata air lokal di Desa Sajang sehingga ketersediaan air bagi masyarakat menurun, dan sebagian warga bergantung pada suplai air tangki. Dalam situasi ketersediaan yang terbatas, air menjadi sumber daya milik bersama (*common-pool resources*) yang rentan menimbulkan persaingan pemanfaatan dan ketegangan sosial antara warga, pelaku usaha, dan pemerintah (Ostrom, 1999). Di sisi lain, Sembalun memiliki kelembagaan lokal yang relevan, yaitu hukum adat *awiq-awiq* dan lembaga adat yang mengatur hubungan masyarakat dengan mata air dan hutan tangkapan air, di samping kelembagaan pemerintah seperti organisasi tata kelola destinasi (DMO) dan pembangunan sistem penyediaan air minum (Rudiah et al., 2023). Bagaimana kelembagaan formal dan adat tersebut merespons tekanan terhadap air perlu dipahami bersama dengan kondisi biofisik sungai.

Selain tekanan manusia, kondisi kualitas air di kawasan kaldera vulkanik juga dipengaruhi faktor alami. Tanah vulkanik dapat mengandung fosfat alami, aktivitas vulkanik dapat memasok senyawa belerang dan senyawa tereduksi ke badan air, dan debit sungai berubah menurut musim sehingga kapasitas pengenceran pada akhir kemarau berbeda dari musim hujan (Jaya et al., 2025). Tanpa mempertimbangkan faktor-faktor tersebut, seluruh pelampauan baku mutu berisiko dikaitkan begitu saja dengan aktivitas wisata. Oleh karena itu, evaluasi yang berimbang perlu menimbang kekuatan bukti pengaruh antropogenik dan faktor alami secara terbuka, termasuk mengakui keterbatasan data yang tersedia.

Untuk merumuskan langkah pengelolaan yang terpadu diperlukan kerangka yang mampu menghubungkan aktivitas manusia, kondisi lingkungan, dan respons kelembagaan. Kerangka *Driver–Pressure–State–Impact–Response* (DPSIR) yang dikembangkan *European Environment Agency* (Smeets et al., 1999) memenuhi kebutuhan tersebut. *Driver* adalah kebutuhan dan aktivitas sosial-ekonomi (pertumbuhan penduduk, permintaan wisata, dan pertanian); *pressure* adalah akibat langsungnya berupa beban limbah, alih fungsi lahan, atau pemanfaatan sumber daya; *state* adalah kondisi lingkungan yang berubah; *impact* adalah konsekuensinya bagi manusia dan ekosistem; dan *response* adalah tindakan masyarakat atau pemerintah untuk mengatasinya. Kebijakan dan regulasi dapat berperan sebagai faktor pemungkin (*enabler*) bagi *driver* sekaligus sebagai bagian dari *response*. DPSIR telah digunakan untuk menganalisis kualitas air dan pengelolaan daerah aliran sungai (Adnan & Setiawan, n.d.; Borja et al., 2006; Gari et al., 2018; Puspitasari et al., 2020), diterapkan pada daya dukung lahan pertanian (Destianto & Basuki, 2024), dan dimodifikasi untuk kebutuhan tertentu (Carr et al., 2007; Cooper, 2013). Penerapan DPSIR pada sungai dataran tinggi di kawasan wisata prioritas Indonesia yang memadukan uji laboratorium kualitas air dengan analisis kelembagaan tingkat tapak masih jarang. Beberapa kajian bertumpu pada data sekunder atau memisahkan analisis biofisik dari analisis tata kelola.

Penelitian ini bertujuan (1) mengidentifikasi *driver* dan *pressure* di Lembah Sembalun; (2) menilai kondisi kualitas air (*state*) pada tiga stasiun terhadap baku mutu Kelas II PP No. 22 Tahun 2021; (3) menelaah dampak sosial-ekonomi (*impact*); (4) mengevaluasi respons dan peran pemangku kepentingan; dan (5) menimbang secara kualitatif kekuatan bukti pengaruh antropogenik dibandingkan faktor alami terhadap kondisi yang teramati. Kebaruan kajian ini terletak pada integrasi hasil uji laboratorium sesaat pada akhir musim kemarau dengan analisis peran pemangku kepentingan, termasuk hukum adat *awiq-awiq*, dalam satu rantai DPSIR. Karena data kualitas air berasal dari satu waktu pengambilan contoh, kajian ini diposisikan sebagai evaluasi awal berbasis bukti yang menunjukkan indikasi, bukan kuantifikasi kontribusi masing-masing sumber.

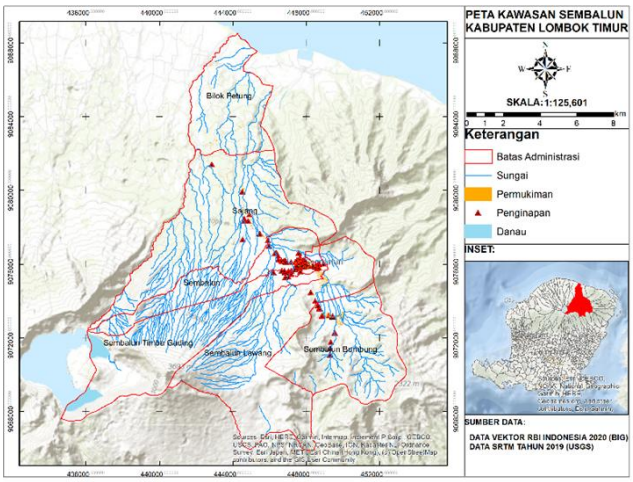
Metode

1. Desain dan Lokasi Penelitian

Penelitian menggunakan desain campuran konvergen (*convergent mixed-methods design*), yaitu data kuantitatif dan kualitatif dikumpulkan secara paralel,

dianalisis terpisah, lalu diintegrasikan (Creswell, 2022). Kerangka DPSIR digunakan sebagai struktur analisis: komponen *Pressure* dan *State* dikaji terutama dengan data kuantitatif, sedangkan *Driver*, *Impact*, dan *Response* dengan data kualitatif dan dokumen. Lokasi penelitian adalah Lembah Sembalun, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, yang mencakup lima desa lingkar kaldera, yaitu Sajang, Sembalun, Sembalun Timba Gading, Sembalun Lawang, dan Sembalun Bumbung (Gambar 1). Desa Bilok Petung dikeluarkan dari unit analisis karena topografi dan sistem hidrologinya terpisah secara alami dari cekungan utama Sembalun.

Pengambilan contoh air dilakukan pada November 2023 dan inventarisasi akomodasi pada April 2024, sedangkan telaah dokumen dan wawancara mencakup informasi hingga 2026. Perbedaan rentang waktu ini dipertimbangkan dalam penafsiran hasil (lihat keterbatasan penelitian).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

2. Data Kuantitatif: Pressure dan State

Komponen *Pressure* dianalisis secara deskriptif menggunakan data sekunder, yaitu jumlah penduduk 2014–2023 (BPS, 2024), kunjungan wisatawan (Dinas Pariwisata Kabupaten Lombok Timur, 2024), inventarisasi sarana akomodasi per April 2024, dan luas peruntukan lahan terbangun pada dokumen tata ruang (RTRW 2012 dan RDTR 2017). Angka peruntukan lahan berasal dari dokumen perencanaan dan tidak sama dengan perubahan tutupan lahan aktual.

Komponen *State* diukur melalui pengujian contoh air permukaan yang diambil dengan metode *grab sampling* pada Rabu, 1 November 2023, yaitu akhir musim kemarau saat debit aliran diperkirakan rendah (debit tidak diukur), pada tiga stasiun (Tabel 1). Jarak antarstasiun dihitung dari koordinat yang tercatat.

Tabel 1. Stasiun Pengambilan Contoh Air

Stasiun	Koordinat	Karakteristik lokasi	Jarak dari stasiun sebelumnya (perkiraan)
ST01 (Hulu)	8°22′9,078″ LS; 116°32′33,558″ BT	Dekat area tangkapan air alami	–
ST02 (Tengah)	8°21′54,18″ LS; 116°32′16,32″ BT	Melintasi area permukiman dan akomodasi wisata yang padat	± 0,7 km
ST03 (Hilir)	8°21′45,912″ LS; 116°32′12,9″ BT	Titik akumulasi luaran air permukaan lembah	± 0,3 km

Sumber: data primer penelitian (2023); jarak dihitung dari koordinat.

Sepuluh parameter dianalisis oleh laboratorium lingkungan hidup terakreditasi KAN, yaitu Total Fosfat, Nitrat, temperatur, oksigen terlarut (DO), padatan tersuspensi total (TSS), pH, kebutuhan oksigen biokimia (BOD), kebutuhan oksigen kimia (COD), Total Coliform, dan Fecal Coliform. Hasil dibandingkan dengan baku mutu air sungai Kelas II pada Lampiran VI PP No. 22 Tahun 2021 (Pemerintah Indonesia, 2021), yang peruntukannya mencakup rekreasi air, budidaya ikan air tawar, peternakan, dan irigasi. Untuk parameter yang relevan bagi air baku domestik, hasil juga ditinjau secara indikatif terhadap Kelas I. Hasil disajikan sebagai konsentrasi dan sebagai rasio terhadap baku mutu; nilai bertanda "<" atau ">" (di bawah batas deteksi atau di atas rentang ukur) dilaporkan sebagaimana diterima dari laboratorium tanpa diganti nilai numerik.

3. Data Kualitatif: Driver, Impact, dan Response

Data kualitatif dikumpulkan melalui observasi lapangan, studi dokumen (regulasi, dokumen perencanaan, dan laporan instansi), dan wawancara mendalam semi-terstruktur. Informan dipilih dengan teknik *purposive* dan *snowball sampling* hingga informasi dianggap jenuh pada informan ke-11 (n = 11), yang mewakili instansi pemerintah daerah (Dinas Perkim, Dinas PUPR, Dinas Pariwisata, dan BWS Nusa Tenggara I), tingkat tapak (pemerintah desa, BUMDes, Pokdarwis, dan Karang Taruna), tokoh adat Lembaga

Adat Krama Desa Sembahulun, serta pelaku usaha hotel/homestay. Catatan dan transkrip wawancara dianalisis secara tematik berdasarkan komponen *Driver*, *Impact*, dan *Response*.

Peran pemangku kepentingan dipetakan dengan matriks pengaruh–efektivitas yang diadaptasi dari analisis *power–interest* (Mendelow, 1981) dan penerapannya pada kajian pemangku kepentingan lokal (Adiansyah et al., 2024; Suratman & Darumurti, 2021). Sumbu pengaruh menilai kewenangan dan instrumen formal suatu pihak dalam pengendalian mutu air, sedangkan sumbu efektivitas menilai sejauh mana perannya nyata dalam pengendalian pencemaran air berdasarkan wawancara dan dokumen. Penilaian bersifat kualitatif oleh peneliti; sebagian instansi dinilai berdasarkan mandat kelembagaan dan dokumen, bukan wawancara langsung.

4. Integrasi Data

Hasil kuantitatif dan kualitatif diintegrasikan melalui tampilan gabungan (*joint display*) yang menyandingkan bukti pada setiap komponen DPSIR beserta tingkat keyakinan atas bukti tersebut (Tabel 6). Kekuatan bukti dinilai secara kualitatif (kuat, sedang, lemah) berdasarkan konsistensi antarsumber data dan kemampuan data membedakan penyebab alternatif.

Hasil dan Pembahasan

1. *Driver* dan *Pressure*

Driver sosial-ekonomi di Sembalun terdiri atas pertumbuhan penduduk, meningkatnya permintaan wisata (terutama pendakian Rinjani), dan aktivitas hortikultura. Faktor-faktor ini didukung kerangka kebijakan yang berperan sebagai pemungkin, yaitu penetapan KSPN (PP No. 50 Tahun 2011), pengakuan UGGp Rinjani pada 2018, dan Peraturan Bupati Lombok Timur Nomor 40 dan Nomor 56 Tahun 2021 tentang Organisasi Tata Kelola Destinasi Pariwisata Sembalun (Pemerintah Kabupaten Lombok Timur, 2021). Kebijakan tersebut membuka akses pendanaan pembangunan sarana pariwisata, antara lain Dana Alokasi Khusus (DAK) fisik bidang pariwisata, yang dapat mempercepat perluasan fungsi jasa komersial di kawasan agraris. Kebijakan tidak diperlakukan sebagai penyebab langsung penurunan mutu air, melainkan sebagai faktor yang memperkuat *driver* dan *pressure* (Tabel 2).

Tabel 2. Indikator *Driver* dan *Pressure* di Lembah Sembalun

Komponen	Indikator	Nilai dan keterangan	Sumber
Driver	Jumlah penduduk	25.190 jiwa pada 2023; bertambah 5.613 jiwa (± 28,7%) dibandingkan 2014	BPS (2024)
Driver	Kunjungan wisatawan	Bertambah 54.976 pengunjung (selisih terhadap tahun dasar); 30.613 di antaranya pada jalur pendakian Segara Anak	Dinas Pariwisata Lombok Timur (2024)
Pressure	Sarana akomodasi	137 unit: Sembalun 80 (58%), Sembalun Bumbung 27 (20%), Sajang 24 (18%); 6 unit di desa lain	Inventarisasi April 2024
Pressure	Peruntukan lahan terbangun (dokumen tata ruang)	8,70 Ha (RTRW 2012) menjadi 630,49 Ha (RDTR 2017); bertambah 621,79 Ha	Pemerintah Kab. Lombok Timur (2012; 2017)
Pressure (hipotetis)	Limbah cair domestik/akomodasi, sampah wisata, limpasan pertanian	Beban tidak diukur; berdasarkan observasi lapangan dan karakter kawasan	Observasi; wawancara

Sumber: pengolahan data sekunder dan data lapangan penelitian.

Jumlah penduduk pada 2023 mencapai 25.190 jiwa, bertambah 5.613 jiwa (sekitar 28,7%) dari 2014, atau rata-rata sekitar 2,8% per tahun. Pertambahan ini meningkatkan volume limbah cair domestik sepanjang tahun. Kunjungan wisatawan yang naik 54.976 orang, dengan 30.613 di antaranya pada jalur pendakian Segara Anak, menambah beban musiman yang memuncak pada bulan-bulan pendakian, ketika kebutuhan air bersih dan timbulan limbah meningkat dalam waktu singkat.

Sebanyak 137 unit sarana akomodasi tercatat pada April 2024 dan 96% di antaranya terkonsentrasi di Desa Sembalun, Sembalun Bumbung, dan Sajang. Pola ini menunjukkan bahwa tekanan tidak tersebar merata melainkan terpusat pada koridor tertentu. Hubungan spasial antara lokasi akomodasi dan alur sungai belum

dipetakan dalam penelitian ini dan perlu dilengkapi pada kajian lanjutan.

Dokumen tata ruang mencatat peningkatan peruntukan lahan terbangun dari 8,70 Ha (RTRW 2012) menjadi 630,49 Ha (RDTR 2017), atau bertambah 621,79 Ha (sekitar 7.147% dari luas awal), dengan pengurangan luas lahan tidak terbangun yang setara. Angka ini menunjukkan arah perencanaan ruang yang memberi ruang luas bagi pembangunan dan berpotensi meningkatkan permukaan kedap air serta limpasan. Namun, angka tersebut perlu ditafsirkan hati-hati karena (i) merupakan peruntukan dalam dokumen perencanaan, bukan luas terbangun yang telah terealisasi; (ii) lahan terbangun tidak identik dengan permukaan kedap air; dan (iii) periode 2012–2017 mendahului pengakuan Geopark pada 2018, sehingga perubahan ini tidak dapat dikaitkan dengan satu kebijakan atau dengan sarana akomodasi saja. Validasi dengan citra penginderaan jauh diperlukan, dan analisis daya dukung serta daya tampung lahan seperti pada (Maria dkk., 2018) dapat melengkapi kajian ini.

Hortikultura lahan miring dan timbulan sampah wisata merupakan sumber tekanan yang dicurigai berdasarkan karakter kawasan dan observasi lapangan. Penelitian ini tidak mengukur beban pupuk, pestisida, maupun volume sampah, sehingga keduanya diperlakukan sebagai tekanan hipotetis.

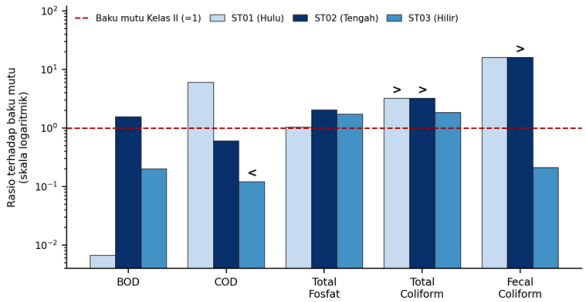
2. Kondisi Kualitas Air Sungai (*State*)

Hasil pengujian laboratorium pada tiga stasiun dirangkum pada Tabel 3 dan Gambar 2. Secara umum terdapat tiga kelompok temuan: (1) gangguan oksigen dan beban organik di stasiun tengah; (2) kelebihan fosfat dan kontaminasi tinja yang mencakup lebih dari satu stasiun, termasuk hulu; dan (3) nilai COD yang tidak konsisten di stasiun hulu. Nitrat, TSS, pH, dan temperatur memenuhi baku mutu di seluruh stasiun.

Tabel 3. Hasil Pengujian Laboratorium Contoh Air Sungai Sembalun

Parameter	Satuan	ST01 (Hulu)	ST02 (Tengah)	ST03 (Hilir)	Baku mutu Kelas II	Status terhadap baku mutu
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	5,11	**3,32**	6,09	≥ 4,0	ST02 di bawah baku mutu
BOD	mg/L	0,02	**4,62**	0,60	≤ 3,0	ST02 melampaui
COD	mg/L	**150***	15	< 3	≤ 25	ST01 melampaui (perlu verifikasi*)
Total Fosfat	mg/L	**0,206**	**0,407**	**0,345**	≤ 0,2	Semua stasiun melampaui
Nitrat (NO_3)	mg/L	< 0,5	< 0,5	< 0,5	≤ 10,0	Memenuhi
TSS	mg/L	< 2,5	< 2,5	2,5	≤ 50,0	Memenuhi
pH	–	7,9	8,1	8,4	6,0–9,0	Memenuhi
Temperatur	°C	27,0	28,5	26,5	Deviasi 3	Memenuhi
Total Coliform	MPN/100 mL	**> 16.000**	**> 16.000**	**9.200**	≤ 5.000	Semua stasiun melampaui
Fecal Coliform	MPN/100 mL	**16.000**	**> 16.000**	210	≤ 1.000	ST01 dan ST02 melampaui

Angka tebal = tidak memenuhi baku mutu. Tanda "<" = di bawah batas deteksi; ">" = di atas rentang ukur. *Nilai COD ST01 tidak konsisten dengan BOD dan memerlukan verifikasi (lihat pembahasan). Sumber: laporan hasil uji laboratorium lingkungan hidup (2023).



Gambar 2. Rasio Konsentrasi terhadap Baku Mutu Kelas II (nilai 1 = batas baku mutu; tanda ">" dan "<" = nilai sebenarnya lebih tinggi/lebih rendah dari yang digambarkan; DO tidak ditampilkan karena baku mutunya berupa batas minimum)

Oksigen dan bahan organik

Di ST02, BOD sebesar 4,62 mg/L (1,5 kali baku mutu) terjadi bersamaan dengan DO terendah (3,32 mg/L), di bawah batas minimum 4,0 mg/L. Kombinasi ini konsisten dengan konsumsi oksigen oleh perombakan bahan organik, yang lazim berasal dari limbah cair permukiman dan akomodasi di sekitar stasiun tengah. Namun, dengan satu kali pengambilan contoh dan tanpa data debit, penafsiran ini masih bersifat indikatif. Suhu air yang relatif hangat saat pengambilan (26,5–28,5 °C) dan debit yang diperkirakan rendah pada akhir kemarau juga menurunkan kelarutan oksigen dan kapasitas pengenceran, sehingga kondisi yang teramati mungkin mewakili kondisi kritis musiman dan bukan kondisi rata-rata tahunan.

Fosfat dan nitrat

Total Fosfat melampaui baku mutu 0,2 mg/L di seluruh stasiun, dengan nilai tertinggi di ST02 (0,407 mg/L, sekitar dua kali baku mutu); nilai di ST01 (0,206 mg/L) hanya sedikit di atas baku mutu. Pada saat yang sama, nitrat rendah (< 0,5 mg/L) di semua stasiun. Karena limpasan pupuk umumnya meningkatkan nitrat bersama fosfat, pola ini kurang mendukung dugaan dominasi limpasan pupuk pada saat pengambilan contoh dan lebih sejalan dengan masukan limbah domestik (termasuk deterjen) atau fosfat yang berasal dari tanah vulkanik. Sumber-sumber tersebut tidak dapat dipisahkan dengan data yang tersedia.

Kontaminasi mikrobiologi

Total Coliform melampaui baku mutu di semua stasiun: lebih dari 16.000 MPN/100 mL di ST01 dan ST02 (lebih dari 3,2 kali baku mutu) dan 9.200 MPN/100 mL di ST03 (1,8 kali). Fecal Coliform sebesar 16.000 MPN/100 mL di ST01 dan lebih dari 16.000 MPN/100 mL di ST02 melebihi baku mutu sedikitnya 16 kali, sedangkan ST03 memenuhi (210 MPN/100 mL). Hasil ini menunjukkan kontaminasi tinja yang jelas di bagian hulu dan tengah. Bakteri koliform tinja tidak dapat membedakan sumber manusia dari ternak atau satwa liar dan tidak identik dengan *Escherichia coli*; selain itu, nilai 16.000 MPN/100 mL kemungkinan berada pada batas atas rentang ukur sehingga besarnya kontaminasi tidak dapat dibandingkan lebih jauh. Kontaminasi di ST01, yang berada dekat area tangkapan alami, mengindikasikan adanya sumber di bagian atas alur sungai, misalnya ternak sapi, sanitasi yang buruk, atau satwa, yang perlu ditelusuri melalui survei sanitasi dan penelusuran sumber mikroba (*microbial source tracking*).

Anomali COD di hulu

COD di ST01 sebesar 150 mg/L (enam kali baku mutu) berbanding BOD yang hanya 0,02 mg/L, sehingga rasio BOD/COD mendekati nol. Rasio seperti ini tidak lazim untuk air permukaan dan menunjukkan bahwa sebagian besar zat yang dioksidasi pada uji COD tidak dapat diurai secara biologis, atau bahwa terdapat masalah analitik. Beberapa penjelasan yang mungkin adalah (i) senyawa organik sintetis yang sukar terurai, misalnya residu agrokimia; (ii) senyawa anorganik tereduksi dari aktivitas vulkanik, seperti sulfida atau besi(II), yang ikut teroksidasi pada uji COD dan yang pengaruh belerangnya dilaporkan di kawasan Air Terjun Peropok; dan (iii) interferensi atau kontaminasi sampel. Nilai BOD 0,02 mg/L yang sangat rendah serta penurunan COD menjadi 15 mg/L hanya sekitar 0,7 km ke hilir turut memperkuat perlunya verifikasi. Karena tidak ada uji residu pestisida, anomali ini tidak dapat dijadikan bukti pencemaran agrokimia; nilai tersebut dilaporkan apa adanya dan ditandai untuk verifikasi (analisis ulang, pemeriksaan blanko, dan jaminan mutu laboratorium).

Perbaikan mutu di hilir dan pembanding Kelas I

Di ST03, DO naik menjadi 6,09 mg/L, BOD turun menjadi 0,60 mg/L, dan Fecal Coliform turun menjadi 210 MPN/100 mL (memenuhi baku mutu), meskipun Total Coliform dan Total Fosfat masih melampaui baku mutu. Pola ini dapat mencerminkan reaerasi pada aliran sungai dataran tinggi, pengendapan, dan kematian bakteri, tetapi dapat pula disebabkan pengenceran oleh anak sungai atau mata air. Berdasarkan koordinat, ST02 dan ST03 hanya berjarak sekitar 0,3 km, sehingga pemulihan alami (*self-purification*) tidak dapat disimpulkan tanpa pengukuran debit, pemetaan anak sungai, dan pengambilan contoh berulang. Penjelasan yang mengaitkan pemulihan dengan lereng curam, substrat berbatu, dan arus turbulen juga belum didukung pengukuran kecepatan aliran maupun kemiringan alur.

Jika dibandingkan secara indikatif dengan baku mutu Kelas I, yang lebih relevan bagi air baku air minum, kondisi tampak lebih buruk: DO di ST01 (5,11 mg/L), COD di ST02 (15 mg/L), dan Fecal Coliform di ST03 (210 MPN/100 mL) tidak memenuhi, di samping seluruh pelampauan pada Kelas II. Dengan demikian air sungai pada saat pengambilan contoh belum layak dijadikan air baku domestik tanpa pengolahan.

Sampah padat

Observasi lapangan menemukan timbunan sampah plastik di sekitar alur sungai dan jalur pendakian yang, menurut dokumentasi lapangan, sebagian berasal dari aktivitas pendakian. Timbunan tersebut berpotensi menghambat aliran lokal, memicu sedimentasi setempat, dan menghasilkan lindi (*leachate*). Kualitas lindi dan pengaruhnya terhadap air tidak diuji dalam penelitian ini.

3. Penilaian Indikatif Faktor Antropogenik dan Faktor Alami

Kontribusi relatif faktor antropogenik dan alami tidak dapat dikuantifikasi dari data satu waktu tanpa pengukuran beban pencemar dan stasiun pembanding (latar). Karena itu, evaluasi dilakukan dengan menimbang kekuatan bukti untuk tiap temuan (Tabel 4). Faktor alami yang relevan bagi kawasan ini meliputi:

a. **Musim dan debit.** Pengambilan contoh pada akhir kemarau mengurangi pengenceran sehingga konsentrasi cenderung mewakili kondisi kritis.
b. **Geologi vulkanik.** Tanah vulkanik dapat menyumbang fosfat alami, dan aktivitas vulkanik dapat memasok senyawa belerang dan senyawa tereduksi yang memengaruhi COD.
c. **Suhu dan aerasi.** Suhu air yang relatif hangat menurunkan kelarutan oksigen, sedangkan aliran berbatu di dataran tinggi dapat meningkatkan reaerasi.

d. **Kejadian geologi 2018.** Gempa Juli 2018 mengeringkan sejumlah mata air lokal di Desa Sajang sehingga mengubah ketersediaan dan pola pemanfaatan air.

Tabel 4. Penilaian Indikatif Kekuatan Bukti Pengaruh Antropogenik dan Faktor Alami

Temuan	Indikasi pengaruh antropogenik	Kemungkinan faktor alami/pembaur	Penilaian bukti
DO rendah dan BOD tinggi di ST02	Stasiun melintasi permukiman dan akomodasi padat; beban organik domestik	Suhu air hangat; debit rendah pada akhir kemarau	Sedang
Total Fosfat melampaui di semua stasiun (puncak di ST02)	Limbah domestik/deterjen; kemungkinan pupuk	Fosfat alami tanah vulkanik; ST01 hanya sedikit di atas baku mutu; nitrat rendah	Lemah–sedang
Total dan Fecal Coliform tinggi di ST01 dan ST02	Sanitasi permukiman/wisata; ternak	Satwa liar; sumber tidak dapat dibedakan dengan indikator ini	Kuat untuk adanya kontaminasi tinja; lemah untuk sumbernya
COD 150 mg/L di ST01	Residu agrokimia/senyawa organik sintetis (hipotesis)	Senyawa tereduksi vulkanik; masalah analitik	Belum dapat ditafsirkan
Mutu lebih baik di ST03	–	Pengenceran; reaerasi; jarak ST02–ST03 hanya ± 0,3 km	Penyebab belum dapat ditentukan
Peningkatan peruntukan lahan terbangun	Perluasan kawasan terbangun untuk pariwisata dalam dokumen tata ruang	–	Kuat sebagai indikator tekanan potensial; belum sebagai perubahan aktual

Sumber: sintesis peneliti berdasarkan Tabel 2 dan Tabel 3.

Secara keseluruhan, bukti paling kuat mendukung pengaruh antropogenik pada oksigen dan bahan organik di stasiun tengah serta pada kontaminasi tinja secara umum. Atribusi fosfat, COD di hulu, dan perbaikan mutu di hilir masih terbuka terhadap penjelasan alami atau kesalahan analitik, sehingga klaim kausal yang lebih kuat memerlukan data tambahan.

4. Dampak (Impact) terhadap Sistem Sosial-Ekonomi

Dampak yang teridentifikasi terutama menyangkut ketersediaan air bersih. Gempa Juli 2018 mengeringkan sejumlah mata air lokal di Desa Sajang sehingga masyarakat kehilangan sumber air andalan. Dalam kondisi tersebut, persoalan mutu air permukaan (sampah plastik, kemungkinan pencemaran agrokimia, dan kontaminasi tinja pada hasil uji) mempersempit pilihan pemanfaatan sungai sebagai sumber air pengganti. Warga di Desa Sajang, Longken, dan Kampung Baru cenderung bergantung pada suplai tangki darurat sebesar 13.200 L/hari atau membeli air dari penjual keliling dengan biaya rumah tangga tambahan, yang lebih membebani kelompok berpenghasilan rendah. Kelangkaan ini berasal dari dua faktor yang berjalan bersamaan, yaitu menurunnya ketersediaan air (bencana alam) dan terbatasnya mutu air (antropogenik), dan penelitian ini tidak dapat memisahkan porsi keduanya. Dampak kesehatan, misalnya penyakit bawaan air, tidak diteliti, padahal kontaminasi tinja di ST01 dan ST02 menunjukkan risiko yang perlu dikaji dengan data kesehatan masyarakat.

Informan melaporkan ketimpangan akses air: sebagian rumah tangga menghadapi air berbayar dan penurunan mutu air sumur (berwarna coklat-kehitaman dan berbau) yang dikaitkan dengan rembesan lindi dari tempat pembuangan sampah (TPST), sedangkan pelaku usaha akomodasi besar memenuhi kebutuhan air melalui sumur bor mandiri. Keterangan mengenai mutu air sumur ini berasal dari wawancara dan belum diverifikasi dengan uji laboratorium. Persepsi ketidakadilan dalam pengelolaan sumber daya milik bersama (*common-pool resources*; Ostrom, 1990) tampak dalam dua peristiwa. Pertama, warga Sembalun Lawang membuang sampah di kantor desa pada 25 Oktober 2024 sebagai bentuk ketidakpercayaan kepada pemerintah desa (konflik vertikal). Kedua, warga berdemonstrasi menolak pengerukan bukit di lahan miring Orong Banjer oleh investor luar yang dinilai tidak berizin AMDAL/RDTR dan memicu longsoran lumpur yang mencemari air sawah petani (konflik horizontal antara warga/petani dan pelaku usaha). Konflik terkait sumber daya air di

kawasan konservasi juga dilaporkan di wilayah lain di Indonesia (Ahmad dkk., 2021).

5. Respons (*Response*) Multipihak

Pemangku kepentingan telah menjalankan respons pada empat aspek berikut.

Respons regulatif berbasis kearifan lokal. Lembaga Adat Krama Desa Sembahulun sejak 2020 menginisiasi revitalisasi *awiq-awiq* pengelolaan air yang memadukan aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan, dengan dukungan Balai Taman Nasional Gunung Rinjani (TNGR) pada 2022. Rancangan aturan ini memuat sanksi sosial komunal, zonasi batas wilayah tangkapan air di hutan lereng Rinjani, dan ritual penjagaan mata air (*jambek*, *roah gunung*, dan *tetulak*), serta mendorong pelaku usaha pariwisata bermusyawarah sebelum menarik jaringan pipa dari mata air komunal. Pengelolaan air berbasis kearifan lokal komunitas adat juga dilaporkan di wilayah lain di Indonesia (Pakidi & Tambaip, 2025). Hingga penelitian ini, aturan tersebut masih berupa draf sehingga efektivitasnya belum dapat dinilai. Agar mengikat, aturan adat perlu dihubungkan dengan mekanisme formal, misalnya pengakuan masyarakat hukum adat menurut Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 52 Tahun 2014 (Kementerian Dalam Negeri, 2014) serta peraturan desa atau peraturan bupati yang relevan.

Respons forum tata kelola. Pemerintah daerah membentuk *Destination Management Organization* (DMO) Sembalun melalui SK Bupati Lombok Timur dengan masa kerja hingga 2026. DMO menghimpun aspirasi publik melalui survei "Merawat Sembalun" (Mei 2026) dan menjalankan edukasi pariwisata berkelanjutan yang melibatkan siswa SMAN 1 Sembalun, sebagai upaya mengurangi pendekatan *top-down*. Forum semacam ini sejalan dengan prinsip tata kelola lingkungan yang baik dan tata kelola kolaboratif (Purniawati dkk., 2020; Suratman & Darumurti, 2021), tetapi belum ada indikator yang menunjukkan pengaruhnya terhadap pengendalian pencemaran air.

Respons infrastruktur air minum. Dinas PUPR membangun Sistem Penyediaan Air Minum (SPAM) KSPN Wilayah Sembalun berkapasitas desain 80 L/detik yang bersumber dari mata air Selojar, dengan bangunan penangkap mata air (*broncaptering*) dan reservoir penyeimbang (*balancing tank*) di Bukit Bao-Bao. Sistem ini dimaksudkan menyediakan air yang tidak bergantung pada sungai yang terkontaminasi maupun pada aliran yang dipengaruhi belerang di kawasan Air Terjun Peropok. Setelah konstruksi, pengelolaan diserahkan kepada PDAM Lombok Timur dengan jaringan pipa bercabang (*branched system*). SPAM merupakan respons sisi penyediaan (adaptasi): ia mengalihkan kerentanan konsumsi air warga dari sungai, tetapi tidak mengurangi sumber pencemar yang masuk ke sungai. Status operasional, cakupan layanan, dan mutu air yang dialirkan belum dievaluasi dalam penelitian ini sehingga efektivitasnya belum dapat dinilai; penilaian tersebut memerlukan indikator seperti jumlah sambungan, kontinuitas pasokan, dan mutu air produksi.

Respons pengelolaan sampah. Sarana pengelolaan sampah komunal TPS3R yang telah dibangun belum beroperasi (mangkrak) menurut temuan lapangan dan wawancara. Kondisi ini berarti tekanan sampah padat dari permukiman dan wisata belum tertangani di hulu, dan sejalan dengan temuan timbunan sampah di sekitar alur sungai serta aksi protes warga pada Oktober 2024.

Peran pemangku kepentingan. Tabel 5 memetakan pemangku kepentingan berdasarkan pengaruh dan efektivitas perannya dalam pengendalian mutu air (bukan pengaruhnya terhadap arah pengembangan pariwisata). Dinas Lingkungan Hidup (DLH), Dinas Perumahan dan Permukiman (Perkim), Dinas PUPR, dan Bappeda berada pada kuadran aktor kunci karena memegang instrumen formal untuk penataan ruang, infrastruktur air dan sanitasi, serta pengujian pencemaran. Pokdarwis mengendalikan akses ke destinasi alam tetapi efektivitasnya dalam konservasi air dinilai rendah karena orientasi kerja yang lebih komersial. Masyarakat lokal berada pada kuadran pengaruh dan efektivitas rendah karena pendekatan regulasi yang cenderung *top-down* menempatkan warga sebagai penerima dampak tanpa daya tawar formal dalam perencanaan tata ruang tepi sungai. Penilaian ini bersifat indikatif dan belum memuat petani (kelompok tani/P3A), PDAM, Balai TNGR, dan pengelola Geopark; keterlibatan mereka perlu ditambahkan pada kajian lanjutan.

Tabel 5. Matriks Pengaruh–Efektivitas Pemangku Kepentingan dalam Pengendalian Mutu Air Sembalun

	Efektivitas peran RENDAH	**Efektivitas peran TINGGI**
Pengaruh TINGGI	**Context setters** *Pengaruh tinggi, efektivitas rendah* Pokdarwis Sembalun	**Key players** *Pengaruh tinggi, efektivitas tinggi* DLH Lombok Timur Dinas Perkim Dinas PUPR Lombok Timur Bappeda Lombok Timur
Pengaruh RENDAH	**Crowd** *Pengaruh rendah, efektivitas rendah* Elemen masyarakat lokal	**Subjects** *Pengaruh rendah, efektivitas tinggi* Dinas Pariwisata Lombok Timur Dinas Pertanian dan Dinas Perdagangan Balitbang Lombok Timur

Sumber: Hasil Sintesis berdasarkan wawancara dan telaah dokumen (2023–2026).

6. Sintesis Rantai DPSIR

Tabel 6 menyandingkan bukti kuantitatif dan kualitatif pada setiap komponen DPSIR beserta tingkat keyakinannya.

Tabel 6. Tampilan Gabungan (Joint Display) Rantai DPSIR di Lembah Sembalun

Komponen	**Temuan utama**	**Sumber data**	**Keyakinan bukti**
Driver	Pertumbuhan penduduk (+5.613 jiwa); peningkatan kunjungan wisata (+54.976); hortikultura; kerangka kebijakan KSPN, UGGp, dan DMO sebagai pemungkin	Data sekunder, dokumen kebijakan, wawancara	Kuat (sosial-ekonomi); lemah (hortikultura, tanpa data kuantitatif)
Pressure	137 unit akomodasi (96% di tiga desa); peruntukan lahan terbangun +621,79 Ha (dokumen); beban limbah, sampah, dan pertanian (tidak diukur)	Inventarisasi, dokumen tata ruang, observasi	Sedang
State	BOD dan DO (ST02); Total Fosfat (semua stasiun); Total dan Fecal Coliform (ST01–ST02); COD ST01 anomali; mutu lebih baik di ST03	Uji laboratorium: 3 stasiun, 1 waktu	Sedang untuk adanya pelampauan; lemah untuk atribusi sumber
Impact	Ketergantungan pada suplai tangki (13.200 L/hari); air berbayar; ketimpangan akses; konflik sosial	Wawancara, dokumen	Sedang (mutu dan ketersediaan air tidak terpisah; tanpa data kesehatan)
Response	Draf awiq-awiq; DMO Sembalun; SPAM KSPN 80 L/detik; TPS3R belum beroperasi	Wawancara, dokumen	Sedang (efektivitas belum diukur)

Sumber: Hasil Sintesis, 2025

Rantai D–P–S–I–R tampak koheren pada tingkat kualitatif, tetapi kekuatan tiap tautan berbeda. Tautan *pressure* ke *state* paling lemah karena tidak ada data beban dan sumber pencemar. Tautan *state* ke *impact* terganggu oleh gempa 2018 yang mengubah ketersediaan air secara independen dari mutu air. Tautan *impact* ke *response* menunjukkan bahwa respons yang ada lebih banyak berupa adaptasi penyediaan air dan penguatan kelembagaan daripada pengendalian sumber pencemar.

7. Keterbatasan Penelitian

Temuan penelitian ini perlu dibaca dengan mempertimbangkan keterbatasan berikut:

a. Data kualitas air berasal dari satu kali pengambilan contoh (*snapshot*) pada akhir kemarau di tiga stasiun yang seluruhnya berada dalam radius sekitar 1 km, tanpa replikasi, pengukuran debit, dan stasiun pembanding, sehingga tidak dapat menunjukkan tren maupun variasi musiman.
b. Nilai COD di ST01 belum terverifikasi; sumber pencemar (deterjen, pupuk, pestisida, tinja manusia, atau ternak) tidak diuji secara langsung.
c. Kelas air sungai dibandingkan dengan Kelas II sebagai acuan; kesesuaian dengan penetapan kelas air resmi perlu dikonfirmasi.
d. Data sekunder tidak selalu sesuai dengan batas lima desa unit analisis; perubahan lahan berasal dari dokumen perencanaan, bukan citra aktual; dan rentang waktu data (2023–2026) berbeda-beda.
e. Analisis pemangku kepentingan bersifat kualitatif; sebagian instansi dinilai dari mandat kelembagaan dan dokumen, dan kelompok petani belum tercakup. Dampak kesehatan juga tidak diteliti.

Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan kerangka DPSIR, kondisi kualitas air sungai di Lembah Sembalun merupakan hasil interaksi faktor sosial-ekonomi, tekanan antropogenik, dan faktor alami. *Driver* berupa pertumbuhan penduduk (+5.613 jiwa pada 2014–2023), peningkatan kunjungan wisatawan (+54.976 orang), dan aktivitas hortikultura, yang diperkuat kerangka kebijakan KSPN dan Geopark, berhubungan dengan *pressure* berupa 137 unit sarana akomodasi yang terkonsentrasi di tiga desa, peningkatan peruntukan lahan terbangun sebesar 621,79 Ha dalam dokumen tata ruang, serta timbulan limbah cair dan sampah.

Pada akhir musim kemarau 2023, mutu air melampaui baku mutu Kelas II untuk BOD dan DO di stasiun tengah, Total Fosfat dan Total Coliform di semua stasiun, serta Fecal Coliform di stasiun hulu dan tengah (16.000 hingga >16.000 MPN/100 mL). Bukti pengaruh antropogenik paling kuat pada kondisi oksigen dan bahan organik di stasiun tengah serta pada kontaminasi tinja; atribusi fosfat, COD di hulu, dan perbaikan mutu di hilir belum dapat dipastikan karena faktor alami dan kemungkinan masalah analitik tidak dapat disingkirkan. Karena data berasal dari satu waktu pengambilan contoh, temuan bersifat indikatif dan tidak menunjukkan tren penurunan mutu.

Dampak berupa ketergantungan pada suplai air tangki (13.200 L/hari), beban biaya tambahan bagi rumah tangga, ketimpangan akses, dan konflik sosial berkaitan dengan gabungan penurunan ketersediaan air pascagempa 2018 dan keterbatasan mutu air. Respons yang ada lebih menekankan penyediaan air (SPAM KSPN 80 L/detik) dan penguatan kelembagaan (DMO dan *awiq-awiq*) daripada pengendalian sumber pencemar; TPS3R komunal belum beroperasi, dan efektivitas respons belum diukur.

2. Saran

a. **Pemerintah daerah dan otoritas terkait:** (a) menindaklanjuti *awiq-awiq* air melalui pengakuan dan legalisasi dengan mekanisme formal (Permendagri No. 52 Tahun 2014, peraturan desa, atau peraturan bupati) serta mengintegrasikan zonasi tangkapan air ke dalam tata ruang; (b) menegakkan kewajiban pengelolaan air limbah bagi hotel, homestay, dan restoran, termasuk pemenuhan baku mutu air limbah domestik (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016), melalui pengawasan, perizinan (PBG dan persetujuan lingkungan), dan sanksi administratif bagi yang tidak memenuhi.
b. **Pemerintah desa dan BUMDes:** mengkaji penyebab TPS3R komunal belum beroperasi, kemudian menyiapkan operasionalisasinya, misalnya melalui alokasi APBDes dan unit usaha pengomposan atau daur ulang oleh BUMDes.
c. **Program pemantauan mutu air:** melakukan pemantauan berkala pada musim kemarau dan hujan dengan tambahan stasiun (hulu sebagai pembanding latar, anak sungai, dan hilir setelah pertemuan aliran), pengukuran debit dan beban pencemar, verifikasi COD dan uji residu pestisida, survei sanitasi dan penelusuran sumber mikroba, serta penilaian status mutu air dengan Indeks Pencemaran (Kementerian Lingkungan Hidup, 2003).
d. **Penelitian lanjutan:** memvalidasi perubahan tutupan lahan dengan penginderaan jauh,

mengkaji dampak kesehatan masyarakat, mengevaluasi kinerja SPAM dan *awiq-awiq* dengan indikator terukur, serta melibatkan petani, PDAM, dan Balai TNGR dalam analisis pemangku kepentingan.

Daftar Rujukan

Adiansyah, J. S., Johari, H. I., & Muladi, A. (2024). Pemetaan Peran Serta Keterlibatan Pemangku Kepentingan Dalam Pengelolaan RTH Publik di Kota Mataram Dengan Pendekatan Stakeholder Analysis. In *GEOGRAPHY: Jurnal Kajian, Penelitian Dan …*.

Adnan, F., & Setiawan, Y. (n.d.). *ANALISA KUALITAS AIR DENGAN PENDEKATAN DRIVING FORCE, PRESSURE, STATE, IMPACT, RESPONSE (DPSIR): STUDI KASUS KABUPATEN KUTAI BARAT*.

Borja, Á., Galparsoro, I., Solaun, O., Muxika, I., Tello, E. M., Uriarte, A., & Valencia, V. (2006). The European Water Framework Directive and the DPSIR, a methodological approach to assess the risk of failing to achieve good ecological status. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, *66*(1–2), 84–96. https://doi.org/10.1016/j.ecss.2005.07.021

Carr, E. R., Wingard, P. M., Yorty, S. C., Thompson, M. C., Jensen, N. K., & Roberson, J. (2007). Applying DPSIR to sustainable development. *International Journal of Sustainable Development and World Ecology*, *14*(6), 543–555. https://doi.org/10.1080/13504500709469753

Cooper, P. (2013). Socio-ecological accounting: DPSWR, a modified DPSIR framework, and its application to marine ecosystems. *Ecological Economics*, *94*, 106–115. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2013.07.010

Creswell, john W. (2022). *A Concise Introduction to Mixed Methods Research*.

Destianto, R., & Basuki, Y. (2024). Drivers-Pressures-State-Impact dan Responses sebagai AlternatifKerangka Penguatan Daya Dukung Lahan Pertanian. *Teknik*, *45*(3), 326–338. https://doi.org/10.14710/teknik.v45i3.62988

Elwizan, F. S., & Damayanti, M. (2017). Pemanfaatan Sumber Daya Alam pada Kawasan Rawan Bencana untuk Kegiatan Pariwisata. *Jurnal Wilayah Dan Lingkungan*, *5*(2), 71–82. https://doi.org/10.14710/jwl.5.2.71-82

Gari, S. R., Ortiz Guerrero, C. E., A-Uribe, B., Icely, J. D., & Newton, A. (2018). A DPSIR-analysis of water uses and related water quality issues in the Colombian Alto and Medio Dagua Community Council. *Water Science*, *32*(2). https://doi.org/10.1016/j.wsj.2018.06.001

Hesti, D. E. P., Johari, H. I., Adiansyah, J. S., & Sukuryadi, S. (2025). Evaluasi Pengelolaan Sampah dengan Pendekatan Stakeholder Analysis pada Kawasan Perdesaan Prioritas Berbasis Pariwisata Sembalun Kabupaten Lombok Timur. *GEOGRAPHY: Jurnal Kajian, Penelitian Dan Pengembangan Pendidikan*, *13*(2), 227–239.

Jaya, R. I. M. C., Dzakir, L. O., Jamaluddin, J., Habi, M. La, Wantouw, F., Astuti, A. D., Yunus, A., Hendratta, L. A., Indrawati, I., & Haumahu, J. P. (2025). *Geomorfologi*.

Mendelow, A. L. (1981). Environmental Scanning--The Impact of the Stakeholder Concept. *International Conference of Information Systems (ICIS)*, 407–418.

Nikmah, Z. (2025). Penentuan Kualitas Air Sungai Di Kabupaten Hulu Sungai Tengah Menggunakan Metode Weighted Product (Wp). *Jurnal Riset Dan Aplikasi Sistem Informasi*, *1*(2), 98–110.

Noeraga, M. A. A., Yudana, G., & Rahayu, P. (2020). Pengaruh Pertumbuhan Penduduk dan Penggunaan Lahan Terhadap Kualitas Air Bersih. *Desa-Kota*, *2*(1), 70–85.

Nofriya, N., Arbain, A., & Lenggogeni, S. (2019). Dampak Lingkungan Akibat Kegiatan Pariwisata di Kota Bukittinggi. *Dampak: Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Andalas*, *16*(2), 86–94.

Ostrom, E. (1999). Coping With Tragedies Of Teh Commons. *Annual Review of Political Science*, *2*(1), 493–535.

Pakpahan, F. D., & Taufik, H. (2026). Dampak Pencemaran Sungai Terhadap Ekosistem dan Kehidupan Warga: Pendekatan Mixed Method. *Marsegu: Jurnal Sains Dan Teknologi*, *3*(2), 101–116.

Puspitasari, A. I., Pradana, H. A., Novita, E., Purnomo, B. H., & Rini, T. S. (2020). Environmental risk analysis of the Bedadung Watershed by Using DPSIR. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *485*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/485/1/012006

Rudiah, R., Arba, A., & Djumardin, D. (2023). Penegakan Hukum Atas Pemanfaatan Tanah Kawasan Hutan (Studi Kasus Kawasan Hutan Taman Nasional Gunung Rinjani Kabupaten Lombok Timur). *Jurnal Risalah Kenotariatan*, *4*(2), 919–935.

Smeets, E., Weterings, R., Centre, T. N. O., Bosch, P., Büchele, M., & Gee, D. (1999). *Environmental indicators: Typology and overview* (Issue 25).

Suratman, F. N., & Darumurti, A. (2021). Collaborative Governance Dalam Pengelolaan Ruang Terbuka Hijau Publik (Rthp) Di Kota Yogyakarta. *Jurnal Pemerintahan Dan Kebijakan (JPK)*, *1*(3), 102–121. https://doi.org/10.18196/jpk.v2i2.12743