

Pengaruh Sosio-Demografi Masyarakat terhadap Akses Sanitasi di Kediri, Indonesia

Community Socio-Demographic Influence on Sanitation Access in Kediri, Indonesia

Evi Siti Sofiyah¹, Sapta Suhardono², Mega Mutiara Sari¹, I Wayan Koko Suryawan^{1*}

¹Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Jakarta Selatan, Indonesia

²Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Indonesia

* e-mail: suryawan@universitaspertamina.ac.id

(Received: January 15, 2024; Reviewed: September 21, 2024; Accepted: March 1, 2025)

Abstrak

Di Kota Kediri, kondisi sosio-ekonomi yang beragam berpengaruh signifikan terhadap akses layanan sanitasi dan sering kali terkait dengan tantangan di kawasan yang berpenduduk padat dan kurang mampu secara ekonomi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak faktor-faktor sosio-demografi terhadap penggunaan tangki septik dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Menggunakan data sekunder yang diolah melalui model regresi linier berganda, penelitian ini meneliti hubungan antara lama sekolah, kondisi ekonomi, dan metode pengelolaan air limbah oleh penduduk. Variabel yang digunakan meliputi durasi pendidikan (X1), kondisi ekonomi (X2), serta metode pembuangan air limbah ke perairan terbuka atau ke dalam tanah (X3 dan X4). Temuan menunjukkan bahwa panjang pendidikan, status ekonomi, dan metode pembuangan signifikan mempengaruhi keputusan menggunakan tangki septik atau IPAL. Hasil penelitian ini menekankan perlunya Pemerintah Kota Kediri untuk meningkatkan infrastruktur sanitasi sebagai komponen krusial dalam pengembangan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan publik. Dianjurkan penerapan analisis biaya-manfaat secara sistematis untuk membenarkan alokasi dana terhadap peningkatan sanitasi.

Kata kunci: aksesibilitas, keberlanjutan, Kota Kediri, sanitasi, sosio-demografi

Abstract

In Kediri City, disparities in socio-economic conditions significantly influence access to sanitation services and often linked to challenges in economically disadvantaged and densely populated areas. This study aims to analyze the impact of socio-demographic factors on the use of septic tanks and wastewater treatment plants (IPAL). Utilizing secondary data processed through multiple linear regression models, this research examines the relationships between the length of schooling, economic conditions, and methods of wastewater management among residents. The variables include the duration of schooling (X1), economic conditions (X2), and methods of disposing of wastewater into open water bodies or into the ground (X3 and X4). The findings indicate that schooling length, economic status, and disposal methods significantly affect the choice of using septic tanks or IPAL. The results underscore the need for Kediri City's government to enhance sanitation infrastructure as a critical component of economic development and public welfare improvement. A systematic application of cost-benefit analysis is suggested to substantiate the allocation of funds towards sanitation improvements.

Keywords: accessibility, Kediri City, sanitation, socio-demography, sustainability

1. PENDAHULUAN

Sumber air limbah dari kegiatan domestik, seperti dari urine, mandi, mencuci peralatan, mencuci pakaian, dan kegiatan dapur, harus diolah terlebih dahulu di instalasi pengolahan limbah sebelum dibuang ke saluran air (Sofiyah *et al.*, 2021; Putra *et al.*, 2022). Prinsip dasarnya adalah air limbah yang dibuang ke lingkungan tidak boleh berbahaya bagi kesehatan lingkungan. Air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat berdampak sangat luas, misalnya dapat meracuni air minum, meracuni makanan hewan, menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem sungai, dan sebagainya (Fadhilah *et al.*, 2020; Rahmalia *et al.*, 2021). Setiap badan air yang kualitasnya telah dipengaruhi oleh aktivitas manusia dapat dianggap terdapat pencemaran air limbah. Air limbah domestik dapat berasal dari pemukiman, industri, atau pertanian (Oron *et al.*,

1999; Sarwono *et al.*, 2022; Sagara *et al.*, 2022b). Air limbah domestik mencakup berbagai kontaminan yang berpotensi bahaya atau konsentrasi yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Penurunan kualitas air ini diantaranya termasuk disebabkan perilaku Buang Air Besar Sembarangan (BABS) yang banyak dilakukan di masyarakat perkotaan (Suryawan *et al.* 2021, 2022), termasuk di Kota Kediri (Wardana, 2012).

Saat ini, masih banyak masyarakat di Indonesia yang kesulitan mengakses air bersih dan sanitasi karena keterbatasan infrastruktur yang ada. Sesuai dengan tujuan pembangunan berkelanjutan, pemerintah telah menetapkan target pada tahun 2019 bahwa sebanyak 100% dari total penduduk Indonesia harus memiliki akses ke sumber air minum yang layak dan akses ke fasilitas sanitasi yang memadai (Istijono *et al.*, 2019; Ari *et al.*, 2020; Elya *et al.* 2021; Sagara *et al.*, 2022a). Di perkotaan, mudah terlihat adanya sarana air limbah yang dialirkan melalui saluran-saluran, dimana air limbah dari rumah tangga langsung dialirkan ke saluran-saluran di daerah sekitar pemukiman menuju badan air yaitu anak sungai dan sungai. Di sisi lain, ada pendekatan usaha pengolahan air limbah rumah tangga, yaitu dengan menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik. Banyaknya IPAL domestik menimbulkan berbagai permasalahan terkait dengan keberlanjutan karena selama ini konsep pengelolaan IPAL komunal kurang melibatkan seluruh pemangku kepentingan secara domestik dan tidak dilihat dari berbagai aspek (Gherghel *et al.*, 2020). Dengan kondisi tersebut, tentunya diperlukan kajian untuk merumuskan konsep pengelolaan yang efektif untuk mencapai keberlanjutan IPAL domestik.

Perkembangan perluasan akses sanitasi yang berkualitas di seluruh dunia, terutama di negara-negara berkembang, menghadapi tantangan signifikan akibat kurangnya pemahaman mendalam dari para pembuat kebijakan dan masyarakat umum terhadap pentingnya solusi sanitasi yang efektif (Harvey, 2008; Eticha & Adisu, 2022). Hal ini menjadi perhatian khusus karena sanitasi yang memadai tidak hanya berdampak pada kesehatan masyarakat, tetapi juga pada aspek sosial dan ekonomi sebuah negara (Isunju *et al.*, 2011). Dalam konteks negara berkembang, sering kali terdapat kesenjangan antara kebutuhan nyata dan prioritas yang ditetapkan oleh pemerintah (Hueso, 2016). Peningkatan infrastruktur sanitasi sering kali tidak dianggap sebagai kebutuhan yang mendesak untuk mendukung pembangunan ekonomi atau meningkatkan kesejahteraan masyarakat (Koné, 2010). Padahal, sanitasi yang lebih baik bisa berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kualitas hidup dan produktivitas kerja. Selain itu, analisis biaya manfaat yang efektif, yang dapat memberikan justifikasi ekonomi terhadap investasi dalam sanitasi, masih jarang digunakan. Pembuat kebijakan dan masyarakat umum sering kali tidak memiliki akses terhadap informasi atau bukti yang komprehensif mengenai dampak positif dari peningkatan sanitasi terhadap ekonomi, lingkungan hidup, dan kesejahteraan masyarakat. Hal ini mengakibatkan kurangnya kebijakan dan program yang efektif untuk mempromosikan dan memperluas akses sanitasi.

Kota Kediri terlibat aktif dalam Program SANIMAS, sebuah inisiatif yang bertujuan meningkatkan kualitas sanitasi melalui pembangunan fasilitas MCK++ selama tahun anggaran 2008-2009 (Trisnawati & Marsono, 2012). Program ini berhasil membangun lima fasilitas sanitasi di berbagai lokasi di kota, yang secara teknis menunjukkan kondisi fisik yang baik. Sebagian besar lokasi tersebut, yakni tiga dari lima, berhasil mencapai tingkat efisiensi penghapusan kontaminan di atas 90% (Trisnawati & Marsono, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Ummah & Adriyani (2019) menunjukkan bahwa hanya 27,3% (6 dari 22) depot air minum di Kediri memiliki standar penanganan makanan yang baik. Meskipun 63,6% (14 dari 22) depot memiliki sanitasi tempat yang memadai dan semua depot memiliki peralatan dengan kondisi sanitasi yang baik, tetap ditemukan bahwa 9,1% (2 dari 22) sampel air yang diproduksi terkontaminasi oleh *E. Coli* (Ummah & Adriyani, 2019). Analisis Data Terpadu Kesejahteraan Sosial dan Data Potensi Desa Kota Kediri menggunakan model regresi logit terurut menunjukkan bahwa peningkatan aksesibilitas dan kualitas layanan sangat diperlukan untuk meningkatkan status kesejahteraan rumah tangga yang berada dalam 40% kategori terendah di Kota Kediri (Khusaini *et al.*, 2021). Penelitian oleh Khusaini *et al.* (2021) menambahkan bahwa peningkatan akses sanitasi yang memadai dan akses ke institusi keuangan secara signifikan dapat mengurangi probabilitas rumah tangga untuk dikategorikan sangat miskin atau miskin. Hasil pemeriksaan kualitas air yang dilakukan sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Kualitas Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Air untuk Sanitasi Higiene, Kolam Renang, Spa, dan Mandi Umum menunjukkan bahwa semua sumber air (100%) memenuhi persyaratan kualitas fisik. Namun, dari segi kualitas mikrobiologi, 93,3% (28 dari 30) sumber air memenuhi standar, sedangkan 2 sumber air lainnya (6,7%) tidak memenuhi kriteria tersebut (Putra, 2018).

Temuan ini penting untuk menjadi pendorong pembuat kebijakan di Kota Kediri untuk lebih memahami pentingnya investasi dalam bidang sanitasi. Pemerintah diharapkan dapat mengembangkan kebijakan yang tidak hanya fokus pada peningkatan infrastruktur sanitasi, tetapi juga pada peningkatan akses pendidikan dan pemberdayaan ekonomi masyarakat, karena kedua aspek ini berkorelasi dengan peningkatan kesadaran dan permintaan masyarakat terhadap sanitasi yang lebih baik. Penelitian ini dapat menjadi dasar untuk merancang kampanye kesadaran publik yang efektif, yang mengintegrasikan program pendidikan dan pemberdayaan masyarakat untuk menciptakan perubahan perilaku yang

berkelanjutan dalam pengelolaan sanitasi. Akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti yang kuat tentang dampak positif peningkatan sanitasi terhadap pembangunan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat di Kediri, yang akan menjadi alat penting dalam membangun dukungan dari berbagai pihak untuk berinvestasi lebih lanjut dalam sanitasi di Kota Kediri dan Indonesia secara keseluruhan.

2. KAJIAN TEORI

Sanitasi adalah aspek penting yang tidak hanya mendukung kesehatan publik tetapi juga meningkatkan martabat manusia dan kesejahteraan sosial-ekonomi masyarakat. Di Indonesia, khususnya di kota-kota berkembang di provinsi Jawa Timur, tantangan untuk mengakses sanitasi yang memadai terus menjadi isu penting yang memengaruhi banyak aspek kehidupan masyarakat. Di Kota Kediri, seperti di banyak bagian Indonesia yang sedang berkembang, infrastruktur sanitasi yang tidak memadai sering kali berkorelasi dengan indikator-indikator pembangunan manusia yang lebih rendah, yang mencakup tingkat pendidikan, harapan hidup, dan pendapatan per kapita. Kurangnya akses ke sanitasi yang layak tidak hanya mengancam kesehatan masyarakat melalui penyebaran penyakit yang berkaitan dengan sanitasi, seperti diare dan kolera, tetapi juga memengaruhi kehidupan sosial dan ekonomi masyarakat (Barua *et al.*, 2023; Moe & Rheingans, 2006). Pembangunan manusia yang diukur melalui Indeks Pembangunan Manusia (IPM), menunjukkan hubungan yang erat dengan kualitas dan aksesibilitas sanitasi. Di Kediri, seperti yang tergambarkan dalam studi terbaru, ketimpangan pendapatan dan pertumbuhan ekonomi menjadi faktor penentu yang signifikan dalam mempengaruhi akses sanitasi. Penduduk yang berada di strata ekonomi lebih rendah sering kali mengalami kesulitan lebih besar dalam mengakses fasilitas sanitasi yang layak, yang pada gilirannya memperburuk ketimpangan sosial dan menghambat potensi ekonomi daerah (Bhatkal *et al.*, 2024). Pembangunan ekonomi yang inklusif di Kediri tidak hanya membutuhkan pertumbuhan Produk Domestik Bruto (PDB) tetapi juga perlu fokus pada peningkatan infrastruktur sanitasi sebagai bagian dari strategi pembangunan yang lebih luas. Investasi dalam sanitasi adalah investasi dalam kesehatan publik, pendidikan, dan kesetaraan yang secara langsung meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas masyarakat. Oleh karena itu, pendekatan terpadu yang melibatkan peningkatan akses sanitasi dikaitkan dengan kebijakan pendidikan dan ekonomi diharapkan dapat mengurangi ketimpangan pendapatan dan mempercepat pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan di Kediri. Dengan memahami dan mengatasi tantangan ini, Kediri dapat menjadi contoh bagaimana kota-kota di Indonesia dan negara berkembang lainnya bisa maju melalui perbaikan sistem sanitasi yang berdampak pada seluruh aspek pembangunan sosial-ekonomi.

Sanitasi, sebagai salah satu fasilitas dasar untuk kehidupan manusia, sangat penting untuk kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan (Foster *et al.*, 2021; Sari *et al.*, 2023). Akses ke sanitasi terutama di negara berkembang telah menjadi fokus banyak penelitian mengingat dampaknya pada kesehatan masyarakat, martabat manusia, dan pembangunan sosial-ekonomi (Kancherla *et al.*, 2022; Paul *et al.*, 2022). Studi terbaru di Provinsi Bali, menyoroti hubungan yang saling terkait antara pembangunan manusia, ketimpangan pendapatan, pertumbuhan ekonomi, dan akses sanitasi (Sagara, *et al.*, 2022). IPM, ukuran komposit yang mencakup pendidikan, harapan hidup, dan pendapatan per kapita, digunakan secara luas untuk mengklasifikasikan negara ke dalam tingkatan pembangunan (Hickel, 2020; Yue *et al.*, 2019). Peningkatan tingkat pendidikan, komponen dari IPM (O'Neill *et al.*, 2020), kemungkinan akan meningkatkan kesadaran mengenai sanitasi dan kebersihan, sementara harapan hidup yang lebih tinggi mungkin menunjukkan fasilitas kesehatan yang lebih baik, termasuk sanitasi. Studi-studi sebelumnya telah menunjukkan tren serupa, dimana tingkat pembangunan manusia tinggi, akses ke layanan dasar seperti sanitasi dan air bersih juga biasanya lebih tinggi (Clark *et al.*, 2020; Grönwall & Danert, 2020; Vilar-Compte *et al.*, 2021).

Secara intuitif, seseorang mungkin mengharapkan daerah dengan pertumbuhan PDB yang lebih tinggi memiliki infrastruktur yang lebih baik (Wang *et al.*, 2020) termasuk fasilitas sanitasi, tetapi bertentangan dalam konteks Provinsi Bali. Hal ini bisa dikaitkan dengan sifat PDB yang merupakan indikator ekonomi yang luas dan mungkin tidak secara otomatis berdampak pada pengembangan infrastruktur, terutama di daerah dimana manfaat ekonomi mungkin condong ke sektor-sektor tertentu, mengabaikan fasilitas dasar (Cui & Wang, 2023). Literatur lain juga telah menyarankan bahwa PDB suatu negara berkorelasi dengan peningkatan layanan sanitasi (Chatterjee *et al.*, 2020). Daerah-daerah mungkin mengalami pertumbuhan ekonomi, tetapi jika tidak ada kebijakan yang difokuskan untuk meningkatkan sanitasi, pertumbuhan tersebut bisa jadi tidak memberikan manfaat bagi populasi yang lebih luas (Indrawati & Kuncoro, 2021; Rasul *et al.*, 2021).

Rasio Gini, ukuran ketimpangan pendapatan, telah menjadi indeks kritis dalam memahami disparitas di dalam wilayah (Khan & Siddique, 2021; Mookodi, 2021). Namun, beberapa studi telah mengidentifikasi hubungan yang jelas antara ketimpangan pendapatan dan akses sanitasi yang berkurang, terutama di area perkotaan, di mana disparitas pendapatan

sering kali termanifestasi dalam perbedaan kondisi hidup dan akses ke fasilitas dasar yang mencolok (Roitman & Recio, 2020; Suryawan & Lee, 2023; Vogel *et al.*, 2021). Peningkatan PDB atau pertumbuhan ekonomi yang sifatnya permukaan saja mungkin tidak berubah menjadi peningkatan akses sanitasi. Sebaliknya, upaya harus difokuskan pada pembangunan manusia yang holistik, yang tampaknya memiliki dampak yang lebih langsung dan signifikan terhadap sanitasi. Mengatasi ketimpangan pendapatan dapat membuka jalan untuk akses yang lebih adil ke fasilitas dasar. Untuk daerah dengan dinamika budaya serupa dengan Kediri, pemahaman terhadap konteks lokal menjadi sangat penting.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kota Kediri, sebuah kota yang terletak di Provinsi Jawa Timur, Indonesia. Kota ini memiliki luas wilayah 63,40 km² yang terbagi menjadi tiga kecamatan, yaitu Mojoroto, Kota, dan Pesantren. Sesuai dengan Peraturan Daerah (Perda) Kota Kediri Nomor 1 Tahun 2012, penyediaan total Ruang Terbuka Hijau (RTH) di kota ini sekitar 1.268 ha atau hanya 20% dari luas keseluruhan, padahal Undang-Undang (UU) Penataan Ruang Nomor 26 Tahun 2007 menetapkan bahwa RTH minimal harus 30% dari total wilayah kota. Kondisi ini menunjukkan adanya ketidakcukupan RTH yang juga berdampak pada aspek sosial dan kesehatan masyarakat, termasuk sanitasi.



Gambar 1. Lokasi Wilayah Studi di Kota Kediri (EastJava.com, 2020)

Dalam konteks penelitian ini, data sekunder yang telah dikumpulkan oleh lembaga pemerintah, organisasi penelitian, atau publikasi ilmiah yang relevan dengan topik penelitian dianggap sebagai sumber informasi utama. Data ini mencakup informasi terkait dengan penggunaan dan akses ke fasilitas sanitasi, tingkat pendidikan penduduk, dan data pendapatan per kapita. Seluruh data tersebut kemudian diimpor ke dalam *software* pengolahan statistik, yang merupakan alat analisis data yang banyak digunakan dalam penelitian sosial untuk memproses dan menganalisis data kuantitatif secara efektif. Tabel 1 menampilkan rangkuman data yang dikumpulkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Kediri untuk tahun 2020, yang digunakan dalam model analisis regresi linier berganda. Data ini memuat informasi penting sepanjang periode dari tahun 2016 hingga 2020, yang mencakup variabel seperti lama sekolah, ekonomi, serta penggunaan sumber daya air dari kolam/sawah/sungai/danau/laut, lubang tanah, dan akses ke tangki septik/IPAL.

Tabel 1. Data yang Digunakan dalam Model

Tahun	Lama Sekolah	Ekonomi	Kolam/ Sawah/ Sungai/ Danau/ Laut	Lubang Tanah	Tangki Septik/ IPAL
2016	9,89	5,54	2,84	1,53	95,14
2017	9,9	5,14	2,54	1,88	95,58
2018	9,91	5,43	1,18	0,68	97,85
2019	9,92	5,47	0,76	0,89	98,44
2020	9,93	-6,25	0,62	0,15	99,22

Sumber: (Badan Pusat Statistik Kota Kediri, 2020)

Pada data lama sekolah, tercatat peningkatan tahunan rata-rata jumlah tahun pendidikan yang dijalani penduduk, dimulai dari 9,89 tahun pada tahun 2016 dan meningkat secara konsisten hingga 9,93 tahun pada tahun 2020. Hal ini

menunjukkan adanya peningkatan menerus dalam tingkat pendidikan di kota tersebut. Sementara itu, data ekonomi menunjukkan nilai ekonomi rata-rata yang dihitung dari berbagai faktor, mulai dari 5,54 pada tahun 2016 yang menurun ke -6,25 pada tahun 2020. Hal ini menandakan fluktuasi yang signifikan yang mungkin mencerminkan perubahan kondisi ekonomi di kota tersebut selama periode tersebut. Pada kolom penggunaan sumber daya air dari kolam/sawah/sungai/danau/laut, terlihat penurunan yang signifikan dalam penggunaan sumber daya ini, dari 2,84 pada tahun 2016 menjadi 0,62 pada tahun 2020, yang menunjukkan kemungkinan perubahan dalam praktik pengelolaan sumber daya air atau penurunan kualitas dan ketersediaan sumber daya air alami. Lubang tanah juga menunjukkan penurunan dari 1,53 pada tahun 2016 menjadi 0,15 pada tahun 2020, yang dapat mengindikasikan peningkatan infrastruktur sanitasi atau perubahan dalam metode pembuangan limbah. Terakhir, data tangki septik/IPAL menunjukkan peningkatan pemanfaatan infrastruktur sanitasi modern dari 95,14 pada tahun 2016 menjadi 99,22 pada tahun 2020, yang menandakan peningkatan akses ke fasilitas sanitasi yang lebih baik dan lebih sehat.

Proses analisis data menggunakan metode regresi linier berganda, yang memungkinkan penilaiannya atas pengaruh simultan dari dua atau lebih variabel independen (bebas) terhadap satu variabel dependen (terikat). Dalam kasus ini, variabel independen termasuk tingkat pendidikan, pendapatan per kapita, dan akses ke fasilitas sanitasi, sedangkan variabel dependen dapat berupa indikator kesehatan publik atau kualitas hidup yang berkaitan dengan sanitasi. Dalam proses analisis, tahap pertama adalah melakukan uji asumsi regresi yang mencakup normalitas, multikolinearitas, dan homoskedastisitas untuk memastikan bahwa model regresi dapat memberikan estimasi yang valid dan reliabel. Setelah itu, model regresi disusun dengan memasukkan variabel independen yang telah ditentukan ke dalam model untuk mengevaluasi pengaruhnya terhadap variabel dependen. Hasil dari analisis ini diperoleh melalui interpretasi koefisien regresi yang menunjukkan besarnya pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Koefisien yang positif menunjukkan hubungan searah, peningkatan dalam variabel independen dikaitkan dengan peningkatan pada variabel dependen. Sebaliknya, koefisien yang negatif menunjukkan hubungan yang terbalik. Selain itu, nilai *p* dari hasil analisis digunakan untuk menentukan signifikansi statistik dari hasil-hasil yang diperoleh yang akan menentukan apakah hipotesis yang diajukan dalam penelitian dapat diterima atau ditolak.

Kesimpulan yang diambil dari penelitian ini akan memberikan wawasan yang mendalam tentang dinamika sosial-ekonomi yang mempengaruhi akses sanitasi di Kota Kediri dan memberikan dasar bagi pengembangan kebijakan yang lebih efektif dalam meningkatkan kualitas hidup melalui peningkatan infrastruktur dan akses ke fasilitas sanitasi yang layak. Dengan demikian, penelitian ini berkontribusi pada usaha yang lebih luas dalam mengatasi masalah sanitasi di Indonesia, khususnya di kota-kota yang sedang berkembang seperti Kediri.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data penelitian terdiri dari empat variabel, yaitu lama sekolah (X1), kondisi ekonomi (X2), jumlah penduduk yang mengelola air limbah dengan cara dibuang ke kolam/sawah/sungai/danau/laut (X3), dan jumlah penduduk yang membuang air limbah ke lubang tanah (X4). Variabel dependen adalah jumlah penduduk yang mengolah air limbah dengan cara tangki septik/IPAL (Y). Tabel 2 menunjukkan deskripsi nilai variabel dalam penelitian yang telah dikumpulkan yang meliputi *mean*, standar deviasi, dan variabel.

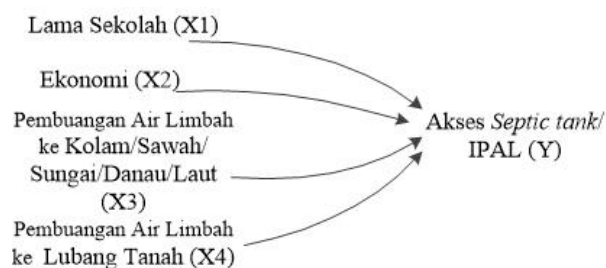
Tabel 2. Perhitungan Deskriptif dan Variabel dalam Penelitian

Parameters (Variabel)		Mean	Std. Deviation
Septic tank IPAL	Y	97,246	1,79568
Lama Sekolah	X1	9,91	0,01581
Ekonomi	X2	3,066	5,21003
Kolam/Sawah/Sungai/Danau/Laut	X3	1,588	1,03234
Lubang Tanah	X4	1,026	0,68719

Strategi untuk mencegah penyakit yang diakibatkan oleh fekal-oral sering kali berfokus pada penghentian transmisi patogen tinja yang di mediasi pengelolaan lingkungan yang buruk (Julian, 2016; Penakalapati *et al.*, 2017). Oleh karena itu, selain variabel pendidikan dan kondisi ekonomi, kondisi lingkungan juga perlu untuk dijadikan variabel dalam penelitian ini. Namun, kondisi penempatan *reservoir* juga dapat terkontaminasi oleh tinja dengan asal berbeda yang ditularkan melalui beberapa jalur yang berinteraksi (Ercumen *et al.*, 2017; Vujcic *et al.*, 2014). Akses ke air minum yang aman dan sanitasi adalah Hak Asasi Manusia (HAM), yang memberikan manfaat bagi kesejahteraan manusia di luar dampaknya

terhadap kesehatan. Komunitas kesehatan dan pembangunan global telah memprioritaskan akses dengan memasukkan target air bersih dan sanitasi baik dalam Tujuan Pembangunan Milenium (MDGs) dan baru-baru ini dalam Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), di mana PBB menyerukan agar akses bersifat universal, yaitu akses 100% dan adil (Satterthwaite, 2016). Terlepas dari perluasan akses yang substansial selama era MDGs, sebelumnya diperkirakan bahwa kurang dari 75% populasi di banyak negara di Afrika Sub-Sahara dan Asia Selatan dan Asia Tenggara memiliki akses ke fasilitas yang lebih baik pada tahun 2017 (Alkema *et al.*, 2016). Begitu juga dengan kasus Kota Kediri. Dengan mempelajari akses sanitasi yang baik, dapat membantu mencapai pembangunan berkelanjutan khususnya akses sanitasi yang layak.

Gambar 2 menampilkan model konseptual yang digunakan dalam penelitian ini untuk menganalisis pengaruh berbagai faktor terhadap akses ke fasilitas sanitasi tangki septik/IPAL di Kota Kediri. Model ini memvisualisasikan hubungan antara empat variabel independen dengan variabel dependen, yaitu akses ke tangki septik/IPAL. Variabel pertama, lama sekolah, menggambarkan rata-rata tahun pendidikan yang telah ditempuh penduduk. Asumsi yang mendasari variabel ini adalah bahwa tingkat pendidikan yang lebih tinggi cenderung meningkatkan kesadaran dan penggunaan fasilitas sanitasi yang lebih baik. Variabel kedua, ekonomi, mencakup tingkat ekonomi penduduk, yang biasanya diukur melalui pendapatan per kapita dan diperkirakan mempengaruhi kemampuan mereka untuk mengakses fasilitas sanitasi yang memadai. Selanjutnya, variabel pembuangan air limbah ke kolam/sawah/sungai/danau/laut mencatat seberapa sering limbah dibuang ke badan air alami, praktik yang meskipun umum, tidak dianggap ideal dari perspektif kesehatan dan lingkungan. Variabel keempat, pembuangan air limbah ke lubang tanah, menunjukkan frekuensi limbah yang dibuang ke dalam tanah, yang juga merupakan metode yang kurang efisien dan berpotensi mencemari lingkungan. Model ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang bagaimana faktor pendidikan, ekonomi, dan metode pembuangan limbah, baik secara individual maupun bersamaan, memengaruhi kemampuan warga Kota Kediri untuk mengakses fasilitas sanitasi yang lebih baik seperti tangki septik dan IPAL. Analisis semacam ini sangat penting untuk membantu pembuat kebijakan dalam menyusun dan mengimplementasikan strategi yang lebih efektif untuk memperbaiki kondisi sanitasi dan kesehatan publik di wilayah ini.



Gambar 2. Variabel Penentu Akses Sanitasi Tangki Septik/IPAL di Kota Kediri

Tabel 3 menyajikan hasil uji korelasi Pearson untuk variabel-variabel yang diteliti dalam pengelolaan sanitasi di Kota Kediri. Korelasi ini mengukur kekuatan dan arah hubungan antara variabel, seperti lama sekolah, ekonomi, dan pengelolaan air limbah dengan penggunaan fasilitas tangki septik /IPAL. Penggunaan analisis korelasi Pearson yang merupakan metode statistik yang sudah digunakan secara luas dalam berbagai penelitian untuk menguji hubungan antar variabel, memungkinkan penilaian objektif terhadap seberapa erat keterkaitan antara faktor-faktor pendidikan, ekonomi, dan praktik pengelolaan limbah dengan akses ke infrastruktur sanitasi yang lebih modern. Dalam konteks ini, analisis menunjukkan bahwa terdapat korelasi kuat dan positif antara lama sekolah dan penggunaan tangki septik/IPAL, dengan koefisien korelasi 0,97. Ini menunjukkan bahwa peningkatan dalam rata-rata tahun pendidikan penduduk di Kota Kediri berhubungan erat dengan peningkatan penggunaan fasilitas sanitasi yang lebih baik. Sementara itu, variabel ekonomi menunjukkan korelasi negatif (-0,608) dengan penggunaan tangki septik/IPAL, menandakan bahwa kondisi ekonomi yang lebih rendah mungkin berkorelasi dengan akses sanitasi yang lebih terbatas. Selanjutnya, variabel terkait pengelolaan air limbah, yaitu pembuangan air limbah ke kolam/sawah/sungai/danau/laut (X3) dan pembuangan air limbah ke lubang tanah (X4), masing-masing menunjukkan korelasi negatif yang sangat kuat dengan penggunaan tangki septik/IPAL, dengan koefisien -0,994 untuk X3 dan -0,929 untuk X4. Hal ini menunjukkan bahwa kecenderungan untuk membuang limbah ke sumber air alami atau ke lubang tanah berbanding terbalik dengan penggunaan infrastruktur sanitasi yang memadai seperti tangki septik dan IPAL. Penggunaan korelasi Pearson dalam konteks ini mengikuti metodologi yang telah diterapkan, dalam studi sebelumnya oleh Haghshenas & Vaziri (2012) dan Alonso *et al.* (2015), yang menganalisis hubungan antar variabel dalam konteks keberlanjutan transportasi dan kualitas hidup perkotaan. Dengan demikian, hasil yang diperoleh di Kediri ini memberikan wawasan penting tentang faktor-faktor yang memengaruhi akses ke sanitasi yang layak dan dapat membantu dalam perumusan kebijakan dan intervensi untuk meningkatkan kondisi sanitasi di kota.

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi *Pearson* dalam Pengelolaan

<i>Correlations</i>		<i>Tangki Septik/IPAL</i>	<i>Lama Sekolah</i>	<i>Ekonomi</i>	<i>Kolam/Sawah/ Sungai/Danau/Laut</i>	<i>Lubang Tanah</i>
Pearson	Tangki septik/IPAL	1	0,97	-0,608	-0,994	-0,929
	Lama Sekolah	0,97	1	-0,706	-0,953	-0,863
	Ekonomi	-0,608	-0,706	1	0,518	0,701
	Kolam/Sawah/ Sungai/ Danau/Laut	-0,994	-0,953	0,518	1	0,897
	Lubang Tanah	-0,929	-0,863	0,701	0,897	1
Sig. (1-tailed)	Tangki septik/IPAL	.	0,003	0,138	0	0,011
	Lama Sekolah	0,003	.	0,092	0,006	0,03
	Ekonomi	0,138	0,092	.	0,186	0,094
	Kolam/Sawah/ Sungai/ Danau/ Laut	0	0,006	0,186	.	0,019
	Lubang Tanah	0,011	0,03	0,094	0,019	.

Secara empiris, banyak penulis telah menggunakan statistik VIF untuk mengabaikan masalah multikolinearitas. VIF adalah elemen diagonal dari invers matriks momen $M=X'X$ dari variabel bebas. Aturan praktis ada bahwa jika VIF maksimum kurang dari 10, 8, atau 5, maka masalah multikolinearitas tidak mungkin ada (Kalinins, 2018). Tabel 4 menunjukkan nilai VIF untuk studi ini kurang dari nilai maksimum yang disebutkan sebelumnya.

Tabel 4. Nilai VIF dalam Penelitian

Model	<i>Collinearity Statistics</i>	
	<i>Tolerance</i>	<i>VIF</i>
Lama Sekolah	0,235	4,247
Ekonomi	0,469	2,132
Lubang Tanah	0,239	4,189

Tabel 5 menunjukkan hasil regresi untuk estimasi dengan jumlah penduduk yang menggunakan tangki septik/IPAL di Kota Kediri. Tanda ***, **, * masing-masing signifikan pada $p < 0,01$, $p < 0,05$, dan $p < 0,1$. Jika dinilai dari individu karakteristik penduduk, seperti beberapa praktik misalnya buang air besar sembarangan sering kali berkaitan dengan tingkat pendidikan, kurangnya kebersihan, persepsi keamanan, perasaan nyaman, dan privasi, serta kebiasaan (Sahoo *et al.*, 2015; Sofiyah *et al.*, 2021; Torondel *et al.*, 2018). Hal ini sejalan dalam penelitian ini terlihat pendidikan dan ekonomi memiliki tingkat signifikan yang tinggi. Kerentanan penduduk permukiman informal dikombinasikan dengan berbagai masalah sosial seperti kemiskinan dan pengangguran (Williams *et al.*, 2019), tingkat kejahatan yang tinggi, dan kondisi kesehatan diperparah oleh kurangnya akses terhadap sanitasi menyoroti perlunya penelitian lebih mendalam (Muanda *et al.*, 2020).

Tabel 5. Model Penentuan Penggunaan Tangki Septik/IPAL di Kota Kediri

Model	<i>Unstandardized Coefficients</i>		<i>Standardized Coefficients</i>	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	-749,537**	15,393		-48,693	0,013
Lama Sekolah	85,542**	1,55	0,753	55,177	0,012
Ekonomi	0,08**	0,003	0,233	24,129	0,026
Lubang Tanah	-1,156**	0,035	-0,442	-32,637	0,02

Paterson *et al.* (2007) berpendapat bahwa saluran pembuangan air limbah kecil yang didesentralisasikan, menghubungkan kelompok-kelompok kecil rumah dan fasilitas hingga saat ini merupakan satu-satunya pilihan sanitasi yang layak secara teknis dan layak secara ekonomi yang tersedia untuk masyarakat berpenghasilan rendah daerah perkotaan dengan kepadatan tinggi. Namun, ada kendala yang signifikan untuk mengadopsi konsep ini di daerah kumuh. Selain kurangnya dana publik untuk mendukung instalasi, kurangnya pasokan air di rumah menyebabkan kurangnya penyiraman yang diperlukan untuk menggerakkan sistem berbasis air ini. Koneksi bersama ini menimbulkan tantangan tambahan di daerah kumuh, di mana sifat penduduk yang sementara berkontribusi pada kesulitan tanggung jawab bersama (Auerbach *et al.*, 2018).

Tabel 6 menyajikan analisis varians (ANOVA) yang digunakan untuk menetapkan signifikansi model regresi. Sig. nilai 0,000 ($p=0,000 < 0,05$) menunjukkan bahwa model memiliki tingkat kepercayaan lebih besar dari 95% dan secara statistik signifikan dalam memprediksi bagaimana lama sekolah (X1), kondisi ekonomi (X2), jumlah penduduk yang mengelola air limbah dengan cara dibuang ke kolam/sawah/sungai/danau/laut (X3), dan jumlah penduduk yang membuang air limbah ke lubang tanah (X4) berpengaruh terhadap jumlah penduduk yang mengolah air limbah dengan cara tangki septik/IPAL.

Tabel 6. Hasil Uji ANOVA

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	12,897	3	4,299	7.596,245	0,008
Residual	0,001	1	0,001		
Total	12,898	4			

Salah satu penyebab lambatnya kemajuan dalam perluasan cakupan sanitasi yang lebih baik di dunia pada umumnya, dan di negara-negara berkembang pada khususnya, adalah para pembuat kebijakan dan masyarakat umum belum sepenuhnya memahami pentingnya solusi sanitasi yang lebih baik (Isunju *et al.*, 2011). Pemerintah di negara berkembang cenderung tidak melihat sanitasi yang lebih baik sebagai kondisi yang diperlukan untuk pembangunan ekonomi atau sumber peningkatan kesejahteraan, dan analisis biaya manfaat belum umum digunakan untuk membenarkan peningkatan pengeluaran untuk program sanitasi (Van Minh & Nguyen-Viet, 2011).

Gambar 3 menyajikan sebuah kerangka yang menggambarkan upaya peningkatan akses sanitasi di Kota Kediri melalui pengaruh langsung dari peningkatan pendidikan dan ekonomi serta pengaruh tidak langsung melalui pengurangan pembuangan limbah sembarangan. Diagram ini menunjukkan bahwa peningkatan pendidikan tidak hanya secara langsung berkontribusi pada peningkatan akses sanitasi, tetapi juga mempromosikan ekonomi yang lebih kuat, yang pada gilirannya meningkatkan akses ke sanitasi yang lebih baik. Selain itu, pengurangan pembuangan limbah sembarangan, yang merupakan hasil dari peningkatan kesadaran melalui pendidikan dan kondisi ekonomi yang lebih baik (Sianipar *et al.*, 2024b; Suryawan, *et al.*, 2025; Suryawan, Gunawan, *et al.*, 2025; Yang *et al.*, 2025) juga berkontribusi langsung terhadap peningkatan akses sanitasi. Kerangka ini menekankan bahwa intervensi di bidang pendidikan dapat memiliki dampak ganda, yakni secara langsung meningkatkan pemahaman dan perilaku sanitasi yang baik, serta secara tidak langsung, melalui peningkatan ekonomi, memberikan masyarakat lebih banyak sumber daya untuk berinvestasi dalam infrastruktur sanitasi. Peningkatan akses sanitasi di Kota Kediri merupakan tujuan utama yang berhubungan erat dengan dua faktor pendukung penting lainnya: ekonomi dan pengurangan pembuangan limbah sembarangan, yang keduanya saling terkait dan saling memengaruhi dalam menciptakan lingkungan yang lebih sehat dan lebih berkelanjutan. Ini menggarisbawahi pentingnya pendekatan holistik dalam perencanaan dan implementasi kebijakan sanitasi yang efektif di daerah perkotaan.



Gambar 3. Kerangka Peningkatan Akses Sanitasi di Kota Kediri

Di negara maju, infrastruktur sanitasi yang mencakup toilet, saluran pembuangan, dan sistem pengolahan air limbah sering kali memerlukan investasi besar dalam hal lahan, energi, dan air. Biaya untuk membangun, memelihara, dan mengoperasikan infrastruktur ini bisa sangat mahal, menantang keberlanjutan fiskal dan lingkungan. Dalam upaya global untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, komunitas sanitasi telah mengalokasikan sumber daya dan energi signifikan untuk mencari solusi yang lebih efisien dan berkelanjutan. Salah satu tantangan kritis dalam upaya ini adalah pengembangan metode pengelolaan lumpur tinja yang efektif, khususnya dalam mengatasi masalah pembuangan lumpur yang dihasilkan dari lubang tinja yang telah penuh (Strande *et al.*, 2014). Sejak tahun 2011, telah muncul inovasi dalam

teknologi sanitasi yang dapat beroperasi tanpa perlu koneksi ke sumber air eksternal, energi, atau sistem saluran pembuangan umum (Monstadt & Schramm, 2017). Teknologi ini menawarkan potensi untuk revolusi dalam pengelolaan sanitasi, terutama di wilayah yang terbatas sumber dayanya atau yang menghadapi tantangan geografis dan infrastruktur. Masalah kebersihan dan sanitasi yang tidak memadai juga menjadi titik perhatian utama sebagai bagian dari krisis air yang lebih luas, khususnya di negara-negara seperti Nepal. Dampak dari sanitasi yang buruk sering kali tidak terpisahkan dari masalah kesehatan masyarakat yang lain, sering kali memperburuk situasi yang sudah sulit. Meskipun statistik regional spesifik tentang beban penyakit yang disebabkan oleh sanitasi yang buruk di Asia Selatan sering tidak tersedia, seperti yang dinyatakan oleh Stanaway *et al.* (2019), bukti adanya hubungan kuat antara kebersihan yang buruk, tingginya tingkat malnutrisi, dan penyakit yang ditularkan melalui air cukup jelas.

Penelitian *cross-sectional* yang dilakukan oleh Shrestha *et al.* (2017) di Nepal menemukan bahwa sekitar tiga perempat sampel air minum di sekolah-sekolah dan dua perlima dari sampel masyarakat terkontaminasi dengan bakteri koliform yang toleran terhadap suhu, menunjukkan risiko tinggi terhadap kesehatan publik yang berkaitan langsung dengan kebersihan air. Fakta bahwa bakteri ini toleran terhadap suhu menunjukkan kemampuannya untuk bertahan dalam kondisi yang lebih ekstrem, yang semakin meningkatkan risiko penyebaran penyakit jika tidak ditangani dengan benar. Situasi ini menegaskan urgensi untuk pengembangan dan penerapan teknologi sanitasi yang lebih canggih dan efektif, serta infrastruktur yang dapat mengadaptasi perubahan kondisi lingkungan, terutama mengingat dampak perubahan iklim yang sedang berlangsung. Penelitian ini juga mendukung kesimpulan dari berbagai studi lain yang dilakukan oleh para ahli (Sianipar *et al.*, 2024a; Suhardono *et al.*, 2024; Suryawan, Gunawan, *et al.*, 2025; Suryawan, Rahman, *et al.*, 2025; Sutrisno *et al.*, 2024), yang secara kolektif menyoroti pentingnya memperkuat kapasitas adaptasi sektor sanitasi dan kesehatan publik. Mengingat tantangan global seperti krisis air dan dampak luas dari perubahan iklim, peningkatan kapasitas ini tidak hanya penting untuk melindungi kesehatan masyarakat, tetapi juga untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang dari sistem sanitasi yang ada.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini menganalisis data sekunder dengan menggunakan model regresi linier berganda untuk memahami dinamika akses sanitasi di Kota Kediri. Model ini mempertimbangkan empat variabel utama, yaitu durasi pendidikan penduduk, kondisi ekonomi, kebiasaan pembuangan air limbah ke kolam, sawah, sungai, danau, atau laut, dan pembuangan air limbah ke lubang tanah. Variabel dependen dalam penelitian ini adalah jumlah penduduk yang menggunakan fasilitas sanitasi modern berupa tangki septik atau IPAL. Hasil analisis menunjukkan bahwa durasi pendidikan, kondisi ekonomi, dan kebiasaan pembuangan limbah ke lubang tanah memberikan pengaruh signifikan terhadap penggunaan tangki septik atau IPAL. Menariknya, kebiasaan pembuangan air limbah ke kolam, sawah, atau badan air lainnya tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Kesadaran yang lebih tinggi yang diperoleh melalui pendidikan dan peningkatan ekonomi mendorong masyarakat untuk mengadopsi solusi sanitasi yang lebih modern dan efektif. Kesimpulan penelitian ini mengindikasikan bahwa kemajuan dalam perluasan cakupan sanitasi yang lebih baik di Kota Kediri cukup lambat, yang sebagian besar disebabkan oleh variabel pendidikan dan ekonomi. Berdasarkan hasil estimasi model, jelas bahwa untuk meningkatkan penggunaan fasilitas tangki septik/IPAL, harus ada peningkatan dalam faktor-faktor pendidikan dan ekonomi. Oleh karena itu, pemerintah daerah perlu mempertimbangkan sanitasi yang lebih baik tidak hanya sebagai kebutuhan dasar tetapi juga sebagai prasyarat penting untuk pembangunan ekonomi dan peningkatan kesejahteraan masyarakat. Analisis biaya manfaat yang lebih terperinci dan teratur seharusnya diintegrasikan dalam proses pengambilan keputusan untuk membenarkan investasi yang lebih besar dalam program sanitasi. Melalui pendekatan ini, Kota Kediri dapat memastikan bahwa investasi dalam sanitasi tidak hanya memenuhi kebutuhan dasar tetapi juga mendukung pertumbuhan ekonomi jangka panjang dan pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alkema, L., Chou, D., Hogan, D., Zhang, S., Moller, A.-B., Gemmill, A., Fat, D. M., Boerma, T., Temmerman, M., Mathers, C., & Say, L. (2016). Global, Regional, and National Levels and Trends in Maternal Mortality Between 1990 and 2015, with Scenario-Based Projections to 2030: A Systematic Analysis by the UN Maternal Mortality Estimation Inter-Agency Group. *The Lancet*, 387(10017), 462–474. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)00838-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)00838-7)
- Alonso, A., Monzón, A., & Cascajo, R. (2015). Comparative Analysis of Passenger Transport Sustainability in European Cities. *Ecological Indicators*, 48, 578–592. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.022>
- Ari, I. R. D., Rukmi, W., & Elya, N. (2020). Holistic Water Management at the Community Level, Case Study Jabung District, Malang Regency, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 448(1), 12062. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/448/1/012062>
- Auerbach, A. M., LeBas, A., Post, A. E., & Weitz-Shapiro, R. (2018). State, Society, and Informality in Cities of the Global South.

- Studies in Comparative International Development*, 53(3), 261–280. <https://doi.org/10.1007/s12116-018-9269-y>
- Badan Pusat Statistik Kota Kediri. (2020). *Statistik Daerah Kota Kediri 2020*. Badan Pusat Statistik Kota Kediri. <https://kedirikota.bps.go.id/id/publication/2020/11/25/1affca14d7b151c3ef676502/statistik-daerah-kota-kediri-2020.html>
- Barua, P., Mitra, A., & Eslamian, S. (2023). *Vulnerability of Climate Change on Water and Sanitation Sectors and Coping Mechanisms by the Communities of Economically Poor Hard-to-Reach Areas of Bangladesh BT-Disaster Risk Reduction for Resilience: Climate Change and Disaster Risk Adaptation* (S. Eslamian & F. Eslamian (eds.); pp. 417–443). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-22112-5_18
- Bhatkal, T., Mehta, L., & Sumitra, R. (2024). Neglected Second and Third Generation Challenges of Urban Sanitation: A Review of the Marginality and Exclusion Dimensions of Safely Managed Sanitation. *PLOS Water*, 3(6), e0000252. <https://doi.org/10.1371/journal.pwat.0000252>
- Chatterjee, B., Karandikar, R. L., & Mande, S. C. (2020). The Mortality due to COVID-19 in Different Nations is Associated with the Demographic Character of Nations and the Prevalence of Autoimmunity. *MedRxiv*, 2020.07.31.20165696. <https://doi.org/10.1101/2020.07.31.20165696>
- Clark, H., Coll-Seck, A. M., Banerjee, A., Peterson, S., Dalglish, S. L., Ameratunga, S., Balabanova, D., Bhan, M. K., Bhutta, Z. A., Borrazzo, J., Claeson, M., Doherty, T., El-Jardali, F., George, A. S., Gichaga, A., Gram, L., Hipgrave, D. B., Kwamie, A., Meng, Q., ... Costello, A. (2020). A Future for the World's Children? A WHO–UNICEF–Lancet Commission. *The Lancet*, 395(10224), 605–658. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)32540-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)32540-1)
- Cui, S., & Wang, Z. (2023). The Impact and Transmission Mechanisms of Financial Agglomeration on Eco-Efficiency: Evidence from The Organization for Economic Co-Operation and Development Economies. *Journal of Cleaner Production*, 392, 136219. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136219>
- EastJava.com. (2020). *Keidiri Regency Tourism MAP*. <https://www.eastjava.com/tourism/kediri/map.html>
- Elya, N., Ari, I. R. D., Hariyani, S., & Aji, B. S. (2021). Settlement Infrastructure Management for Universal Access in Ngantang District, Malang Regency, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 623(1), 12034. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/623/1/012034>
- Ercumen, A., Pickering, A. J., Kwong, L. H., Arnold, B. F., Parvez, S. M., Alam, M., Sen, D., Islam, S., Kullmann, C., Chase, C., Ahmed, R., Unicomb, L., Luby, S. P., & Colford, J. M. J. (2017). Animal Feces Contribute to Domestic Fecal Contamination: Evidence from E. coli Measured in Water, Hands, Food, Flies, and Soil in Bangladesh. *Environmental Science & Technology*, 51(15), 8725–8734. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b01710>
- Eticha, T. K., & Adisu, M. T. (2022). Assessing Hygienic Status, Sanitation Issues, and Associated Problems in Dambi Dollo Town, Oromia Regional State, Ethiopia. *Prehospital and Disaster Medicine*, 37(4), 455–461. <https://doi.org/DOI:10.1017/S1049023X22000814>
- Fadhilah, N., Alvin, L., Vembrio, W., & Safira, R. H. (2020). Modifikasi Unit Proses dalam Peningkatan Efisiensi Penyisihan Amonium Modification of Process Unit to Improve Ammonium Removal Efficiency. *Jsal*, 7(2), 47–56.
- Foster, T., Falletta, J., Amin, N., Rahman, M., Liu, P., Raj, S., Mills, F., Petterson, S., Norman, G., Moe, C., & Willetts, J. (2021). Modelling Faecal Pathogen Flows and Health Risks in Urban Bangladesh: Implications for Sanitation Decision Making. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 233, 113669. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2020.113669>
- Gherghel, A., Teodosiu, C., Notarnicola, M., & De Gisi, S. (2020). Sustainable design of Large Wastewater Treatment Plants Considering Multi-Criteria Decision Analysis and Stakeholders' Involvement. *Journal of Environmental Management*, 261, 110158. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110158>
- Grönwall, J., & Danert, K. (2020). Regarding Groundwater and Drinking Water Access through A Human Rights Lens: Self-Supply as A Norm. In *Water* (Vol. 12, Issue 2). <https://doi.org/10.3390/w12020419>
- Haghshenas, H., & Vaziri, M. (2012). Urban Sustainable Transportation Indicators for Global Comparison. *Ecological Indicators*, 15(1), 115–121. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.010>
- Harvey, P. A. (2008). Article Commentary: Environmental Sanitation Crisis: More than just a health issue. *Environmental Health Insights*, 2, 77–81. <https://doi.org/10.4137/EHI.S1047>
- Hickel, J. (2020). The Sustainable Development Index: Measuring the Ecological Efficiency of Human Development in the Anthropocene. *Ecological Economics*, 167, 106331. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.05.011>
- Hueso, A. (2016). Is 'Access to Adequate and Equitable Sanitation' for All by 2030 Achievable? Perspectives from Sector Experts on What Needs to Change to Realise The Sustainable Development Goal. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 6(4), 650–657. <https://doi.org/10.2166/washdev.2016.078>
- Indrawati, S. M., & Kuncoro, A. (2021). Improving Competitiveness Through Vocational and Higher Education: Indonesia's Vision For Human Capital Development In 2019–2024. *Bulletin of Indonesian Economic Studies*, 57(1), 29–59. <https://doi.org/10.1080/00074918.2021.1909692>
- Istijono, B., Hakam, A., Hardiyansyah, D., & Hape, M. M. (2019). Consideration of costs and factors of safety for landslide mitigation of the housing infrastructure in Sawahlunto. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 615(1), 12048. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/615/1/012048>
- Isunju, J. B., Schwartz, K., Schouten, M. A., Johnson, W. P., & van Dijk, M. P. (2011). Socio-Economic Aspects of Improved Sanitation in Slums: S Review. *Public Health*, 125(6), 368–376. <https://doi.org/10.1016/j.puhe.2011.03.008>
- Julian, T. R. (2016). Environmental Transmission of Diarrheal Pathogens in Low and Middle Income Countries. *Environmental Science. Processes & Impacts*, 18(8), 944–955. <https://doi.org/10.1039/c6em00222f>

- Kalnins, A. (2018). Multicollinearity: How Common Factors Cause Type 1 Errors in Multivariate Regression. *Strategic Management Journal*, 39(8), 2362–2385. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/smj.2783>
- Kancherla, V., Roos, N., & Walani, S. R. (2022). Relationship between Achieving Sustainable Development Goals and Promoting Optimal Care and Prevention of Birth Defects Globally. *Birth Defects Research*, 114(14), 773–784. <https://doi.org/10.1002/bdr2.2055>
- Khan, M. S., & Siddique, A. B. (2021). Spatial Analysis of Regional and Income Inequality in the United States. In *Economies* (Vol. 9, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/economies9040159>
- Khusaini, M., Prasetyia, F., & Rozanti, Y. D. (2021). Determinants of Household Poverty Status in Kediri City. *Journal of Indonesian Applied Economics*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:239645407>
- Koné, D. (2010). Making urban excreta and wastewater management contribute to cities' economic development: a paradigm shift. *Water Policy*, 12(4), 602–610. <https://doi.org/10.2166/wp.2010.122>
- Moe, C. L., & Rheingans, R. D. (2006). Global Challenges in Water, Sanitation and Health. *Journal of Water and Health*, 4 Suppl 1, 41–57.
- Monstadt, J., & Schramm, S. (2017). Toward The Networked City? Translating Technological Ideals and Planning Models in Water and Sanitation Systems in Dar es Salaam. *International Journal of Urban and Regional Research*, 41(1), 104–125. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1468-2427.12436>
- Mookodi, L. (2021). Decomposition Analysis of the Gini Coefficient of Consumer Expenditures In Botswana. *Development Southern Africa*, 38(4), 622–642. <https://doi.org/10.1080/0376835X.2021.1912587>
- Muanda, C., Goldin, J., & Haldenwang, R. (2020). Factors and Impacts of Informal Settlements Residents' Sanitation Practices on Access and Sustainability of Sanitation Services in the Policy Context of Free Basic Sanitation. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development*, 10(2), 238–248. <https://doi.org/10.2166/washdev.2020.123>
- O'Neill, B. C., Jiang, L., KC, S., Fuchs, R., Pachauri, S., Laidlaw, E. K., Zhang, T., Zhou, W., & Ren, X. (2020). The Effect of Education on Determinants of Climate Change Risks. *Nature Sustainability*, 3(7), 520–528. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0512-y>
- Oron, G., Campos, C., Gillerman, L., & Salgot, M. (1999). Wastewater Treatment, Renovation and Reuse for Agricultural Irrigation in Small Communities. *Agricultural Water Management*, 38(3), 223–234. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-3774\(98\)00066-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-3774(98)00066-3)
- Paterson, C., Mara, D., & Curtis, T. (2007). Pro-Poor Sanitation Technologies. *Geoforum*, 38(5), 901–907. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.08.006>
- Paul, B., Jean Simon, D., Kiragu, A., Génés, W., & Emmanuel, E. (2022). Socio-Economic and Demographic Factors Influencing Open Defecation in Haiti: A Cross-Sectional Study. *BMC Public Health*, 22(1), 2156. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14619-2>
- Penakalapati, G., Swarthout, J., Delahoy, M. J., McAilley, L., Wodnik, B., Levy, K., & Freeman, M. C. (2017). Exposure to Animal Feces and Human Health: A Systematic Review and Proposed Research Priorities. *Environmental Science & Technology*, 51(20), 11537–11552. <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02811>
- Putra, C. M. M. (2018). The Physical And Microbiological Quality Of Clean Water in Nanas Sub Village Kediri District Post Natural Phenomena Sinking Wells. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 10(4), 36–367. <https://doi.org/10.20473/jkl.v10i4.2018.36-367>
- Putra, G. R., Ridhosari, B., Sofiyah, E. S., Zahra, N. L., Sarwono, A., & Suryawan, I. W. K. (2022). Domestic Wastewater Disinfection Planning for Constructed Wetland Treatment Effluent. *Journal of Engineering and Scientific Research*, 4(2 SE-Articles), 88–93. <https://doi.org/10.23960/jesr.v4i2.104>
- Rahmalia, I., Hilmi, F. M., Septiariva, I. Y., Aryanto, R. T. B., Handayani, S. D., Priutama, Y. E., Sarwono, A., & Suryawan, I. W. K. (2021). Planning for Small-Scale Business (USK) Batik Wastewater Treatment Plant X Yogyakarta. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan; Vol 18, No 3 (2021): November 2021* DO - 10.14710/Presipitasi.V18i3.464-475 . <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/presipitasi/article/view/41472>
- Rasul, G., Nepal, A. K., Hussain, A., Maharjan, A., Joshi, S., Lama, A., Gurung, P., Ahmad, F., Mishra, A., & Sharma, E. (2021). Socio-Economic Implications of COVID-19 Pandemic in South Asia: Emerging Risks and Growing Challenges. *Frontiers in Sociology*, 6. <https://www.frontiersin.org/journals/sociology/articles/10.3389/fsoc.2021.629693>
- Roitman, S., & Recio, R. B. (2020). Understanding Indonesia's Gated Communities and Their Relationship with Inequality. *Housing Studies*, 35(5), 795–819. <https://doi.org/10.1080/02673037.2019.1636002>
- Sagara, M. R. N., Sari, M. M., Septiariva, I. Y., Wayan, I., & Suryawan, K. (2022). Relationship between Human Development Index and Gross Regional Domestic Product on Sanitation Access in East Java Region in Achieving Sustainable Development Goals. *Jurnal Perencanaan Pembangunan: The Indonesian Journal of Development Planning*. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:252289722>
- Sagara, M. R. N., Suryawan, I. W. K., & Septiariva, I. Y. (2022). Assessment of Water Quality of Bokor River, Surabaya City as an Effort to Support the Sustainability of Fish Pond Business in the Downstream . *Journal of Sustainable Infrastructure*, 1(1 SE-Articles), 8–12.
- Sahoo, K. C., Hulland, K. R. S., Caruso, B. A., Swain, R., Freeman, M. C., Panigrahi, P., & Dreibelbis, R. (2015). Sanitation-Related Psychosocial Stress: A Grounded Theory Study of Women Across the Life-Course in Odisha, India. *Social Science & Medicine* (1982), 139, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2015.06.031>
- Sari, M. M., Septiariva, I. Y., Istanabi, T., Suhardono, S., Sianipar, I. M. J., Tehupeiori, A., & Suryawan, I. W. K. (2023). Comparison of Solid Waste Generation During and Before Pandemic Covid-19 in Indonesia Border Island (Riau Islands Province, Indonesia). *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 24(2), 251–260. <https://doi.org/10.12912/27197050/157170>

- Sarwono, A., Widiantara, M. D., Zahra, N. L., Floresyona, D., Suryawan, I. W. K., Siagian, F. M. H., & Septiariva, I. Y. (2022). Utilization of Black Liquor as Urease Inhibitor for Ammonia Reduction. *Ecological Engineering & Environmental Technology*, 23(2), 213–218. <https://doi.org/10.12912/27197050/146383>
- Satterthwaite, D. (2016). Missing the Millennium Development Goal targets for water and sanitation in Urban Areas. *Environment and Urbanization*, 28(1), 99–118. <https://doi.org/10.1177/0956247816628435>
- Shrestha, A., Sharma, S., Gerold, J., Erismann, S., Sagar, S., Koju, R., Schindler, C., Odermatt, P., Utzinger, J., & Cissé, G. (2017). Water Quality, Sanitation, and Hygiene Conditions in Schools and Households in Dolakha and Ramechhap Districts, Nepal: Results from A Cross-Sectional Survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph14010089>
- Sianipar, I. M. J., Lee, C.-H., Wang, H.-J., Kim, D.-C., & Suryawan, I. W. K. (2024a). Determinant of importance-performance and willingness to participate in Komodo Adaptive Conservation Programs. *Journal for Nature Conservation*, 81, 126697. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jnc.2024.126697>
- Sianipar, I. M. J., Lee, C.-H., Wang, H.-J., Kim, D.-C., & Suryawan, I. W. K. (2024b). Unraveling Factors Influencing Local Willingness to Participate in Sustainable Komodo Conservation and Protected Area Tourism. *Forest and Society*, 8(2 SE-Regular Research Articles), 350–371. <https://doi.org/10.24259/fs.v8i2.32880>
- Sofiyah, E. S., Septiariva, I. Y., & Suryawan, I. W. K. (2021). The Opportunity of Developing Microalgae Cultivation Techniques in Indonesia. *Berita Biologi*, 20(2), 221–233. <https://doi.org/10.14203/beritabiologi.v20i2.4000>
- Stanaway, J. D., Reiner, R. C., Blacker, B. F., Goldberg, E. M., Khalil, I. A., Troeger, C. E., Andrews, J. R., Bhutta, Z. A., Crump, J. A., Im, J., Marks, F., Mintz, E., Park, S. E., Zaidi, A. K. M., Abebe, Z., Abejie, A. N., Adedeji, I. A., Ali, B. A., Amare, A. T., ... Hay, S. I. (2019). The Global Burden of Typhoid and Paratyphoid Fevers: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *The Lancet Infectious Diseases*, 19(4), 369–381. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(18\)30685-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S1473-3099(18)30685-6)
- Strande, L., Ronteltap, M., & Brdjanovic, D. (2014). *Faecal Sludge Management: Systems Approach for Implementation and Operation*. IWA Publishing. <https://doi.org/10.2166/9781780404738>
- Suhardono, S., Lee, C.-H., & Suryawan, I. W. K. (2024). Trends in Citizen Influencing Willingness to Participate in Marine Debris Management and social Well-Being in Bali Metropolitan, Indonesia. *Urban Governance*, 4(4), 362–373. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ugj.2024.12.005>
- Suryawan, I. W. K., Gunawan, V. D., & Lee, C.-H. (2025). The Role of Local Adaptive Capacity in Marine Ecotourism Scenarios. *Tourism Management*, 107, 105039. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tourman.2024.105039>
- Suryawan, I. W. K., & Lee, C.-H. (2023). Citizens' Willingness to Pay for Adaptive Municipal Solid Waste Management Services in Jakarta, Indonesia. *Sustainable Cities and Society*, 97, 104765. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.104765>
- Suryawan, I. W. K., Lim, J.-W., Ramadan, B. S., Septiariva, I. Y., Sari, N. K., Sari, M. M., Zahra, N. L., Qonitan, F. D., & Sarwono, A. (2022). Effect of Sludge Sewage Quality on Heating Value: Case Study in Jakarta, Indonesia. *Desalination and Water Treatment*, 249, 183–190. <https://doi.org/https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28071>
- Suryawan, I. W. K., Rahman, A., Lim, J.-W., & Helmy, Q. (2021). Environmental Impact of Municipal Wastewater Management Based on Analysis of Life Cycle Assessment in Denpasar City. *Desalination and Water Treatment*, 244, 55–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.5004/dwt.2021.27957>
- Suryawan, I. W. K., Rahman, A., Suhardono, S., & Lee, C.-H. (2025). Visitor Willingness to Pay for Decarbonizing Tourism: Supporting a Net-Zero Transition in Nusa Penida, Indonesia. *Energy for Sustainable Development*, 85, 101628. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.esd.2024.101628>
- Sutrisno, A. D., Lee, C.-H., Suhardono, S., & Suryawan, I. W. K. (2024). Evaluating Factors Influencing Community Readiness for Post-Mining Environmental Development Strategies. *Journal of Environmental Management*, 366, 121823. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121823>
- Torondel, B., Sinha, S., Mohanty, J. R., Swain, T., Sahoo, P., Panda, B., Nayak, A., Bara, M., Bilung, B., Cumming, O., Panigrahi, P., & Das, P. (2018). Association Between Unhygienic Menstrual Management Practices and Prevalence of Lower Reproductive Tract Infections: A Hospital-Based Cross-Sectional Study in Odisha, India. *BMC Infectious Diseases*, 18(1), 473. <https://doi.org/10.1186/s12879-018-3384-2>
- Trisnawati, A., & Marsono, D. (2012). Evaluasi Program Sanitasi Berbasis Masyarakat (SANIMAS) di Kota Kediri. *Scientific Conference of Environmental Technology IX*.
- Ummah, M., & Adriyani, R. (2019). Hygiene and Sanitation of Drinking Water Depot and Microbiology Quality of Drinking Water in Ngasem Primary Healthcare Area, Kediri, East Java. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(4), 286–292. <https://doi.org/10.20473/jkl.v11i4.2019.286-292>
- Van Minh, H., & Nguyen-Viet, H. (2011). Economic Aspects of Sanitation in Developing Countries. *Environmental Health Insights*, 5, 63–70. <https://doi.org/10.4137/EHI.S8199>
- Vilar-Compte, M., Burrola-Méndez, S., Lozano-Marrufo, A., Ferré-Eguiluz, I., Flores, D., Gaitán-Rossi, P., Teruel, G., & Pérez-Escamilla, R. (2021). Urban poverty and Nutrition Challenges Associated with Accessibility to a Healthy Diet: A Global Systematic Literature Review. *International Journal for Equity in Health*, 20(1), 40. <https://doi.org/10.1186/s12939-020-01330-0>
- Vogel, J., Steinberger, J. K., O'Neill, D. W., Lamb, W. F., & Krishnakumar, J. (2021). Socio-Economic Conditions for Satisfying Human Needs at Low Energy Use: An International Analysis of Social Provisioning. *Global Environmental Change*, 69, 102287. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102287>
- Vujcic, J., Ram, P. K., Hussain, F., Unicomb, L., Gope, P. S., Abedin, J., Mahmud, Z. H., Islam, M. S., & Luby, S. P. (2014). Toys and Toilets: Cross-Sectional Study Using Children's Toys to Evaluate Environmental Faecal Contamination in Rural Bangladeshi

- Households with Different Sanitation Facilities And Practices. *Tropical Medicine & International Health : TM & IH*, 19(5), 528–536. <https://doi.org/10.1111/tmi.12292>
- Wang, C., Lim, M. K., Zhang, X., Zhao, L., & Lee, P. T.-W. (2020). Railway and Road Infrastructure in the Belt and Road Initiative Countries: Estimating the impact of Transport Infrastructure on Economic Growth. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 134, 288–307. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.02.009>
- Wardana, S. (2012). *Studi Pencapaian Target Stop Buang Air Besar Sembarangan (BABS) Kota Kediri*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Williams, D. S., Máñez Costa, M., Sutherland, C., Celliers, L., & Scheffran, J. (2019). Vulnerability of Informal Settlements in the Context of Rapid Urbanization and Climate Change. *Environment and Urbanization*, 31(1), 157–176. <https://doi.org/10.1177/0956247818819694>
- Yang, B.-C., Lee, C.-H., & Suryawan, I. W. K. (2025). Resilient Socio-Technical Systems for Adaptive Consumer E-Waste Management. *Sustainable Cities and Society*, 118, 106026. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.106026>
- Yue, S., Shen, Y., & Yuan, J. (2019). Sustainable Total Factor Productivity Growth for 55 States: An Application of the New Malmquist Index Considering Ecological Footprint and Human Development Index. *Resources, Conservation and Recycling*, 146, 475–483. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.03.035>