

Dampak Serangan Israel terhadap Kualitas Lingkungan, Air, dan Tanah di Palestina

Annisya Nurul Latif, Mohammad Izdiyan Muttaqin, Indra Arif Firmansyah

SKSG Universitas Indonesia, SIL Universitas Indonesia

e-mail : annisyanurullatif@gmail.com

Abstract

Environmental pollution in areas of armed conflict has become a global issue that has a direct impact on ecosystem sustainability and human welfare. In the context of Palestine, the protracted conflict and Israeli occupation are associated with the degradation of environmental quality, particularly in soil and groundwater. This study examines the impact of armed conflict on environmental degradation and public health in Palestine by placing it within the geopolitical framework of the Israeli–Palestinian conflict. This research uses a qualitative approach based on literature studies and secondary data from international organization reports, scientific publications, and international legal documents. The results of the study showed that damage to water and sanitation infrastructure, military activities, and explosives and weapons residues including indications of the use of white phosphorus contributed to increased soil chemical contamination and decreased groundwater quality. This condition correlates with increased public health risks, especially in vulnerable groups such as children, and exacerbates socio-economic crises and food security. These findings affirm the urgency of integrating environmental restoration into the humanitarian agenda and post-conflict reconstruction, as well as the importance of strengthening environmental protection and accountability mechanisms within the framework of international law.

Keywords: *environmental damage in armed conflict, international humanitarian law, Israeli occupation, soil and water contamination, Palestine*

Abstrak

Pencemaran lingkungan di wilayah konflik bersenjata telah menjadi isu global yang berdampak langsung pada keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan manusia. Dalam konteks Palestina, konflik berkepanjangan dan pendudukan Israel dikaitkan dengan degradasi kualitas lingkungan, khususnya pada tanah dan air tanah. Penelitian ini mengkaji dampak konflik bersenjata terhadap degradasi lingkungan dan kesehatan masyarakat di Palestina dengan menempatkannya dalam kerangka

geopolitik konflik Israel–Palestina. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif berbasis studi literatur dan data sekunder dari laporan organisasi internasional, publikasi ilmiah, dan dokumen hukum internasional. Hasil kajian menunjukkan bahwa kerusakan infrastruktur air dan sanitasi, aktivitas militer, serta residu bahan peledak dan persenjataan termasuk indikasi penggunaan fosfor putih berkontribusi pada peningkatan kontaminasi kimia tanah dan penurunan kualitas air tanah. Kondisi ini berkorelasi dengan meningkatnya risiko kesehatan masyarakat, terutama pada kelompok rentan seperti anak-anak, serta memperburuk krisis sosial-ekonomi dan ketahanan pangan. Temuan ini menegaskan urgensi integrasi pemulihan lingkungan ke dalam agenda kemanusiaan dan rekonstruksi pascakonflik, serta pentingnya penguatan mekanisme perlindungan dan akuntabilitas lingkungan dalam kerangka hukum internasional.

Kata kunci: hukum humaniter internasional, kerusakan lingkungan dalam konflik bersenjata, Palestina, pencemaran tanah dan air, pendudukan Israel

Pendahuluan

Pendudukan Israel di wilayah Palestina telah menyebabkan pembatasan gerak, akses sumber daya, dan pelanggaran hak asasi manusia (Firdaus and Yani, 2020). Kondisi ini menciptakan ketidakstabilan dalam berbagai dimensi kehidupan warga dan menghambat upaya pembangunan berkelanjutan di Palestina. Serangan militer yang berulang kali terjadi telah menyebabkan kerusakan infrastruktur, pemukiman, dan lingkungan. Penggunaan senjata dan bahan peledak meninggalkan jejak pencemaran yang signifikan (Firdaus et al., 2020).

Masalah lingkungan di wilayah konflik telah menjadi perhatian global karena dampaknya yang luas terhadap kesehatan manusia, ekosistem, dan keberlanjutan sumber daya alam (Sudiro et al., 2024). Konflik seringkali menyebabkan degradasi lahan akibat aktivitas militer, pengungsian massal, dan perubahan tata guna lahan (Scheidel et al., 2020). Hal ini berdampak pada penurunan produktivitas tanah dan keanekaragaman hayati. Selain itu, konflik bersenjata juga merusak sistem kesehatan dan infrastruktur, melemahkan program pengendalian penyakit, serta memicu perpindahan penduduk yang meningkatkan kerentanan terhadap risiko kesehatan dan munculnya penyakit menular (Topluoglu et al., 2023)

Pencemaran lingkungan di Palestina akibat konflik bersenjata bukan hanya menciptakan krisis ekologis saat ini, tetapi juga menimbulkan ancaman jangka panjang

terhadap kesehatan masyarakat dan ketahanan lingkungan. Laporan United Nations Environment Programme (UNEP) tahun 2020 mengungkapkan bahwa lebih dari 97% air tanah di Gaza telah terkontaminasi oleh limbah dan air laut, menjadikannya tidak layak untuk dikonsumsi manusia (UNEP, 2020). Krisis ini diperparah oleh hancurnya infrastruktur pengolahan limbah akibat serangan militer, yang menyebabkan sekitar 108.000 meter kubik limbah domestik mengalir ke laut setiap harinya tanpa pengolahan memadai. Tanpa intervensi segera, pencemaran lingkungan akibat perang akan terus memperparah krisis kemanusiaan, merusak ekosistem pesisir, dan menurunkan kualitas hidup generasi mendatang, menjadikannya isu yang sangat mendesak untuk ditangani secara sistematis dan lintas sektoral.

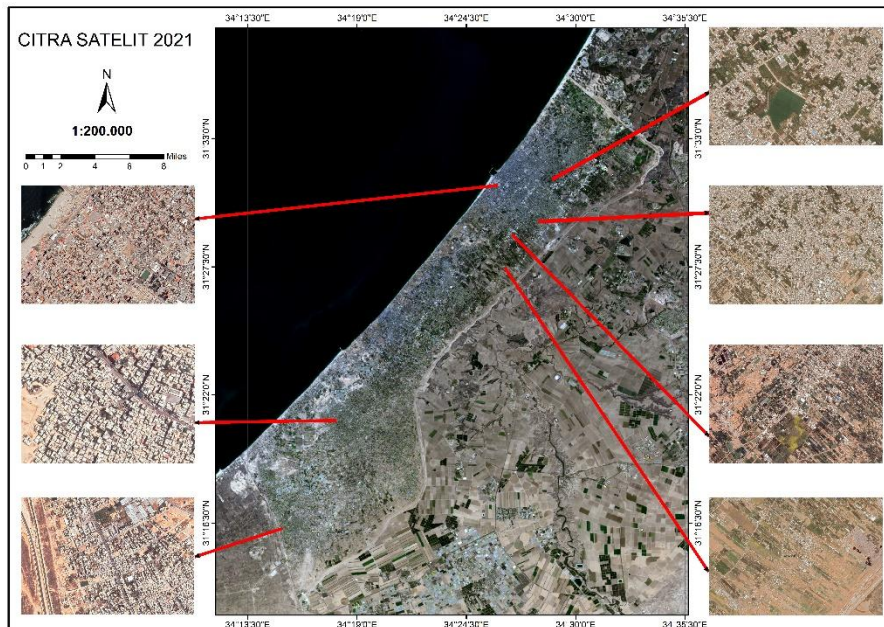
Dalam konteks Palestina, konflik berkepanjangan telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan, termasuk pencemaran air tanah, degradasi kimia tanah, dan berkurangnya daya dukung ekosistem lokal (Pereira et al., 2022). Penggunaan senjata berbasis bahan kimia, seperti bom fosfor putih, memperburuk situasi dengan meninggalkan residu beracun yang memengaruhi tanah dan air secara langsung (Putra et al., 2023). Selain itu, konflik membatasi upaya pengelolaan lingkungan, membuat mitigasi dampak menjadi sulit dilakukan di wilayah yang sudah rentan terhadap kekurangan sumber daya alam.

Sumber air menjadi target dalam konflik, baik sebagai sarana pengendalian maupun sebagai sumber pencemaran (Basem et al., 2010). Penggunaan bahan kimia berbahaya dalam perang dapat mencemari sungai, danau, dan air tanah. Militer seringkali sengaja menargetkan infrastruktur air seperti bendungan, sumur, dan sistem irigasi untuk membatasi pasokan air bagi musuh dan memaksa mereka untuk menyerah. Akibatnya, masyarakat yang tinggal di daerah konflik mengalami kesulitan mendapatkan air bersih untuk konsumsi sehari-hari, pertanian, dan sanitasi, yang berdampak buruk pada kesehatan dan kesejahteraan mereka. Penggunaan senjata dan kendaraan militer, serta pembakaran infrastruktur, menghasilkan emisi gas rumah kaca yang berkontribusi pada perubahan iklim secara global (Tambunan, 2024).

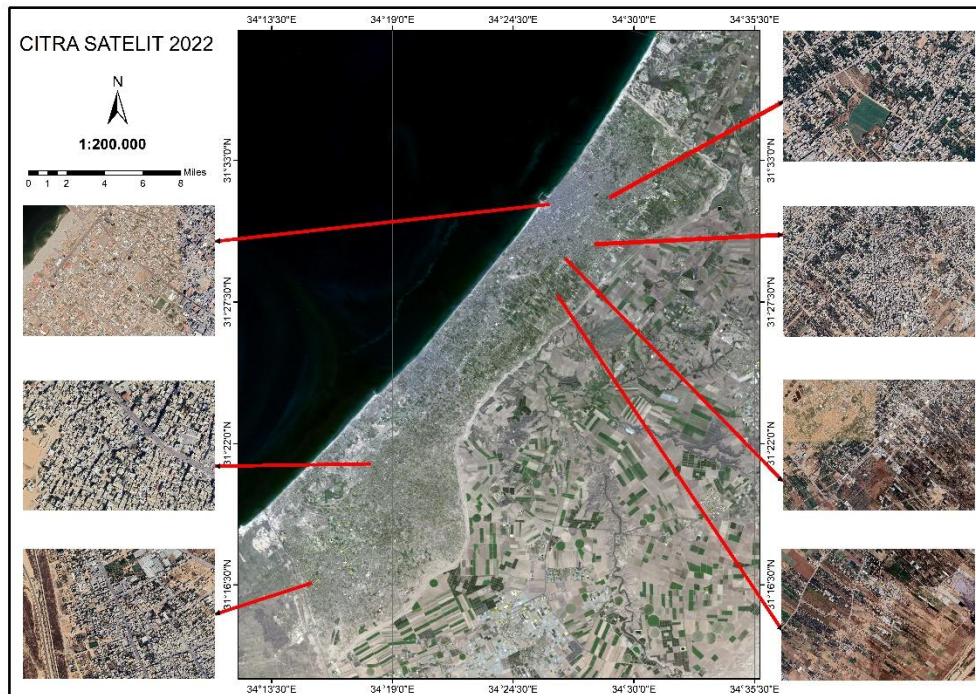
Di Palestina, permasalahan ini diperburuk oleh keterbatasan akses terhadap teknologi pengelolaan lingkungan dan kendala politik yang menghalangi pengelolaan sumber daya alam (Al-Najjar et al., 2021). Air tanah, yang menjadi sumber utama kebutuhan domestik dan pertanian, telah menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi akibat infiltrasi limbah domestik dan peperangan yang tidak kunjung berhenti. Di Gaza, lebih dari 90% sumur air menunjukkan tingkat nitrat melebihi ambang batas aman WHO, sementara di Tepi Barat, akuifer karstik yang rentan terhadap pencemaran mencerminkan dampak buruk dari pembuangan limbah yang tidak terkontrol. Kondisi

ini tidak hanya mengancam kesehatan masyarakat, tetapi juga memperburuk krisis air yang telah lama dihadapi penduduk Palestina (Basem et al., 2010).

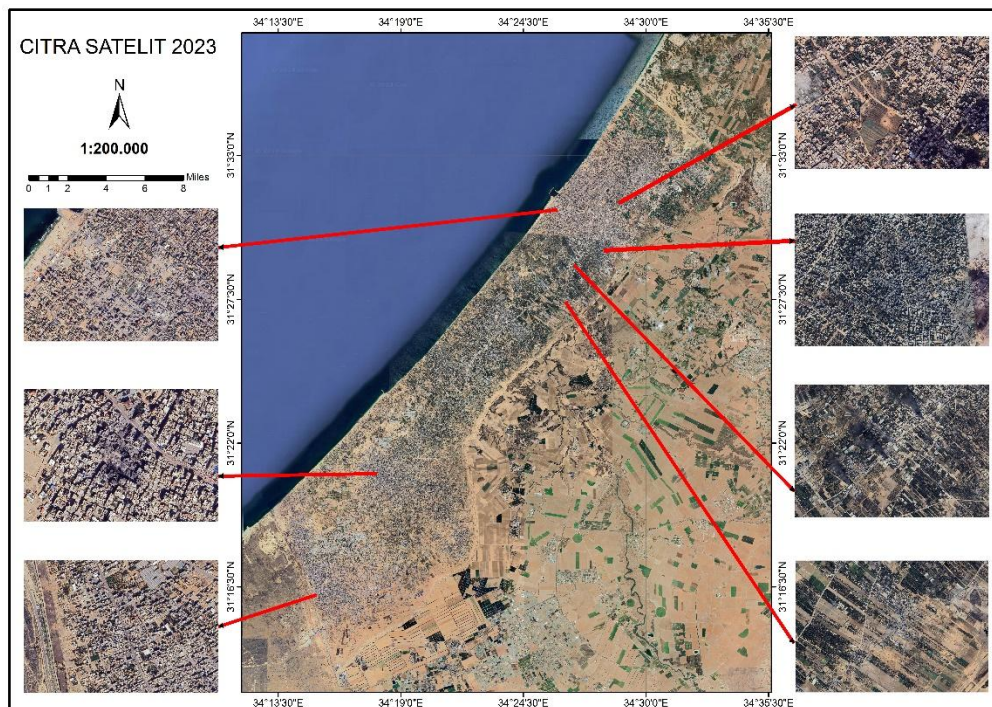
Sebagai penguatan bukti empiris awal, penelitian ini menyertakan analisis visual berbasis citra satelit wilayah Jalur Gaza untuk periode 2021–2023, yang merupakan rentang waktu terakhir di mana data citra resolusi menengah tinggi masih dapat diakses secara terbuka dan konsisten. Citra satelit tersebut digunakan untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan, fragmentasi kawasan terbangun dan pertanian, degradasi vegetasi, serta akumulasi area terdistorsi yang berpotensi berkorelasi dengan aktivitas militer dan kerusakan infrastruktur. Perbandingan spasial antar-tahun menunjukkan kecenderungan penurunan signifikan area hijau, peningkatan area terbangun yang tidak teratur, serta meluasnya zona permukaan tanah terbuka dan puing, yang secara ekologis berimplikasi pada peningkatan erosi, perubahan sifat fisik–kimia tanah, dan kerentanan pencemaran air tanah. Keterbatasan akses terhadap citra satelit pasca-2023 yang terjadi seiring eskalasi konflik menjadikan data periode 2021–2023 sebagai baseline lingkungan terakhir sebelum degradasi masif, sekaligus menegaskan tantangan transparansi data lingkungan di zona konflik aktif. Dengan demikian, citra satelit dalam penelitian ini tidak dimaksudkan sebagai analisis kuantitatif penginderaan jauh, melainkan sebagai bukti visual pendukung yang memperkuat temuan literatur mengenai degradasi lingkungan, perubahan lanskap, dan potensi tekanan ekologis jangka panjang di Gaza.



Gambar 1. Perubahan tutupan lahan dan degradasi vegetasi di Gaza tahun 2021



Gambar 2. Perubahan tutupan lahan dan degradasi vegetasi di Gaza tahun 2022



Gambar 3. Perubahan tutupan lahan dan degradasi vegetasi di Gaza tahun 2023

Penelitian sebelumnya tentang kontaminasi air tanah di Jalur Gaza telah mengidentifikasi beberapa masalah krusial, terutama tingginya kadar nitrat dalam air. Meskipun ada sedikit perbaikan karena peningkatan sistem pembuangan limbah, masalah ini masih persisten di banyak area, terutama akibat limpasan dari aktivitas konflik yang tidak kunjung berhenti (Basem et al., 2010). Eksploitasi air tanah yang berlebihan dalam jangka panjang semakin memperparah situasi, dengan intrusi air laut dan berkurangnya pengisian air tanah secara alami. Selain itu, beberapa penelitian juga menunjukkan risiko kesehatan yang signifikan, khususnya pada bayi, akibat penyakit methemoglobinemia yang terkait dengan kadar nitrat tinggi (Kaslam, 2021).

Berbagai studi sebelumnya telah membahas dampak konflik terhadap pencemaran lingkungan, terutama berkaitan dengan degradasi kualitas tanah dan air di wilayah konflik seperti Palestina. Misalnya, penelitian oleh Ubeid et al. (2018) berfokus pada distribusi logam berat di sedimen muara Wadi Gaza, menunjukkan tingkat pencemaran yang tinggi akibat aktivitas militer dan pembuangan limbah industri. Sementara itu, Basem et al. (2010) dan Mahmoud et al. (2022) menekankan pada penurunan kualitas air tanah di Gaza dan Tepi Barat akibat infiltrasi limbah dan degradasi infrastruktur akibat konflik. Namun, sebagian besar studi tersebut cenderung membahas dampak lingkungan secara sektoral dan belum mengaitkannya secara komprehensif dengan dampak jangka panjang terhadap kesehatan masyarakat serta ketahanan sosial-ekonomi. Penelitian ini hadir untuk mengisi celah tersebut dengan mengadopsi pendekatan kualitatif yang mengintegrasikan analisis kimia tanah dan kualitas air tanah dengan isu-isu kesehatan masyarakat, ketahanan pangan, dan dampak sosial ekonomi jangka panjang, serta pandangan hukum internasional atas kasus ini. Pertanyaan riset yang akan dijawab dalam paper ini adalah bagaimana konflik bersenjata di Palestina memengaruhi perubahan kimia tanah dan kualitas air tanah, termasuk jenis pencemar utama yang muncul serta penyebarannya terhadap keseimbangan ekosistem lokal? Selain itu, bagaimana pencemaran ini meningkatkan risiko kesehatan masyarakat dan apa saja implikasi sosial-ekonominya terhadap kehidupan penduduk serta upaya pembangunan berkelanjutan di wilayah tersebut? Dan terakhir, bagaimana pandangan hukum internasional atas kasus ini?

Riset ini dilakukan dengan metode kualitatif, dimana data-data dikumpulkan melalui studi literatur, mencakup sejarah konflik di wilayah tersebut, tinjauan ilmiah tentang bagaimana konflik berdampak pada kimia tanah dan kualitas air tanah, dan dampak sosial-ekonomi yang dialami bangsa Palestina. Sumber-sumber literatur akan meliputi artikel jurnal, laporan pemerintah, dan publikasi dari organisasi internasional. Literatur yang digunakan dipilih berdasarkan relevansi, periode publikasi (2010–2025), dan kredibilitas sumber, termasuk jurnal yang ditinjau oleh rekan sejawat dan laporan

dari organisasi internasional. Data dianalisis secara tematik untuk mengidentifikasi pola kontaminasi tanah, degradasi air tanah, risiko kesehatan, dan implikasi hukum.

Pencemaran Lingkungan di Zona Konflik

Konflik bersenjata sering kali mengakibatkan kerusakan lingkungan yang parah, termasuk di Palestina. Serangan artileri, roket, dan ranjau darat tidak hanya menghancurkan infrastruktur, tetapi juga mencemari tanah dan air, membinasakan hutan, serta membuat lahan pertanian tidak dapat digunakan. Selain itu, penggunaan senjata kimia dan bahan peledak meninggalkan residu beracun yang meresap ke dalam tanah dan sumber air, memperburuk kualitas lingkungan dan mengancam kesehatan masyarakat setempat (Scheidel et al., 2020). Aktivitas militer di zona konflik juga menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca. Misalnya, dalam 60 hari pertama serangan Israel di Gaza, emisi yang dihasilkan diperkirakan melampaui emisi tahunan dari 20 negara dan wilayah (Karisha, 2024).

Hal ini menunjukkan bahwa operasi militer tidak hanya memiliki dampak langsung terhadap lingkungan lokal, tetapi juga berkontribusi pada masalah lingkungan global seperti perubahan iklim (Zahra et al., 2023). Lebih lanjut, kerusakan infrastruktur pengolahan air dan limbah akibat konflik mengakibatkan pembuangan limbah yang tidak terkontrol ke lingkungan. Kondisi ini menyebabkan pencemaran sumber air bersih dan tanah, yang pada gilirannya meningkatkan risiko penyakit bagi penduduk setempat (Sarhan, 2022). Selain itu, penghancuran hutan dan lahan hijau mengakibatkan hilangnya keanekaragaman hayati dan memperburuk degradasi tanah, sehingga memperpanjang proses pemulihan lingkungan pasca konflik.

Zona konflik merupakan medan perang tidak hanya bagi manusia, tetapi juga bagi lingkungan. Aktivitas militer yang intensif, seperti penggunaan senjata berat, pemboman, dan pergerakan pasukan, seringkali menyebabkan kerusakan lingkungan yang parah (Al-Tamimi et al., 2024). Hutan-hutan ditebang untuk membuka jalur pertempuran, lahan pertanian diubah menjadi medan perang, dan sumber air tercemar oleh limbah kimia dan minyak. Selain itu, penghancuran infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan sistem irigasi juga mengganggu keseimbangan ekosistem dan memperparah dampak kerusakan lingkungan.

Konflik bersenjata juga memicu pengabaian terhadap pengelolaan lingkungan. Dalam situasi darurat, perlindungan lingkungan seringkali menjadi prioritas terakhir. Akibatnya, limbah berbahaya dari aktivitas militer, seperti bahan peledak yang tidak meledak dan bahan kimia beracun, dibiarkan begitu saja di lingkungan. Limbah-limbah

ini dapat mencemari tanah, air, dan udara, serta mengancam kesehatan manusia dan ekosistem selama bertahun-tahun bahkan berpuluh tahun setelah konflik berakhir. Selain itu, konflik juga dapat memicu migrasi massal penduduk, yang dapat meningkatkan tekanan pada sumber daya alam di daerah pengungsian dan memperparah masalah lingkungan (Pereira et al., 2022).

Jenis-Jenis Pencemaran Lingkungan Akibat Konflik

Berikut ini di antara bentuk pencemaran lingkungan akibat konflik.

a. Sampah Padat

Sampah padat antara lain limbah domestik dari penduduk yang terlantarkan, serta sisa-sisa perang seperti peralatan militer yang rusak dan amunisi yang tidak meledak. Tumpukan sampah ini tidak hanya merusak pemandangan, tetapi juga mencemari tanah dan air. Proses dekomposisi sampah menghasilkan cairan lindi yang mengandung berbagai bahan kimia berbahaya, yang dapat meresap ke dalam tanah dan mencemari sumber air bawah tanah. Selain itu, sampah plastik yang tidak dapat terurai secara alami dapat bertahan dalam waktu yang sangat lama dan mengancam kehidupan satwa liar (Ferronato and Torretta, 2019).

b. Polutan Kimia

Penggunaan senjata kimia, bahan peledak, dan amunisi konvensional menghasilkan berbagai jenis residu kimia beracun. Nitrat, misalnya, sering ditemukan dalam pupuk dan bahan peledak, dan dapat menyebabkan eutrofikasi pada perairan, yaitu pertumbuhan alga yang berlebihan yang mengonsumsi oksigen terlarut dan membunuh kehidupan akuatik. Logam berat seperti timbal, merkuri, dan kadmium juga merupakan polutan yang sangat berbahaya, karena dapat terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup dan menyebabkan berbagai penyakit (Dewata and Danhas, 2023).

c. Bahan Radioaktif

Bahan radioaktif menjadi masalah khusus dalam konflik yang melibatkan senjata nuklir atau bahan radioaktif lainnya. Penggunaan senjata berbasis uranium terdepleksi, misalnya, dapat meninggalkan jejak kontaminasi radioaktif yang sangat sulit dibersihkan. Radiasi dari bahan radioaktif dapat menyebabkan kerusakan genetik, kanker, dan berbagai penyakit lainnya. Selain itu, kontaminasi radioaktif dapat mencemari tanah, air, dan udara dalam jangka waktu yang sangat lama, sehingga membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan selama beberapa generasi (Albakhit, 2022).

Ketiga polutan di atas dapat mengakibatkan pencemaran air dan udara. Limbah kimia dari pabrik amunisi, pembuangan langsung bahan berbahaya ke sungai atau danau, serta kerusakan infrastruktur air bersih akibat perang dapat menyebabkan pencemaran air dalam skala besar. Air yang tercemar tidak hanya tidak layak untuk dikonsumsi, tetapi juga dapat merusak ekosistem perairan dan mengancam keanekaragaman hayati (Al-Najjar et al., 2021). Pembakaran bahan bakar fosil untuk mengoperasikan kendaraan militer, pembakaran limbah, dan ledakan bom menghasilkan berbagai jenis polutan udara, seperti karbon monoksida, sulfur dioksida, dan partikular. Polutan udara ini tidak hanya menyebabkan masalah pernapasan pada manusia, tetapi juga berkontribusi pada perubahan iklim dan kerusakan lapisan ozon. Selain itu, asap dan debu yang dihasilkan oleh perang dapat mengurangi visibilitas dan mengganggu aktivitas penerbangan (Syailendra, 2023).

Pencemaran Lingkungan di Palestina

Palestina, sebuah wilayah yang telah lama dilanda konflik, menghadapi permasalahan lingkungan yang sangat kompleks dan mendesak. Konflik berkepanjangan telah menyebabkan kerusakan lingkungan yang meluas, mengancam keberlangsungan hidup penduduk dan ekosistem setempat. Studi-studi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pencemaran tanah dan air menjadi salah satu masalah lingkungan paling serius di Palestina (Dewata and Danhas, 2023).

Sumber-sumber pencemaran di Palestina sangat beragam dan saling terkait. Aktivitas militer, seperti penggunaan amunisi dan bahan peledak, menjadi salah satu kontributor utama pencemaran. Limbah kimia dari amunisi yang tidak meledak, logam berat, dan bahan radioaktif mencemari tanah dan air, mengancam kesehatan manusia dan ekosistem. Selain itu, pembuangan limbah industri dan domestik secara sembarangan juga menjadi sumber pencemaran yang signifikan. Industri-industri yang beroperasi di Palestina, terutama industri tekstil dan makanan, seringkali membuang limbah cairnya langsung ke sungai atau saluran air tanpa pengolahan terlebih dahulu (Kaslam, 2021).

Sejak awal konflik, aktivitas militer intensif telah menjadi penyebab utama degradasi lingkungan di Palestina. Penggunaan senjata berat, pemboman, dan pembangunan infrastruktur militer telah mengubah lanskap fisik wilayah ini. Lahan pertanian diubah menjadi pangkalan militer, dan sumber air tercemar oleh limbah kimia dari amunisi. Selain itu, kebijakan perencanaan tata ruang yang diskriminatif, seperti pembangunan permukiman Yahudi di Tepi Barat, telah menyebabkan fragmentasi lahan dan pengurangan akses masyarakat Palestina terhadap sumber daya

alam (Jabir et al., 2024).

Wilayah Palestina yang diakui PBB terbagi dalam tiga area, yaitu Gaza, Tepi Barat, dan Yerusalem Timur. Di tiga wilayah ini terjadi konflik yang diakibatkan oleh pendudukan Israel, namun bentuk dan intensitasnya berbeda. Amnesty International (2024) melaporkan bahwa Otoritas Israel telah membangun dan mempertahankan sebuah sistem penindasan yang terstruktur untuk mengendalikan masyarakat Palestina. Sistem ini berjalan melalui empat strategi utama: memecah wilayah Palestina ke dalam zona-zona kontrol, merampas tanah dan properti, menerapkan segregasi dan dominasi, serta membatasi hak-hak ekonomi dan sosial. Melalui perampasan tanah dan pengusiran paksa, Israel memaksa warga Palestina meninggalkan rumah dan lahan mereka. Warga Palestina menghadapi pembatasan dalam mengakses lahan pertanian, air, gas, minyak, dan sumber daya alam lainnya, termasuk pelayanan kesehatan, pendidikan, dan layanan dasar.

Di Tepi Barat, terjadi pencemaran lingkungan sebagai akibat langsung dari pendudukan dan aktivitas militer maupun pemukiman Israel. Kawasan industri yang dibangun di dalam atau dekat permukiman Israel sering membuang limbah kimia dan logam berat seperti kromium dan timbal ke tanah pertanian Palestina karena aturan lingkungan yang lebih longgar, sehingga merusak kualitas tanah dan mencemari tanaman (NRC, 2024; IMEU, 2022). Selain itu, sisa-sisa aktivitas militer seperti pecahan peluru, fosfor putih, dan residu bahan peledak menumpuk di tanah dan berpotensi masuk ke rantai makanan (UNEP, 2020). Di sektor air, keterbatasan infrastruktur sanitasi akibat pembatasan Israel membuat limbah domestik dan industri yang tidak diolah mengalir ke sungai, waduk, serta akuifer karstik—sumber utama air Tepi Barat—yang sangat rentan terhadap pencemaran (Zohud et al., 2022).

Di Gaza, situasinya lebih buruk lagi karena Gaza secara berkala menjadi korban pengeboman masif oleh Israel. Akibat kampanye militer yang dilakukan Israel periode 2023-2025, terjadi keruntuhan infrastruktur pengolahan limbah dan kehancuran jaringan pipa sehingga terjadi krisis air. Krisis air ini memicu lonjakan penyakit menular, termasuk diare akut dan hepatitis A. Sebagian besar vegetasi Gaza juga hancur dan produksi pangan hampir tidak mungkin dilakukan. Sekitar 78% bangunan di Gaza rusak atau hancur, menghasilkan sekitar 61 juta ton puing yang berpotensi tercemar asbestos, limbah industri, atau logam berat jika tidak ditangani dengan benar sejak awal (UNEP, 2025)

Berikut ini penjelasan yang lebih detil tentang pencemaran lingkungan yang terjadi di Palestina.

a. Perubahan pH Tanah

Penggunaan bahan kimia berbahaya dan akumulasi logam berat akibat konflik telah

menyebabkan perubahan pH tanah di Palestina.¹ Tanah dengan pH rendah tidak hanya menghambat pertumbuhan tanaman, tetapi juga mengurangi aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam siklus nutrisi. Kondisi ini memperburuk produktivitas tanah dan membuat banyak lahan tidak lagi layak untuk pertanian (Ubeid et al., 2018). Selain itu, tanah yang bersifat asam meningkatkan kelarutan logam berat, memperbesar risiko kontaminasi air tanah dan mempersulit upaya rehabilitasi lahan yang terkena dampak. Dampak ini tidak hanya terbatas pada pertanian, tetapi juga berpengaruh luas terhadap keanekaragaman hayati dan kualitas lingkungan secara keseluruhan (Rahmi and Biantary, 2014).

b. Perubahan Kandungan Nutrisi pada Tanah

Kontaminasi kimia dari bahan peledak, residu senjata, dan limbah industri telah mengganggu keseimbangan nutrisi dalam tanah. Kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium—elemen penting untuk kesuburan tanah—menjadi sangat berkurang karena proses pencucian akibat bahan kimia beracun (Martanto, 2007). Tanah yang kehilangan nutrisi ini menjadi tidak subur dan memerlukan penggunaan pupuk tambahan dalam jumlah besar untuk mendukung pertanian. Namun, penggunaan pupuk kimia secara berlebihan di bawah kondisi ini justru memperparah kontaminasi dan menciptakan siklus degradasi yang terus-menerus. Ketidakeimbangan nutrisi ini tidak hanya berdampak pada hasil panen, tetapi juga meningkatkan kerentanan masyarakat terhadap krisis pangan di wilayah konflik seperti Palestina (Firdaus and Yani, 2020).

c. Akumulasi Logam Berat dan Bahan Kimia Beracun dalam Tanah

Konflik di Palestina telah menyebabkan akumulasi logam berat dan bahan kimia beracun dalam jumlah yang signifikan di tanah. Logam seperti merkuri, arsenik, dan timbal, yang berasal dari aktivitas militer dan limbah industri, terakumulasi dalam tanah dan menciptakan risiko serius bagi kesehatan manusia dan ekosistem (Magdoff and Foster, 2018). Paparan logam berat ini dapat meracuni tanaman, mencemari rantai makanan, dan meningkatkan risiko penyakit seperti kanker serta gangguan neurologis pada manusia. Selain itu, logam berat yang masuk ke dalam air tanah melalui proses pencucian dapat mencemari sumber air minum, memperburuk krisis air bersih di wilayah tersebut. Upaya untuk mengurangi dampak ini membutuhkan pendekatan jangka panjang yang mencakup pemulihan lahan, pengendalian limbah, dan pengelolaan lingkungan yang terpadu (Ferronato and Torretta, 2019).

¹ pH tanah adalah ukuran tingkat keasaman atau kebasaan tanah yang menunjukkan konsentrasi ion hydrogen. Skala pH berkisar dari 0 hingga 14, di mana pH 7 bersifat netral, di bawah 7 bersifat asam, dan di atas 7 bersifat basa.

Pencemaran air tanah di Palestina semakin parah akibat masuknya nitrat, pestisida, dan logam berat yang berasal dari aktivitas pertanian dan limbah industri. Nitrat yang dihasilkan dari penggunaan pupuk kimia berlebih cenderung meresap ke dalam lapisan tanah dan mencemari air tanah, meningkatkan risiko kesehatan seperti kanker dan gangguan reproduksi pada penduduk yang menggunakan air ini untuk minum atau irigasi. Pestisida juga berkontribusi pada akumulasi senyawa kimia berbahaya yang tidak hanya mengancam kesehatan manusia, tetapi juga mengganggu ekosistem lokal. Selain itu, logam berat seperti timbal dan kadmium yang dihasilkan dari aktivitas industri dan militer memperburuk pencemaran air tanah, menciptakan risiko jangka panjang bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan (Ubeid et al., 2018).

d. Penggaraman Air Tanah

Intrusi air laut ke dalam akuifer air tawar menjadi masalah serius akibat penggunaan air tanah yang berlebihan di Palestina, terutama selama konflik. Aktivitas pemompaan air tanah yang tidak terkontrol telah menurunkan muka air tanah secara signifikan, memungkinkan air laut masuk dan mencemari akuifer dengan salinitas tinggi. Air tanah yang mengandung garam berlebih tidak hanya menjadi tidak layak untuk dikonsumsi, tetapi juga merusak produktivitas pertanian karena meningkatkan salinitas tanah. Situasi ini diperburuk oleh keterbatasan infrastruktur pengelolaan air bersih di wilayah tersebut, yang menghambat akses masyarakat terhadap air yang layak untuk kebutuhan sehari-hari dan pertanian (Bawwab et al., 2022).

e. Penipisan Sumber Daya Air Tanah

Pemompaan air tanah yang berlebihan selama konflik berkepanjangan telah menyebabkan penurunan cadangan air yang mengkhawatirkan. Dalam situasi konflik, akses terhadap sumber air permukaan seringkali terbatas atau dihancurkan, sehingga masyarakat bergantung sepenuhnya pada air tanah. Akibatnya, eksploitasi air tanah menjadi tidak terkendali, mempercepat penipisan sumber daya yang sudah terbatas akibat tekanan perubahan iklim. Penurunan cadangan air ini tidak hanya memengaruhi ketersediaan air untuk kebutuhan domestik dan pertanian, tetapi juga menimbulkan masalah lingkungan seperti penurunan muka tanah dan kerusakan ekosistem. Kombinasi antara pencemaran dan eksploitasi berlebihan menciptakan krisis air yang serius, yang memerlukan solusi mendesak melalui pengelolaan air yang lebih berkelanjutan dan adil (Basem et al., 2010).

f. Penggunaan Fosfor Putih

Pada Oktober 2024, Palestina menyerahkan bukti penggunaan fosfor putih oleh Israel ke Mahkamah Pidana Internasional (ICC), termasuk foto-foto satelit, rekaman video, serta laporan medis yang menunjukkan dampak langsung dari senjata tersebut

pada warga sipil dan lingkungan di Gaza. Hal ini bertujuan untuk menuntut pertanggungjawaban atas dugaan pelanggaran hukum internasional dalam konflik yang berlangsung di wilayah Gaza. Pada beberapa pertempuran di Gaza, pihak Israel dilaporkan menggunakan bom fosfor putih yang dapat menyebarkan api besar dan menghasilkan asap beracun. Tindakan ini menjadi perhatian internasional karena penggunaan senjata tersebut di area padat penduduk sangat berbahaya dan berpotensi melanggar hukum internasional yang melarang penggunaan senjata yang menyebabkan penderitaan berlebihan terhadap warga sipil. Palestina menilai bahwa penggunaan fosfor putih ini telah melanggar hukum kemanusiaan internasional, khususnya yang berkaitan dengan perlindungan terhadap warga sipil (Fallen et al., 2024).

Penggunaan fosfor putih dalam konflik dapat menyebabkan kerusakan besar terhadap lingkungan. Ketika bom fosfor putih meledak, zat tersebut terbakar dengan suhu yang sangat tinggi, mencemari tanah dan air di sekitarnya. Fosfor putih yang terbakar dapat meresap ke dalam tanah, mengubah komposisi kimia tanah, dan menurunkan kesuburan tanah yang akhirnya mengganggu produksi pertanian yang penting bagi penduduk Palestina (MacLeod and Rogers, 2007). Fosfor putih yang terbakar akan meninggalkan residu kimia yang sangat reaktif. Ketika fosfor putih jatuh ke tanah dan terbakar, ia akan menghasilkan senyawa fosfor yang dapat meresap ke dalam tanah. Akibatnya, kualitas tanah akan menurun dalam beberapa cara.

Pertama, senyawa fosfor yang tertinggal dapat meningkat secara signifikan dalam tanah. Kadar fosfor yang tinggi dapat mengubah pH tanah dan mempengaruhi keseimbangan nutrisi, mengurangi kemampuan tanah untuk mendukung kehidupan tanaman (Khafaei et al., 2024). Kedua, pada kondisi yang parah, konsentrasi residu fosfor di tanah bisa mencapai level yang sangat berbahaya, misalnya lebih dari 1000 mg/kg, yang jauh melebihi ambang batas aman untuk pertanian dan ekosistem alami. Fosfor yang tertinggal dalam tanah dapat bertahan dalam jangka panjang, menyebabkan kerusakan tanah yang bersifat permanen. Ketiga, peningkatan kadar fosfor ini dapat mengurangi kesuburan tanah secara drastis. Tanaman yang terpapar tanah yang tercemar fosfor putih akan kesulitan tumbuh dan berkembang, bahkan bisa mati. Ini berdampak pada ketahanan pangan dan menyebabkan kelangkaan bahan makanan. Selain itu, fosfor putih berpotensi meracuni mikroorganisme tanah dan penurunan jumlah mikroba tanah dapat mengganggu proses dekomposisi alami dan penyerapan nutrisi oleh tanaman (Dardona et al., 2024).

Dampak Pencemaran Lingkungan terhadap Kondisi Kesehatan dan Sosial Ekonomi Warga Palestina

Pencemaran tanah dan air di Palestina telah menciptakan implikasi yang serius terhadap kesehatan masyarakat dan stabilitas sosial-ekonomi di wilayah tersebut. Berikut ini penjelasan sebagian dari dampak pencemaran lingkungan di Palestina.

1. Dampak Kesehatan Akibat Paparan Tanah dan Air yang Terkontaminasi

Paparan bahan kimia berbahaya dari senjata yang digunakan Israel telah menciptakan ancaman kesehatan yang serius bagi masyarakat Palestina. Residu beracun dari senjata ini terakumulasi di tanah dan air, meningkatkan prevalensi penyakit seperti kanker. Kontaminasi tanah oleh logam berat seperti timbal dan kadmium memengaruhi kualitas air tanah, yang menjadi sumber utama air minum. Selain kanker, gangguan pernapasan kronis menjadi masalah kesehatan yang umum akibat polusi udara dari ledakan dan pembakaran bahan kimia. Anak-anak adalah kelompok yang paling rentan terhadap dampak ini, dengan gangguan neurologis yang sering kali muncul akibat paparan jangka panjang terhadap logam berat. Sementara itu, pestisida dan bahan kimia beracun lainnya yang mencemari tanah berkontribusi pada komplikasi kesehatan reproduksi, termasuk infertilitas dan komplikasi selama kehamilan, yang memperburuk kondisi kesehatan masyarakat secara keseluruhan (Abuzerr et al., 2019).

2. Dampak pada Pertanian dan Keamanan Pangan

Pencemaran tanah dan air secara langsung memengaruhi sektor pertanian, yang merupakan sumber utama mata pencaharian bagi banyak penduduk Palestina. Penurunan kesuburan tanah akibat kontaminasi kimia dan akumulasi logam berat telah mengurangi hasil panen secara signifikan, memperburuk ketahanan pangan di wilayah yang sudah tertekan oleh konflik berkepanjangan. Pencemaran air tanah yang digunakan untuk irigasi juga memengaruhi kualitas dan kuantitas produksi pertanian, menciptakan krisis pangan yang mengancam keberlanjutan hidup masyarakat lokal. Ketergantungan pada bahan makanan impor sebagai dampak dari menurunnya produktivitas lokal semakin membebani ekonomi masyarakat, membuat mereka semakin rentan terhadap kemiskinan dan kelaparan (Sarhan, 2022).

Sejak Oktober 2023, Tepi Barat memasuki fase perampasan tanah yang semakin sistematis, dimana rumah dan bangunan dihancurkan melalui prosedur birokratis, kekerasan pemukim berlangsung dengan perlindungan militer penuh, dan akses warga Palestina terhadap air, padang rumput, serta mobilitas dipersempit. Israel menguasai sekitar 85% sumber air Tepi Barat dan melarang warga Palestina mengebor atau memperbaiki sumur, membuat produktivitas pertanian Palestina menurun drastis,

sementara permukiman pertanian Israel di sekitar wilayah itu justru berkembang pesat dengan akses air dan infrastruktur tanpa batas. Di daerah seperti Wadi al-Seeq dan Khan al-Ahmar, komunitas Badui dan desa-desa kecil menghadapi serangan terencana berupa pembakaran tanaman, peracunan sumur, pencurian ternak, dan blokade pergerakan (Saif, 2025). Praktik peracunan ini bukan hal baru. Amnesty International sejak 2005 sudah mencatat penyebaran bahan kimia beracun di ladang-ladang wilayah Hebron, yang menewaskan hewan ternak dan mencemari lingkungan. Analisis ilmiah menemukan dua jenis racun tikus salah satunya bahkan dilarang di Israel yang disebar untuk merusak mata pencaharian para petani Palestina (BBC, 2005).

Di Gaza, sejak dimulainya serangan Israel pada 7 Oktober 2023, kondisi ketahanan pangan semakin buruk, bahkan sudah masuk ke tahap kelaparan (*famine*). Sebelum Oktober 2023, kondisi kerawanan pangan di Gaza sudah buruk. Pada tahun 2022, 64,3% warga Gaza sudah diklasifikasikan sebagai rawan pangan sedang atau berat, dan 77% warga melaporkan bahwa semua anggota keluarga mereka telah mengurangi jumlah makanan yang mereka konsumsi per hari (Lipkind, 2024). Laporan dari Yale University pada awal 2025 menyebutkan bahwa perang telah memutus pasokan air dan melumpuhkan fasilitas pengolahan limbah di Gaza. Akibatnya, limbah mentah mengalir bebas ke daratan, mencemari Laut Mediterania serta cadangan air tanah yang sangat dibutuhkan untuk irigasi. Lebih dari dua pertiga lahan pertanian termasuk sumur dan rumah kaca rusak atau hancur akibat pemboman dan pengerukan militer (Pearce, 2025).

Laporan tersebut juga menunjukkan citra satelit setelah gencatan senjata 19 Januari 2025, terlihat sekitar 80% pepohonan Gaza hilang. Kawasan penting seperti lahan basah, bukit pasir, wilayah pesisir, dan satu-satunya sungai besar, Wadi Gaza, turut mengalami kerusakan parah. UNEP memperingatkan bahwa hilangnya pepohonan, semak, dan tanaman telah merusak struktur tanah secara ekstrem, membuat wilayah yang dulu subur dan kaya biodiversitas ini berisiko mengalami penggurunan permanen (Pearce, 2025). UNEP melaporkan, sebagian besar vegetasi Gaza telah hancur. Sejak 2023, wilayah kantong tersebut telah kehilangan 97 persen tanaman pohon, 95 persen semak belukar, dan 82 persen tanaman tahunan. Produksi pangan dalam skala besar mustahil dilakukan. Sementara itu, lebih dari 500.000 orang di Gaza menghadapi kondisi kelaparan, sementara sekitar 1 juta lainnya mengalami darurat pangan (UNEP, Februari 2025).

3. *Kehilangan Mata Pencaharian dan Perpindahan Penduduk*

Degradasi lingkungan akibat pencemaran tanah dan air telah menyebabkan hilangnya mata pencaharian bagi banyak keluarga Palestina, terutama yang bergantung pada sektor pertanian dan perikanan. Tanah yang tidak lagi subur dan air yang tercemar

membuat banyak petani tidak dapat melanjutkan aktivitas mereka, sementara urbanisasi yang tidak terencana mendorong penghancuran lahan produktif. Krisis ini memaksa banyak penduduk untuk bermigrasi ke daerah lain dalam mencari penghidupan, menciptakan tekanan sosial di wilayah tujuan. Perpindahan paksa akibat krisis lingkungan ini menambah kompleksitas masalah kemanusiaan di Palestina, yang sudah menghadapi tantangan besar akibat konflik dan keterbatasan akses terhadap layanan dasar (Firdaus and Yani, 2020).

4. *Beban Ekonomi pada Sistem Kesehatan dan Infrastruktur*

Peningkatan kasus penyakit akibat pencemaran lingkungan menambah beban pada sistem kesehatan yang sudah terbatas di Palestina. Penyakit seperti kanker, gangguan pernapasan, dan komplikasi kesehatan reproduksi memerlukan perawatan medis yang mahal, yang sulit diakses oleh sebagian besar penduduk. Kondisi ini tidak hanya membebani anggaran rumah tangga tetapi juga menguras sumber daya publik yang digunakan untuk layanan kesehatan. Layanan kesehatan dan rumah sakit di Palestina sudah hampir tidak ada (Ibrahim and Neyla, 2024).

Selain itu, upaya untuk memulihkan tanah yang tercemar dan menyediakan akses ke air bersih memerlukan investasi besar, yang sulit dicapai dalam situasi konflik berkepanjangan. Kombinasi dari masalah kesehatan, kerugian ekonomi, dan degradasi lingkungan menciptakan siklus krisis yang semakin sulit untuk dipecahkan tanpa intervensi internasional yang signifikan dan berkelanjutan.

5. *Dampak Kesehatan Akibat Bom Fosfor Putih*

Penggunaan fosfor putih menimbulkan ancaman serius terhadap kesehatan manusia. Partikel-partikel fosfor yang terbakar dapat menyebabkan luka bakar parah pada kulit, serta mengiritasi saluran pernapasan dan mata (Putra et al., 2023). Berbagai temuan berbasis verifikasi video dan kesaksian menunjukkan indikasi penggunaan fosfor putih di Gaza dan Lebanon yang menurut Human Rights Watch menimbulkan risiko luka bakar serius dan dampak jangka panjang pada warga sipil, terutama ketika digunakan melalui *airburst* di area padat penduduk (Human Rights Watch, 2023).

Pandangan Hukum Internasional atas Kasus Pencemaran Lingkungan di Palestina

Hukum internasional telah mengakui pentingnya perlindungan lingkungan dalam situasi konflik bersenjata. Dalam perspektif hukum internasional, kerusakan lingkungan yang terjadi di wilayah pendudukan Palestina—baik di Gaza maupun Tepi Barat—dapat dikategorikan sebagai pelanggaran serius terhadap hukum humaniter internasional dan

hak asasi manusia. Additional Protocol I tahun 1977 dengan jelas melarang tindakan militer yang menyebabkan “kerusakan luas, jangka panjang, dan berat” terhadap lingkungan (Pasal 35(3) dan 55), sementara Konvensi Jenewa IV menegaskan kewajiban kekuatan pendudukan untuk melindungi infrastruktur vital yang menunjang kehidupan sipil, termasuk air, lahan pangan, dan fasilitas sanitasi.

Berbagai laporan PBB menunjukkan bahwa serangan dan pembatasan Israel telah menghancurkan sistem air dan sanitasi, mencemari akuifer pesisir, merusak lahan pertanian, dan menghasilkan puluhan juta ton puing berbahaya—temuan yang menurut UNEP (2024–2025) menimbulkan risiko degradasi ekologis jangka panjang yang berpotensi permanen. Selain itu, penghancuran sistem produksi pangan dan akses air bersih melanggar hak atas air, pangan, dan standar hidup layak sebagaimana diatur dalam International Covenant on Economic, Social and Cultural Rights (ICESCR). Dalam kerangka Statuta Roma, kondisi ini berpotensi memenuhi unsur kejahatan perang berdasarkan Pasal 8(2)(b)(iv), yang melarang penggunaan metode perang yang menyebabkan kerusakan lingkungan yang tidak proporsional dibanding keuntungan militer.

Banyak pihak, termasuk Special Rapporteur PBB, juga menilai bahwa pola kerusakan ekologis yang meluas dan disengaja ini mendekati kategori *ecocide*, sebuah konsep yang menggambarkan penghancuran sistem pendukung kehidupan ekologis suatu populasi (White 2025). Dengan demikian, berdasarkan norma hukum internasional, Israel tidak hanya gagal memenuhi kewajibannya sebagai kekuatan pendudukan, tetapi juga berpotensi bertanggung jawab atas pelanggaran lingkungan yang bersifat struktural, sistematis, dan berdampak jangka panjang terhadap penduduk sipil Palestina.

Namun, implementasi dan penegakan hukum internasional di bidang lingkungan dalam konteks konflik seringkali menghadapi berbagai kendala. Salah satu kendala utama adalah kesulitan dalam membuktikan pelanggaran terhadap hukum internasional di tengah kekacauan konflik. Selain itu, prioritas utama dalam situasi konflik seringkali terfokus pada perlindungan nyawa manusia dan properti, sehingga perlindungan lingkungan seringkali terabaikan. Di zona konflik yang berkepanjangan seperti Palestina, tantangan dalam menegakkan hukum lingkungan semakin kompleks. Okupasi militer, pembatasan akses terhadap sumber daya alam, dan pembangunan permukiman ilegal oleh pihak pendudukan telah menyebabkan degradasi lingkungan yang serius. Meskipun terdapat sejumlah resolusi Dewan Keamanan PBB yang mengutuk tindakan-tindakan yang merusak lingkungan di Palestina, namun efektivitasnya sangat terbatas.

Secara umum berbagai resolusi yang terkait Palestina sulit diimplementasikan karena adanya ketimpangan struktural dalam Dewan Keamanan PBB. Dominasi negara-negara anggota tetap melalui hak veto memungkinkan kepentingan politik negara kuat menghambat keputusan yang didukung mayoritas komunitas internasional. Dalam banyak kasus, mekanisme ini melemahkan upaya penegakan hukum internasional dan menghalangi akuntabilitas atas pelanggaran yang terjadi. Di sisi lain, ketiadaan instrumen penegakan yang efektif membuat resolusi PBB cenderung bersifat normatif dan deklaratif, tanpa daya paksa yang memadai di tingkat implementasi. Hal ini disebabkan oleh ketidakseimbangan kekuatan antara pihak-pihak yang berkonflik, serta kurangnya mekanisme yang efektif untuk menuntut pertanggungjawaban atas pelanggaran hukum internasional (Akram, 2024)

Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya kolektif dari komunitas internasional. Pertama, perlu adanya peningkatan kesadaran dan pemahaman tentang pentingnya perlindungan lingkungan dalam konflik bersenjata. Kedua, mekanisme pengawasan dan pelaporan pelanggaran hukum lingkungan perlu diperkuat. Ketiga, negara-negara yang terlibat dalam konflik harus bertanggung jawab atas kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh tindakan mereka. Terakhir, mekanisme penyelesaian sengketa lingkungan yang efektif perlu dikembangkan untuk memastikan bahwa para pelaku pelanggaran dapat dimintai pertanggungjawaban.

Simpulan

Penelitian berbasis kajian literatur ini menunjukkan bahwa konflik bersenjata berkepanjangan di Palestina berkontribusi signifikan terhadap perubahan kimia tanah dan penurunan kualitas air tanah. Literatur yang ditinjau mengindikasikan kemunculan serta penyebaran berbagai pencemar utama antara lain residu bahan peledak dan amunisi, logam berat, limpasan limbah domestik dan industri akibat rusaknya sistem sanitasi, nitrat dari kombinasi tekanan pertanian dan kerusakan tata kelola air, serta kontaminan lain yang terkait dengan aktivitas militer. Pencemar tersebut menyebar melalui mekanisme ekologis yang saling terkait: deposisi residu pada permukaan tanah, peresapan (leaching) ke akuifer, aliran permukaan menuju waduk dan pesisir, serta akumulasi pada sedimen dan rantai pangan. Dalam konteks Gaza dan Tepi Barat, kerusakan infrastruktur, pembatasan akses, serta degradasi tata kelola lingkungan mempercepat proses kontaminasi dan memperburuk kerentanan ekosistem lokal.

Kedua, pencemaran tanah dan air yang berulang dan berlapis meningkatkan risiko kesehatan masyarakat sekaligus memunculkan implikasi sosial-ekonomi jangka panjang. Kajian-kajian yang dirujuk mengaitkan paparan kontaminan terutama logam

berat, polutan kimia, dan air yang tercemar dengan meningkatnya risiko penyakit berbasis air, gangguan pernapasan, serta potensi dampak kronis yang memerlukan layanan kesehatan berbiaya tinggi di tengah sistem kesehatan yang rapuh. Dari sisi sosial ekonomi, degradasi lahan dan krisis air mengganggu produktivitas pertanian dan perikanan, menurunkan ketahanan pangan, memperbesar ketergantungan pada pasokan eksternal, serta memperdalam kemiskinan melalui hilangnya mata pencaharian. Dampak gabungan ini memperlihatkan bahwa pencemaran lingkungan di Palestina bukan sekadar konsekuensi ekologis, melainkan faktor struktural yang memperpanjang krisis kemanusiaan dan menghambat pembangunan berkelanjutan.

Ketiga, dari perspektif hukum internasional, temuan-temuan literatur menegaskan bahwa perlindungan lingkungan dan infrastruktur penunjang kehidupan sipil dalam konflik bersenjata memiliki dasar normatif yang kuat dalam hukum humaniter internasional dan rezim hak asasi manusia. Namun, literatur juga menekankan keterbatasan penegakan dan akuntabilitas karena hambatan pembuktian di tengah konflik, ketiadaan mekanisme pemaksaan yang efektif, serta dinamika politik internasional yang sering melemahkan implementasi norma. Karena itu, pemulihan lingkungan di Palestina perlu diposisikan bukan hanya sebagai agenda teknis, tetapi sebagai mandat kebijakan dan tanggung jawab normatif yang menuntut intervensi berbasis bukti, pemulihan layanan dasar air–sanitasi, pemantauan kualitas lingkungan, serta penguatan mekanisme akuntabilitas dan koordinasi lintas aktor pada level lokal, regional, dan internasional.

Berdasarkan temuan penelitian ini, pemulihan lingkungan perlu diposisikan sebagai agenda strategis pascakonflik di Palestina. Environmental monitoring pascakonflik harus dilakukan secara berkelanjutan melalui pemantauan kualitas tanah dan air tanah berbasis indikator kimia dan data spasial untuk mengidentifikasi pencemaran serta mencegah dampak kesehatan jangka panjang. Selain itu, reparasi dan restorasi lingkungan perlu diprioritaskan melalui rehabilitasi lahan tercemar, pemulihan infrastruktur air dan sanitasi, serta pengelolaan puing berbahaya secara aman. Temuan ilmiah mengenai degradasi lingkungan juga perlu diintegrasikan ke dalam mekanisme akuntabilitas internasional berbasis bukti lingkungan guna memperkuat pertanggungjawaban hukum atas kerusakan lingkungan serius dalam konflik bersenjata, termasuk dalam pengembangan diskursus *ecocide* sebagai kejahatan internasional. Pendekatan kebijakan yang terintegrasi ini tidak hanya relevan untuk pemulihan lingkungan Palestina, tetapi juga berkontribusi pada pengembangan kerangka global perlindungan lingkungan dalam konteks konflik berkepanjangan.

Daftar Pustaka

- Abuzerr, S., Nasser, S., Yunesian, M., Yassin, S., Hadi, M., Mahvi, A.H., Nabizadeh, R., Agha, M.A., Sarsour, A., dan Darwish, M. (2019). Microbiological Quality of Drinking Water and Prevalence of Waterborne Diseases in the Gaza Strip, Palestine: A Narrative Review. *Journal of Geoscience and Environment Protection* [online] 7(4), 122–138. Dalam: <https://doi.org/10.4236/gep.2019.74008>
- Akram, S.M. (2024). The failures of the UN in the Israel-Palestine conflict. *Open Global Rights* [online]. Dalam: <https://www.openglobalrights.org/failures-un-israel-palestine-conflict> [Diakses 30 Oktober 2024].
- Albakhit, A. (2022). Ukraine conflict environmental briefing: Nuclear and radiation risks. [online] CE OBS. Dalam: <https://ceobs.org/ukraine-invasion-environmental-brief-nuclear-and-radiation-risks/> [Diakses 12 Oktober 2024].
- Al-Najjar, H., Ceribasi, G., Dogan, E., Qahman, K., Abualtayef, M., Ceyhunlu, A.I. (2021). Statistical modeling of spatial and temporal vulnerability of groundwater level in the Gaza Strip (Palestine). *H2Open Journal* [online] 4(1), 352–365. <https://doi.org/10.2166/h2oj.2021.120> [Diakses 10 Oktober 2024]
- Al-Tamimi, W., Ghanem, M., Bouhalila, R., (2024). Environmental Assessment in Wadi AL-Samen Catchment—Hebron/Palestine. Dalam: Ksibi, M., Negm, A., Hentati, O., Ghorbal, A., Sousa, A., Rodrigo-Comino, J., Panda, S., Lopes Velho, J., El-Kenawy, A.M., Perilli, N. ed., *Recent Advances in Environmental Science from the Euro-Mediterranean and Surrounding Regions* Ed.3. Switzerland: Springer Nature, Cham, pp. 355–357. https://doi.org/10.1007/978-3-031-43922-3_80 [Diakses 10 November 2024]
- Basem, S., Sami Abu, F., Alfred, Y. (2010). Assessment of Groundwater Quality in the Gaza Strip, Palestine Using GIS Mapping. *Journal of Water Resource and Protection* 2010 [online] 2(2). Dalam: <https://doi.org/10.4236/jwarp.2010.22011>. [Diakses 10 November 2024]
- Bawwab, M., Qutob, A., Khatib, M.A., Malassa, H., Shawahna, A., Qutob, M. (2022). Evaluation of Heavy Metal Concentrations in Soil and Edible Vegetables Grown in Compost from Unknown Sources in Al-Jiftlik, Palestine. *Journal of Environmental Protection* [online] 13(1), 112–125. Dalam: <https://doi.org/10.4236/jep.2022.131007> [Diakses 10 November 2024]

- BBC. (2005). Amnesty: West Bank farms poisoned. [online] dalam: http://news.bbc.co.uk/2/hi/middle_east/4482211.stm [Diakses 5 Agustus 2024]
- Dardona, Z., Amane, M., Dardona, A., Boussaa, S. (2024). Health and environmental impacts of Gaza conflict (2023-2024): A review. *One Health Bulletin* [online] 5(1), 1-12. Dalam: https://doi.org/10.4103/ohbl.ohbl_42_24 [Diakses 10 November 2024]
- Dewata, I., Danhas, Y.H. (2023). *Pencemaran Lingkungan*. Depok: Rajawali Pers.
- Fallen, A.C., Anwar, A., dan Tuhulele, P. (2024). Konsepsi Pengaturan Fosfor Putih Dalam Konflik Bersenjata. *UNES Law Review* [online] 6, 9086–9095. Dalam: <https://doi.org/10.31933/unesrev.v6i3.1853>. [Diakses 10 November 2024]
- Ferronato, N., Torretta, V. (2019). Waste Mismanagement in Developing Countries: A Review of Global Issues. *IJERPH* [online] 16 (6), 1060. Dalam: <https://doi.org/10.3390/ijerph16061060> [Diakses 15 November 2024]
- Firdaus, A.Y., Yani, Y.M. (2020). Faktor Penghambat Perdamaian Konflik Palestina-Israel. *Populis : Jurnal Sosial dan Humaniora* [online] 5, 104–110. Dalam: <https://doi.org/10.47313/pjsh.v5i1.824> [Diakses 15 November 2024]
- Firdaus, F., Putra, J.S., Saaulia, R., Adnis, S. (2020). Yasser Arafat dan Konflik Palestina-Israel (Tinjauan Sejarah). *Khazanah: Jurnal Sejarah dan Kebudayaan Islam*. [online] 10(1), 1–12. Dalam: <https://doi.org/10.15548/khazanah.v10i1.265>. [Diakses 15 November 2024]
- Ibrahim, M.M., Neyla. (2024). Hambatan Dan Solusi Terkait Perlindungan Hak Anak Di Palestina Dalam Prespektif Hukum Humaniter Internasional. *Sanskara Hukum dan HAM* [online] 3(01), 1-11. Dalam: <https://sj.eastasouth-institute.com/index.php/shh/article/view/429>. [Diakses 12 Oktober 24]
- Human Rights Watch. (2023). Israel: White Phosphorus Used in Gaza, Lebanon. [online] Dalam: <https://www.hrw.org/news/2023/10/12/israel-white-phosphorus-used-gaza-lebanon> [Diakses 12 Oktober 24]
- Institute for Middle East Understanding. (2022). Fact sheet: Israel’s environmental apartheid in Palestine. [online] dalam: <https://imeu.org/resources/fact-sheet-israels-environmental-apartheid-in-palestine> [Diakses 12 Oktober 24]

- Jabir, N.I., Farauqi, M.D.A.A., Paramitha, D.I. (2024). Kegagalan Implementasi Responsibility To Protect (R2P) Dalam Konflik Israel–Palestina. *Innovative: Journal Of Social Science Research* [online] 4, 9545–9560. Dalam: <https://doi.org/10.31004/innovative.v4i5.15518> [Diakses 12 Oktober 24]
- Karisha, R.R.N. (2024). Dampak Tindakan Genosida Oleh Israel Terhadap Kehidupan Di Gaza, Palestina. *Sindoro: Cendikia Pendidikan* [online] 5, 91–100. Dalam: <https://doi.org/10.9644/sindoro.v5i4.4098> [Diakses 12 Oktober 24]
- Kaslam, K. (2021). Dampak Aneksasi Israel Terhadap Eksistensi Negara Palestina (Tinjauan Geografi Politik). *Review of International Relations* [online] 3, 113–128. <https://doi.org/10.24252/rir.v3i2.23527> [Diakses 12 Oktober 24]
- Khafaei, M., Panahi, Y., Abolghasemi, H., Miri, A., Karimi, F., dan Farnoosh, G. (2024). Injuries Caused by White Phosphorus Bombing as a Crisis in Gaza Strip. *Trauma Monthly* [online] 29, 1052–1057. Dalam: <https://doi.org/10.30491/tm.2024.452290.1719> [Diakses 20 Oktober 24]
- MacLeod, I.J., Rogers, A.P.V. (2007). The Use Of White Phosphorus And The Law Of War. *Yearbook of International Humanitarian Law* [online] 10, 75–97. Dalam: <https://doi.org/10.1017/S138913590700075X> [Diakses 20 Oktober 24]
- Lipkind, S. (2024). Gaza's Food Crisis Began Long Before the Israel-Hamas Conflict. *Think Global Health* [online]. Dalam: <https://www.thinkglobalhealth.org/article/gazas-food-crisis-began-long-israel-hamas-conflict> [Diakses 20 Oktober 24]
- Magdoff, F., dan Foster, J.B. (2018). *Lingkungan Hidup dan Kapitalisme: Sebuah Pengantar*. Tangerang Selatan: Marjin Kiri.
- Mahmoud, N., Zayed, O., dan Petrusevski, B. (2022). Groundwater Quality of Drinking Water Wells in the West Bank, Palestine. *Water* [online] 14(3), 377. Dalam: <https://doi.org/10.3390/w14030377> [Diakses 22 Oktober 24]
- Martanto, U. (2007). Perubahan Lingkungan dan Konflik Kekerasan Membaca Papua Melalui Pendekatan Environmental Security. *Jurnal Ilmu Sosial dan Ilmu Politik* [online] 11, 173–192. Dalam: <https://doi.org/10.22146/jsp.10995> [Diakses 25 Oktober 24]

- Pearce, F. (2025). As War Halts, the Environmental Devastation in Gaza Runs Deep. *Yale Environment* 360 [online]. Dalam: <https://e360.yale.edu/features/gaza-war-environment> [Diakses 25 Oktober 24]
- Pereira, P., Bašić, F., Bogunovic, I., dan Barcelo, D. (2022). Russian-Ukrainian war impacts the total environment. *Science of The Total Environment* [online] 837, 155865. Dalam: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155865> [Diakses 25 Oktober 24]
- Putra, R.M., Yulinsa, L., Putra, F.K., Rizqi, M.A., dan Antoni, H. (2023). Pertanggungjawaban Dewan Keamanan PBB Terhadap Penggunaan Bom Fosfor oleh Israel Kepada Palestina Sebagai Suatu Kejahatan Perang. *Jurnal Pendidikan Tambusai* [online] 7, 25031–25040. Dalam: <https://doi.org/10.31004/jptam.v7i3.10583>. [Diakses 15 Juli 2024]
- Rahmi, A., dan Biantary, M.P. (2014). Karakteristik Sifat Kimia Tanah Dan Status Kesuburan Tanah Lahan Pekarangan Dan Lahan Usaha Tani Beberapa Kampung Di Kabupaten Kutai Barat. *ZIRAA'AH MAJALAH ILMIAH PERTANIAN* [online] 39, 30–36. Dalam: <https://doi.org/10.31602/zmip.v39i1.33>. [Diakses 15 Agustus 2024]
- Randles, Simon. (2024). Ripple Effects: exploring the environmental impact of Israeli settlements' wastewater discharge. [online] dalam: <https://www.nrc.no/globalassets/pdf/reports/ripple-effects/exploring-environmental-impact-israeli-settlements-wastewater-discharge.pdf> [Diakses 18 Oktober 2024]
- Saif, Fuad Abu. (2025). Farming Where the World Looks Away | A Note from Palestine. [online] dalam: <https://viacampesina.org/en/2025/04/farming-where-the-world-looks-away-a-note-from-palestine/> pdf [Diakses 18 Oktober 2024]
- Sarhan, S., 2022. Health Perception of the Palestinian Farmers within a water scarcity and water conflict context. *Health Science Master Program Thesis*. [online] Dalam: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1678708/FULLTEXT02> [Diakses 15 Agustus 2024]
- Scheidel, A., Daniela Del Bene a, Juan Liu a b, Grettel Navas a, Sara Mingorría a, Federico Demaria a, Sofía Avila a, Brototi Roy a, Irmak Ertör a c, Leah Temper a d, Joan Martínez-Alier a. (2020). Environmental conflicts and defenders: A global overview. *ScienceDirect*, 63. Dalam:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378020301424>.
[Diakses 12 September 2024].

Sudiro, A., Budi, H.S., Tingginehe, N.E., dan Djaja, R.C. (2024)d. Analisis Dampak dari Konflik Bersenjata Terhadap Kerusakan Lingkungan Hidup. *Jurnal Kewarganegaraan* [online] 8, 815–820. Dalam: <https://doi.org/10.31316/jk.v8i1.6408>. [Diakses 11 Agustus 2024]

Sumeke, Q.G. (2017). Penggunaan Senjata Kimia Dalam Konflik Bersenjata Antar Negara Ditinjau Dari Hukum Humaniter Internasional. *LEX PRIVATUM* [online] 5(6). Dalam: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v2/index.php/lexprivatum/article/view/17321/16863>. [Diakses 15 Agustus 2024]

Syailendra, K. (2023). Pengaruh Pertumbuhan Ekonomi, Pertumbuhan Ekonomi Kuadrat Dan Perdagangan Internasional Terhadap Pencemaran Udara Di Kawasan Barat Indonesia Dan Kawasan Timur Indonesia Periode 2014-2019 (Thesis masters). UNIVERSITAS LAMPUNG.

Tambunan, I. (2024). Instabilitas Politik Korea Selatan-Korea Utara terhadap Kelestarian Lingkungan di Semenanjung Korea (S1). [online] Universitas Kristen Indonesia. Dalam: <https://doi.org/10/7/DaftarPustaka.pdf> [Diakses 15 Oktober 2024]

Topluoglu S, Taylan-Ozkan A, Alp E. (2023). Impact of wars and natural disasters on emerging and re-emerging infectious diseases. *Front Public Health*, 1(11) doi: 10.3389/fpubh.2023.1215929.

Ubeid, K.F., Al-Agha, M.R., dan El-Turk, M.F. (2018). Heavy Metals Distribution and Pollution in the Sediments of the Wadi Gaza Mouth, Eastern Mediterranean Coast, Palestine.

UNEP. (2025). Environmental damage in Gaza Strip harming human health, threatening long-term food and water security - new UNEP report. [online] dalam: <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/environmental-damage-gaza-strip-harming-human-health-threatening> [Diakses 19 Oktober 2025]

United Nations Environment Programme. (2020). State of environment and outlook report for the occupied Palestinian territory. [online] Dalam: <https://www.un.org/unispal/document/state-of-environment-and-outlook->

report-for-the-opt-2020-un-environmental-program-report/ [Diakses 15 Oktober 2024]

White. R. (2025). The Ecocidal Destruction of Palestine. *Criminalogical Encounters*, 7(1). DOI: 10.26395/CE.2025.1.17 [Diakses 15 Oktober 2024]