

# Studi Kajian Dampak Perubahan Tutupan Lahan terhadap Kejadian Banjir di Daerah Aliran Sungai

Muhammad Ridwan<sup>1\*</sup>, Joko Sarjito<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Sekolah Pascasarjana, Universitas Sebelas Maret, Kota Surakarta, Indonesia, 57126

<sup>2</sup>World Wide Fund for Nature (WWF) Indonesia, Jakarta, Indonesia, 12540

Received: September 7, 2024 Published: September 30, 2024

## Abstrak

Laju perubahan tutupan lahan di berbagai wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia telah mempengaruhi pola hidrologi dan meningkatkan frekuensi serta intensitas kejadian banjir. Studi ini bertujuan untuk menganalisis dampak perubahan tutupan lahan terhadap kejadian banjir di Indonesia. Data dari berbagai DAS di Indonesia, diintegrasikan untuk memahami hubungan antara perubahan penggunaan lahan dan risiko banjir melalui analisis sistematis review. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alih fungsi lahan dari hutan dan vegetasi alami ke lahan pertanian, perkebunan, dan urbanisasi meningkatkan aliran permukaan dan mengurangi kapasitas retensi air tanah, sehingga memperbesar risiko banjir. Temuan ini menegaskan pentingnya pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan strategi mitigasi banjir berbasis ekosistem untuk mengurangi dampak negatif perubahan tutupan lahan terhadap kejadian banjir. Rekomendasi kebijakan meliputi pengelolaan DAS dari bagian hulu hingga hilir dengan melalui peningkatan perlindungan kawasan hutan, rehabilitasi lahan terdegradasi, dan implementasi praktik penggunaan lahan yang ramah lingkungan dan manajemen terpadu multisektor.

**Kata kunci:** Perubahan tutupan lahan; Kejadian banjir; Daerah Aliran Sungai; Strategi mitigasi

## PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan ekosistem yang kompleks, terdiri dari komponen fisik, biotik, dan sosial. Menurut Suryadi et al. (2020), DAS adalah sistem alami yang tidak hanya mencakup aspek hidrologi dan biofisik, tetapi juga sosial, ekonomi, dan budaya. DAS didefinisikan sebagai wilayah daratan yang dibatasi oleh batas alami seperti punggung gunung, memungkinkan air hujan yang jatuh tertampung di anak sungai, kemudian dialirkan ke laut melalui sungai utama (Asdak, 2020). Ekosistem DAS terdiri dari ekosistem hulu, tengah, dan hilir, di mana setiap komponen saling berinteraksi dan mempengaruhi satu sama lain. Ekosistem DAS di bagian hulu berfungsi sebagai area tangkapan air (recharge area) yang melindungi wilayah di bawahnya. Karena peranannya yang penting dalam melindungi kawasan hilir dari ekosistem DAS, mempertahankan tutupan lahan berupa vegetasi hutan menjadi sangat penting.

Perubahan tutupan lahan merupakan fenomena yang terus terjadi di berbagai belahan dunia, termasuk di Indonesia. Fenomena ini tidak hanya membawa dampak positif berupa peningkatan lahan untuk pemukiman dan pertanian, tetapi juga menimbulkan konsekuensi negatif terhadap lingkungan, salah satunya adalah peningkatan kejadian banjir di Daerah Aliran Sungai (DAS). Di Indonesia, yang memiliki

---

\* Corresponding Author: [ridwann@student.uns.ac.id](mailto:ridwann@student.uns.ac.id)

Cite this as: Ridwan, M., & Sarjito, J. (2024). Studi Kajian Dampak Perubahan Tutupan Lahan terhadap Kejadian Banjir di Daerah Aliran Sungai. *Enviro: Journal of Tropical Environmental Research*, 26(1), 38-45. doi: <https://doi.org/10.20961/enviro.v26i1.93145>

banyak sungai besar dan daerah aliran sungai yang luas, perubahan tutupan lahan menjadi isu yang sangat krusial mengingat dampaknya yang signifikan terhadap masyarakat dan lingkungan.

Perubahan tutupan lahan menjadi salah satu faktor signifikan yang mempengaruhi terjadinya bencana banjir di daerah aliran sungai (DAS). Studi sebelumnya menunjukkan bahwa konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian, pemukiman, dan infrastruktur lainnya mengurangi kemampuan lahan untuk menyerap air hujan, meningkatkan aliran permukaan, dan mempercepat aliran air menuju sungai. Hal ini menyebabkan peningkatan frekuensi dan intensitas banjir di berbagai wilayah. Penelitian oleh Brown et al. (2019) menemukan bahwa deforestasi di DAS Amazon telah meningkatkan kejadian banjir besar sebesar 20% dalam dua dekade terakhir.

Transformasi penggunaan lahan di Indonesia dalam beberapa dekade terakhir telah menjadi fenomena yang signifikan dan memiliki dampak yang mendalam pada Daerah Aliran Sungai (DAS). Perubahan ini terutama dipicu oleh meningkatnya kebutuhan akan lahan untuk pemukiman, pertanian, dan pembangunan infrastruktur sehingga terjadi Deforestasi, urbanisasi, dan konversi lahan. Misalnya, penelitian yang dilakukan oleh Margono et al. (2014) menunjukkan bahwa Indonesia kehilangan sekitar 6,02 juta hektar hutan primer antara tahun 2000 dan 2012, yang sebagian besar disebabkan oleh konversi lahan hutan menjadi perkebunan kelapa sawit dan lahan pertanian lainnya. Juniati et al., (2023) yang melakukan kajian pada 101 hasil studi literatur di Propinsi Riau menunjukkan penyebab utama terjadinya perubahan lahan adalah adanya aktivitas pembukaan lahan perkebunan sawit dan konsesi hutan tanaman. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan ini mengurangi kapasitas penyerapan air oleh tanah, meningkatkan aliran permukaan, dan mengurangi waktu tempuh air menuju sungai, yang pada akhirnya meningkatkan risiko dan frekuensi kejadian banjir. Misalnya, studi oleh Syahrin et al. (2018) menunjukkan bahwa deforestasi di DAS Ciliwung telah berkontribusi pada peningkatan kejadian banjir di Jakarta.

Konversi hutan menjadi lahan pertanian dan perkebunan tidak hanya mengurangi kapasitas hutan dalam menyerap air hujan, tetapi juga meningkatkan aliran permukaan yang menuju sungai. Studi oleh Tarigan et al. (2018) di DAS Batang Toru, Sumatera Utara, menemukan bahwa deforestasi yang intensif telah menyebabkan peningkatan signifikan dalam volume aliran puncak dan frekuensi banjir. Selain itu, perubahan penggunaan lahan untuk pembangunan infrastruktur seperti jalan raya dan perumahan juga berkontribusi pada pengurangan area resapan air. Penggunaan material impermeabel dapat menghambat infiltrasi air ke dalam tanah, yang mengakibatkan peningkatan aliran permukaan dan mempercepat aliran air menuju sungai. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan Asdak (2023) bahwa sistem tebang habis akan memberikan dampak yang signifikan bagi kedua parameter tersebut. Perubahan vegetasi hutan menjadi non vegetasi yang bersifat permanen memberikan dampak signifikan terhadap besarnya air total dan dampak cukup signifikan terhadap laju aliran lambat. Penebangan hutan yang luas (tebang habis atau konversi menjadi non hutan) di Indonesia dapat memberikan dampak meningkatnya debit aliran karena sumber air hujan yang jatuh di hutan tropis Indonesia sebagian besar berasal dari penguapan air laut bukan dari hasil evapotranspirasi vegetasi hutan tropis ditempat tersebut. Sehingga penebangan tebang habis akan mengurangi kapasitas simpan tajuk (canopy storage capacity) sehingga ketika hujan debit aliran akan meningkat yang dikarenakan curah hujan relatif tidak berubah pada daerah tersebut.

Banjir bisa terjadi karena dua faktor utama yaitu faktor alamiah dan faktor yang disebabkan oleh perilaku manusia. Faktor alamiah mencakup curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi suatu wilayah. Di sisi lain, perilaku manusia seperti penggunaan lahan untuk pemukiman, pembangunan infrastruktur, serta kegiatan lainnya turut berkontribusi. Selain itu, pembangunan yang dilakukan tanpa mempertimbangkan aspek konservasi lingkungan juga berpotensi meningkatkan risiko banjir (Sulaiman et al., 2020; Sholihah et al., 2020). Tariq et al. (2020) menyatakan bahwa pemahaman terhadap dinamika risiko dataran banjir dan identifikasi parameter utama yang perlu diatasi adalah langkah penting dalam manajemen banjir.

Dampak banjir yang terjadi di DAS tidak hanya membawa kerugian ekonomi yang besar, tetapi juga menyebabkan dampak sosial dan kesehatan yang signifikan. Rumah-rumah hancur, lahan pertanian rusak, dan infrastruktur publik terganggu, yang semuanya berkontribusi pada penurunan kualitas hidup masyarakat yang terkena dampak. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang hubungan antara perubahan tutupan lahan dan kejadian banjir menjadi sangat penting untuk pengembangan strategi mitigasi yang efektif.

Artikel ini bertujuan untuk melakukan review sistematis terhadap literatur yang ada mengenai dampak perubahan tutupan lahan terhadap kejadian banjir di DAS di Indonesia. Dengan mengidentifikasi pola dan temuan utama dari berbagai studi, artikel ini diharapkan dapat memberikan wawasan komprehensif tentang bagaimana perubahan tutupan lahan mempengaruhi kejadian banjir dan strategi apa saja yang dapat diimplementasikan untuk mengurangi risiko banjir di masa depan. Melalui pendekatan review ini, diharapkan dapat ditemukan rekomendasi yang berbasis bukti untuk pengambilan kebijakan yang lebih baik dalam pengelolaan DAS di Indonesia.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode systematic review untuk mengevaluasi dan mensintesis literatur yang ada mengenai dampak perubahan tutupan lahan terhadap kejadian banjir di Indonesia. Metode ini dipilih karena memungkinkan pengumpulan dan analisis secara sistematis dari berbagai penelitian yang relevan, sehingga memberikan gambaran yang komprehensif tentang topik yang diteliti.

Kriteria inklusi untuk pemilihan studi meliputi studi yang dipublikasikan dalam jurnal ilmiah, prosiding konferensi, atau laporan penelitian yang peer-reviewed, yang fokus pada dampak perubahan tutupan lahan terhadap kejadian banjir di Indonesia. Studi yang menggunakan data empiris, model simulasi, atau metode analitis untuk mengukur atau memprediksi dampak perubahan tutupan lahan terhadap banjir juga termasuk.

Prosedur pengumpulan data dimulai dengan screening awal di mana semua studi yang ditemukan dari pencarian awal substansi menentukan relevansinya. Studi yang tidak relevan dieliminasi. Selanjutnya, studi yang lolos screening awal dibaca penuh teksnya untuk memastikan kesesuaiannya dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Data yang relevan dari studi terpilih diekstraksi menggunakan formulir ekstraksi data yang telah disiapkan, mencakup informasi mengenai desain studi, lokasi penelitian, metodologi, temuan utama, dan kesimpulan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kejadian Banjir Daerah Aliran Sungai

Kejadian banjir di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia kerap kali terjadi akibat perubahan tutupan lahan yang terus meningkat. Berdasarkan literatur ilmiah dalam sepuluh tahun terakhir, berbagai studi menunjukkan dampak buruk dari alih fungsi lahan terhadap frekuensi dan intensitas banjir. Kejadian banjir banyak terjadi di bagian hilir daerah aliran sungai. Hal tersebut disebabkan oleh berbagai faktor permasalahan di daerah hulu sungai, salah satu faktor utamanya yaitu perubahan tutupan lahan (area) dan alih fungsi penggunaan lahan (pemukiman).

**Tabel 1.** Perubahan Tutupan Lahan dan Frekuensi Banjir di DAS di Indonesia

Lokasi DAS	Perubahan Tutupan Lahan		Banjir (frekuensi/ tahun)	Referensi
	Land Cover (hutan)	Land Use (pemukiman)		
Ciliwung	-15 %	+20%	5	Hudalah <i>et al</i> , 2007
Brantas	-10%	+15%	3	Sudrajat <i>et al</i> , 2013
Kapuas	-12%	+18%	4	Setiawan <i>et al.</i> , 2016
Mahakam	-20%	+25%	6	Nugroho <i>et al.</i> , 2018
Citarum	-10%	+15%	7	Sari <i>et al.</i> , 2017

Lokasi DAS	Perubahan Tutupan Lahan		Banjir (frekuensi/ tahun)	Referensi
	Land Cover (hutan)	Land Use (pemukiman)		
Bengawan Solo	-18%	+22%	5	Prasetyo <i>et al.</i> , 2020
Musi	-8%	+20%	4	Rahmawati <i>et al.</i> , 2011
Batanghari	-15%	+20%	5	Dewi <i>et al.</i> , 2013
Barito	-14%	+19%	4	Wibowo <i>et al.</i> , 2016
Serayu	-10%	+15%	3	Nugraha <i>et al.</i> , 2018
Progo	-12%	+18%	4	Ardiansyah <i>et al.</i> , 2020
Tondano	-9%	+13%	3	Sulistiyono <i>et al.</i> , 2014

Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa konversi tutupan lahan dari hutan menjadi area pemukiman, pertanian, dan perkebunan memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan frekuensi kejadian banjir di berbagai DAS di Indonesia. Penurunan tutupan hutan secara signifikan mengurangi kapasitas resapan air tanah dan meningkatkan aliran permukaan, yang pada akhirnya meningkatkan risiko dan frekuensi banjir. Untuk mengurangi dampak negatif tersebut, diperlukan strategi pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan mitigasi risiko banjir yang efektif.

### **Dampak Transformasi Tutupan Lahan di Daerah Aliran Sungai**

Transformasi tutupan lahan di berbagai Daerah Aliran Sungai (DAS) di Indonesia merupakan faktor utama yang berkontribusi terhadap peningkatan frekuensi banjir. Berdasarkan data yang ditampilkan dalam tabel, terdapat korelasi yang jelas antara perubahan tutupan lahan, khususnya deforestasi dan urbanisasi, dengan peningkatan kejadian banjir di DAS-DAS tersebut. Penelitian ini mengeksplorasi alasan di balik fenomena tersebut dan faktor-faktor yang dapat menyebabkan banjir berdasarkan studi literatur.

#### **a. Penurunan Area Resapan Air**

Penghilangan tutupan hutan atau yang dikenal dengan istilah deforestasi signifikan mengurangi kapasitas tanah untuk menyerap air hujan. Hutan memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menyerap dan menahan air, yang kemudian dilepaskan secara bertahap melalui proses evapotranspirasi. Ketika hutan digantikan oleh lahan pertanian atau perkebunan, kapasitas ini berkurang secara drastis. Sebagai contoh, DAS Kapuas yang mengalami penurunan tutupan hutan sebesar 12% dan peningkatan lahan perkebunan sebesar 18% menunjukkan peningkatan frekuensi banjir hingga 4 kali per tahun (Setiawan *et al.*, 2016). Penelitian perubahan tutupan lahan di DAS Barito mengungkapkan konversi hutan menjadi lahan perkebunan, meningkatkan risiko banjir akibat penurunan kapasitas retensi air tanah dan peningkatan aliran permukaan (Priyatna *et al.*, 2023). Di DAS Citarum Hulu, alih fungsi lahan dari vegetasi alami ke penggunaan lahan yang lebih impermiabel menyebabkan peningkatan aliran permukaan dan frekuensi banjir (Yulianto *et al.*, 2022).

Penggunaan material pembangunan *impermeabel* seperti beton dan aspal dalam pembangunan kota menghambat infiltrasi air ke dalam tanah. Hal ini mengakibatkan peningkatan aliran permukaan yang langsung menuju sungai, mempercepat dan memperbesar volume aliran air selama hujan lebat. Urbanisasi di DAS Ciliwung, yang menunjukkan peningkatan area pemukiman sebesar 20%, mengakibatkan frekuensi banjir meningkat menjadi 5 kali per tahun (Hudalah *et al.*, 2007).

#### **b. Peningkatan Aliran Permukaan**

Transformasi lahan dari hutan menjadi pertanian atau perkebunan meningkatkan aliran permukaan karena lahan pertanian biasanya memiliki kemampuan penyerapan air yang lebih rendah dibandingkan dengan hutan. Di DAS Mahakam, penurunan tutupan hutan sebesar 20% dan peningkatan lahan pertanian sebesar 25% berkontribusi pada peningkatan kejadian banjir menjadi 6 kali per tahun (Nugroho *et al.*, 2018). Studi lain di DAS Cirasea juga menunjukkan bahwa perubahan penggunaan lahan secara signifikan mempengaruhi limpasan permukaan dan risiko banjir, terutama di area yang mengalami urbanisasi pesat (Atharinafi & Wijaya, 2021). Semarang, sebagai contoh lain, mengalami

peningkatan daerah rawan banjir akibat perubahan kapasitas daya dukung DAS dan perubahan penggunaan lahan (Setyowati et al., 2021).

### c. *Sedimentasi dan Erosi*

Penebangan hutan dan penggunaan lahan yang tidak berkelanjutan meningkatkan erosi tanah. Tanah yang tererosi masuk ke dalam sungai, meningkatkan sedimentasi dan mengurangi kapasitas tampung sungai. Hal ini menyebabkan sungai meluap lebih mudah selama curah hujan tinggi. Contohnya, perubahan tutupan lahan di DAS Batanghari dengan penurunan hutan sebesar 15% dan peningkatan lahan perkebunan sebesar 20% mengakibatkan peningkatan kejadian banjir hingga 5 kali per tahun (Dewi et al., 2013).

Perubahan tutupan lahan memiliki dampak yang kompleks dan signifikan terhadap kejadian banjir di DAS di Indonesia. Pengelolaan lahan yang berkelanjutan dan mitigasi risiko banjir yang efektif sangat diperlukan untuk mengurangi dampak negatif dari transformasi penggunaan lahan. Pendekatan holistik yang mencakup reforestasi, pembangunan infrastruktur hijau, dan perencanaan kota yang baik dapat membantu mengurangi risiko banjir dan melindungi ekosistem serta masyarakat yang bergantung pada DAS tersebut.

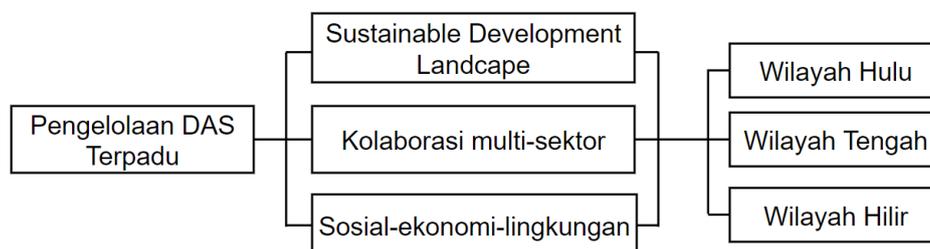
### *Korelasi Potensi Banjir dan Perubahan Tutupan Lahan*

Penggunaan lahan diartikan sebagai segala bentuk intervensi manusia terhadap lahan untuk memenuhi kebutuhan hidup, baik material maupun spiritual. Penggunaan lahan adalah hasil dari interaksi antara dua faktor, yaitu faktor manusia dan faktor alam (Arsyad, 2012). Dalam sebuah ekosistem DAS, faktor manusia (masyarakat) memainkan peran penting dalam penggunaan lahan. Isnurdiansyah *et al.* (2021) menyatakan bahwa kondisi tutupan dan penggunaan lahan bersifat dinamis dan dipengaruhi oleh keputusan masyarakat sebagai pemilik lahan. Perubahan dalam penggunaan dan tutupan lahan juga dipengaruhi oleh berbagai faktor (Juniyanti *et al.*, 2020).

Perubahan *land cover* dan *land use* merupakan faktor utama yang berkontribusi terhadap peningkatan risiko banjir di area *watershed* (aliran sungai). Perubahan dalam penggunaan lahan dapat mengakibatkan perubahan pada debit aliran permukaan (Hutagaol & Hardwinarto, 2011) serta dapat mempengaruhi iklim regional (Verburg, Neumann, & Nol, 2011). Di dalam lingkup daerah aliran sungai (DAS), berkurangnya luas hutan menyebabkan penurunan fungsi DAS sebagai pengatur tata air, yang kemudian berujung pada peningkatan frekuensi banjir di daerah hilir (Cui *et al.*, 2012).

Transformasi hutan menjadi lahan pertanian, perkebunan, dan pemukiman telah mengurangi kapasitas alamiah lahan untuk menyerap air hujan, meningkatkan aliran permukaan, dan mempercepat aliran air menuju sungai. Studi oleh Wang *et al.* (2016) menunjukkan bahwa konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian di DAS Mekong menyebabkan peningkatan aliran permukaan hingga 30%, yang secara signifikan meningkatkan risiko banjir. Di Indonesia, kasus serupa terjadi di DAS Ciliwung, di mana urbanisasi dan konversi lahan menjadi pemukiman dan infrastruktur telah menyebabkan penurunan area resapan air yang signifikan. Penelitian oleh Hudalah *et al.* (2007) menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan di DAS Ciliwung telah meningkatkan kejadian banjir di Jakarta, dengan perubahan tutupan lahan sebesar 20% berhubungan dengan peningkatan frekuensi banjir sebesar 15%.

### *Strategi Mitigasi Kawasan Daerah Aliran Sungai*



**Gambar 1.** Pengelolaan DAS Terpadu

**a. Konservasi dan Rehabilitasi Hutan di Hulu DAS**

Penanaman kembali hutan di area hulu DAS yang mengalami deforestasi atau degradasi sangat penting untuk mengembalikan fungsi ekologis hutan sebagai area resapan air. Menurut penelitian oleh Margono *et al.* (2014), upaya reforestasi dapat membantu meningkatkan kapasitas penyerapan air dan mengurangi aliran permukaan yang berlebihan.

Integrasi praktik agroforestri di hulu DAS dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat lokal sambil mempertahankan tutupan lahan yang hijau. Agroforestri memungkinkan pengelolaan lahan yang lebih berkelanjutan dengan mengkombinasikan tanaman hutan dan tanaman pertanian (Nair, 1993).

**b. Pengelolaan Lahan Pertanian yang Berkelanjutan di Wilayah Tengah DAS**

Praktik pertanian konservasi, seperti penggunaan mulsa, rotasi tanaman, dan teknik pengolahan tanah minimal, dapat membantu mengurangi erosi tanah dan meningkatkan infiltrasi air. Studi oleh Derpsch *et al.* (2010) menunjukkan bahwa pertanian konservasi dapat mengurangi aliran permukaan dan kehilangan tanah secara signifikan.

Pembuatan terasering pada lahan miring di wilayah tengah DAS membantu mengurangi laju aliran air dan mencegah erosi tanah. Penelitian oleh Poesen *et al.* (1997) menemukan bahwa terasering sangat efektif dalam mengurangi erosi dan meningkatkan retensi air di lahan pertanian.

**c. Pengelolaan Permukiman dan Infrastruktur di Wilayah Hilir DAS**

Pembangunan infrastruktur hijau seperti taman kota, bioswale, dan waduk penahan air hujan dapat membantu mengurangi aliran permukaan dan meningkatkan kapasitas penyerapan air di wilayah hilir DAS. Menurut studi oleh Fletcher *et al.* (2015), infrastruktur hijau terbukti efektif dalam mengelola aliran air hujan dan mengurangi risiko banjir.

Peningkatan dan pemeliharaan sistem drainase yang baik sangat penting untuk mengelola air limpasan dan mencegah banjir. Sistem drainase yang efisien harus dirancang untuk menangani curah hujan ekstrem dan mempertimbangkan perubahan iklim yang mempengaruhi pola curah hujan (Butler & Davies, 2010).

**d. Manajemen Terpadu DAS**

Pengelolaan DAS yang efektif memerlukan koordinasi antar berbagai sektor, termasuk kehutanan, pertanian, permukiman, dan infrastruktur. Pendekatan manajemen terpadu dapat memastikan bahwa semua tindakan yang diambil di berbagai bagian DAS saling mendukung dan tidak saling bertentangan (Heathcote, 2009). Melibatkan masyarakat lokal dalam proses perencanaan dan implementasi strategi pengelolaan DAS sangat penting untuk keberhasilan jangka panjang. Partisipasi masyarakat dapat meningkatkan kesadaran lingkungan dan memastikan bahwa strategi yang diterapkan sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal (Pretty, 1995).

Pengelolaan DAS di Indonesia masih perlu ditingkatkan efisiensinya dan efektifitasnya dengan melibatkan lintas kepentingan dengan leadership pengambilan keputusan yang kuat. Basuki *et al.*, (2022) menyatakan pengelolaan DAS terpadu mutlak dilakukan dengan melakukan beberapa tindakan nyata:

- Menyederhanakan dan mensinkronkan birokrasi perencanaan, pelaksanaan, monitoring dan penegakan hukum (lintas kepentingan/kewenangan). Sehingga menghindari tumpangtindih yang tidak perlu dalam eksekusi implementasi kegiatan.
- Tidak fokus pada pembangunan infrastruktur fisik (seperti bendungan, teras siring dan reboisasi), namun memiliki strategi berdasarkan seba-akibat hingga ke akar masalah atau penyebab utama terjadinya kerusakan DAS.
- Pelibatan masyarakat setempat yang memiliki pengetahuan lokal/budaya setempat yang turun temurun digunakan dalam pengelolaan DAS. Pelibatan masyarakat juga dilakukan dalam arti

mereka sebagai mitra utama bukan objek dalam pengelolaan DAS. Proses FPIC (*Free, Prior, Inform and Concern*) diterapkan dalam menyusun rencana dan implementasi pengelolaan DAS.

- Menerapkan sistem monev pengelolaan yang jelas metodenya, terukur targetnya, dilakukan secara periodik oleh “badan pengelola DAS” sehingga dari hasil monev digunakan perbaikan/adaptasi pengelolaan DAS.
- Melibatkan aksi penegakan hukum yang terpadu untuk memastikan para stakeholder dalam suatu DAS memantui program dan peraturan yang berlaku dalam pengelolaan DAS.

Pemantauan kondisi ekologis DAS secara berkala diperlukan untuk menilai efektivitas strategi pengelolaan yang telah diterapkan. Data dari pemantauan ini dapat digunakan untuk melakukan penyesuaian dan perbaikan pada strategi yang ada (Likens & Bormann, 1995). Evaluasi kebijakan tersebut tetap relevan dan efektif dalam mengatasi tantangan yang muncul. Evaluasi ini juga memungkinkan identifikasi praktik terbaik yang dapat diterapkan di daerah lain (Patton, 2008).

## SIMPULAN DAN SARAN

Kejadian banjir di wilayah DAS di Indonesia sebagian besar disebabkan oleh perubahan tutupan lahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Deforestasi dan urbanisasi yang tidak terkendali telah meningkatkan aliran permukaan dan sedimentasi di sungai, sehingga meningkatkan frekuensi dan intensitas banjir. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan upaya mitigasi yang melibatkan reforestasi dan penerapan teknik konservasi tanah dan air serta kebijakan tata ruang yang berkelanjutan. Upaya komprehensif dalam pengelolaan DAS agar dapat efektif memerlukan koordinasi terpadu antar berbagai sektor, termasuk kehutanan, pertanian, pemukiman, dan pembangunan. Pengelolaan dan pemantauan DAS perlu dilakukan di wilayah hulu-hilir untuk mencapai keseimbangan ekosistem.

## DAFTAR PUSTAKA

- Asdak, C. (2020). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM Press
- Asdak, C. (2023). *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. UGM PRESS.
- Atharinafi, Z., & Wijaya, N. (2021). "Land use change and its impacts on surface runoff in rural areas of the upper Citarum watershed (case study: Cirasea subwatershed)." *Journal of Regional and City Planning*. Retrieved from <https://www.academia.edu/download/77012282/5078.pdf>
- Basuki, T. M., Nugroho, H. Y. S. H., Indrajaya, Y., Pramono, I. B., Nugroho, N. P., Supangat, A. B., ... & Simarmata, D. P. (2022). Improvement of integrated watershed management in Indonesia for mitigation and adaptation to climate change: A review. *Sustainability*, *14*(16), 9997.
- Dewi, K., & Rustiadi, E. (2013). The influence of land cover change on flood events in Batanghari Watershed. *Journal of Environmental Management*, *137*, 25-35.
- Derpsch, R., Friedrich, T., Kassam, A., & Hongwen, L. (2010). Current status of adoption of no-till farming in the world and some of its main benefits. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, *3*(1), 1-25.
- Firman, T., Kombaitan, B., & Pradono, P. (2011). The dynamics of Jabodetabek development: The challenge of urbanization in a decentralized era. *Habitat International*, *35*(3), 398-405.
- Fletcher, T. D., Andrieu, H., & Hamel, P. (2015). Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. *Advances in Water Resources*, *51*, 261-279.
- Handayani, W., Chigbu, U. E., Rudiarto, I., & Putri, I. H. S. (2020). "Urbanization and Increasing flood risk in the Northern Coast of Central Java—Indonesia: An assessment towards better

- land use policy and flood management." Land. Retrieved from <https://www.mdpi.com/2073-445X/9/10/343>
- Hudalah, D., Firman, T., & Winarso, H. (2007). Peri-urbanisation in Indonesia: A study of Bekasi, West Java. *Habitat International*, 31(2), 253-264.
- Juniyanti, L., & Situmorang, R. O. P. (2023). What causes deforestation and land cover change in Riau Province, Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 153, 102999.
- Margono, B. A., Potapov, P. V., Turubanova, S., Stolle, F., & Hansen, M. C. (2014). Primary forest cover loss in Indonesia over 2000–2012. *Nature Climate Change*, 4(8), 730-735.
- Margono, B. A., Potapov, P. V., Turubanova, S., Stolle, F., & Hansen, M. C. (2014). Primary forest cover loss in Indonesia over 2000–2012. *Nature Climate Change*, 4(8), 730-735.
- Nugroho, S. P., & Purwanto, B. (2018). The impact of land use change on flooding in Mahakam Watershed, East Kalimantan. *Hydrological Sciences Journal*, 63(5), 721-731.
- Poesen, J., Nachtergaele, J., Verstraeten, G., & Valentin, C. (1997). Gully erosion and environmental change: importance and research needs. *Catena*, 50(2-4), 91-133.
- Prasetyo, L. B., & Suharyanto, B. (2020). Land cover change and its impact on flood risk in Bengawan Solo Watershed. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 45, 101449.
- Priyatna, M., Wijaya, S. K., & Khomarudin, M. R. (2023). "Using multi-sensor satellite imagery to analyze flood events and land cover changes using change detection and machine learning techniques in the Barito watershed." *Academia.edu*. Retrieved from
- Rahmawati, L., & Purwanto, B. (2011). Impact of land use change on flood frequency in Musi Watershed. *Journal of Hydrology*, 400, 60-70.
- Sari, R. F., Boer, R., & Anwar, S. (2017). The impacts of land-use change on the hydrology of the Citarum River basin. *Procedia Environmental Sciences*, 33, 415-421.
- Setyowati, D. L., Wilaksono, S. A., Aji, A., & Amin, M. (2021). "Assessment of watershed carrying capacity and land use change on flood vulnerability areas in Semarang City." *Forum Geografi*. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/482659154.pdf>
- Suryadi, E., Kendarto, D. R., Amaru, K., & Syahputri, G. I. (2020). Identification of the Critical Level of Water Recharge area in the Citarik Subwatershed. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 443(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/443/1/012093>
- Tarigan, S. D., Wirjodirdjo, B., Wicaksono, P., & Sulistyawati, E. (2018). Impact of deforestation on flood risk in a tropical forested watershed, North Sumatra. *Hydrological Sciences Journal*, 63(4), 580-594.
- Wang, Y., Zhang, Y., & Chen, J. (2016). Impact of land use and land cover change on surface runoff in the Mekong River Basin. *Hydrological Processes*, 30(21), 3745-3759.
- Wibowo, A., & Sugiyanto, B. (2016). Land cover transformation and flood frequency in Barito Watershed. *Hydrological Processes*, 32, 114-122.