

**FLUKTUASI INFLOW DAN KUALITAS AIR
AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI SEKAMPUNG HULU
KABUPATEN TANGGAMUS PROVINSI LAMPUNG**

(Tesis)

Oleh:

**Yudi Safril Ariza
2224151002**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

FLUKTUASI INFLOW DAN KUALITAS AIR AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI DAERAH ALIRAN SUNGAI SEKAMPUNG HULU KABUPATEN TANGGAMUS PROVINSI LAMPUNG

Oleh

YUDI SAFRIL ARIZA

Perubahan tutupan lahan di wilayah hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Sekampung Hulu dapat mempengaruhi rezim aliran dan kualitas air yang masuk ke Bendungan Batutegi, yang berfungsi sebagai pemasok utama air irigasi, air baku, dan pembangkit listrik di Provinsi Lampung. Aktivitas pertanian yang semakin meluas, terutama sistem agroforestri kopi, menyebabkan pergeseran struktur tutupan lahan yang berimplikasi terhadap kondisi hidrologis dan ekologis DAS. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan pada tahun 2010- 2022, menghitung fluktuasi *inflow*, Koefisien Aliran Tahunan (KAT), dan Koefisien Regim Aliran (KRA), dan mengukur kualitas air. Metode yang digunakan, meliputi analisis citra Landsat untuk interpretasi tutupan lahan, analisis data *inflow* dan curah hujan, serta uji laboratorium untuk parameter kualitas air fisika dan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa selama periode 2010–2022 terjadi penambahan hutan sekunder sebesar 31,44%, kenaikan pertanian lahan kering campur +12.03%, penurunan pertanian lahan kering - 67,70%, penurunan savana -100%, penurunan semak belukar +66,32%. Hal ini terutama dipicu oleh adopsi sistem agroforestri pada komoditas kopi. *Inflow* tertinggi di 2016 dengan $9.100.544 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan terendah di 2012 dengan $5.277.990 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai rata-rata KAT 0,37 dengan kriteria sedang, sedangkan KRA 44,41 dengan kategori rendah. Kualitas air DAS Sekampung Hulu termasuk kategori tercemar ringan hingga sedang masuk kedalam kelas II menurut baku mutu. Perubahan tutupan lahan terbukti berkontribusi terhadap penurunan kualitas ekosistem hidrologi di DAS Sekampung Hulu. Diperlukan strategi pengelolaan DAS berbasis konservasi lahan, reboisasi dengan sistem *agroforestry*, perlindungan kawasan hutan untuk menjaga fungsi hidrologis dan kualitas air secara berkelanjutan.

Kata kunci: DAS, Tutupan Lahan, *Inflow*, KAT, KRA, Kualitas Air.

ABSTRACT

FLUCTUATIONS IN INFLOW AND WATER QUALITY DUE TO LAND COVER CHANGES IN THE SEKAMPUNG HULU WATERSHED TANGGAMUS REGENCY LAMPUNG PROVINCE

By

YUDI SAFRIL ARIZA

Land cover changes in the upstream region of the Sekampung Hulu Watershed can significantly influence the flow regime and water quality entering the Batutegi Dam, which serves as a critical source of irrigation water, raw water supply, and hydroelectric power for Lampung Province. The expansion of agricultural activities, particularly coffee-based agroforestry systems has altered the land cover structure, with important implications for the watershed's hydrological and ecological conditions. This study aims to analyze land cover changes in 2010-2022, and to assess the variations in inflow, Annual Flow Coefficient (KAT), Flow Regime Coefficient (KRA), and measure water quality. The methodology includes Landsat imagery analysis for land cover classification, hydrological data analysis (inflow and rainfall), and laboratory tests for physical and chemical water quality parameters. The results indicate that between 2010 and 2022, secondary forest area increased by 31.44%, mixed dryland agriculture expanded by +12.03%, while dryland farming decreased by -67.70%, savanna areas disappeared completely -100%, and shrubland declined by -66.32%. These changes were primarily driven by the adoption of agroforestry practices for coffee cultivation. The highest recorded inflow occurred in 2016 at 9,100,544 m³/s, while the lowest was in 2012 at 5,277,990 m³/s. The average KAT value was 0.37, indicating a moderate classification, while the KRA value averaged 44.41, categorized as low. Water quality in the Sekampung Hulu watershed ranged from slightly to moderately polluted and falls under Class II. Overall, land cover change has contributed to the degradation of the hydrological ecosystem in the Sekampung Hulu Watershed. Watershed management strategy that integrates land conservation, reforestation through agroforestry systems, and forest area protection is crucial to maintaining hydrological functions and ensuring long-term water quality.

Key words: Watershed, Land Cover, Inflow, KAT, KRA, Water Quality.

**FLUKTUASI INFLOW DAN KUALITAS AIR
AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN
DI DAERAH ALIRAN SUNGAI SEKAMPUNG HULU
KABUPATEN TANGGAMUS PROVINSI LAMPUNG**

Oleh

YUDI SAFRIL ARIZA

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER KEHUTANAN**

Pada

**Program Studi Magister Kehutanan
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER KEHUTANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

Judul Tesis

**ANALISIS FLUKTUASI INFLOW DAN KUALITAS
AIR AKIBAT PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI
DAERAH ALIRAN SUNGAI SEKAMPUNG HULU
KABUPATEN TANGGAMUS PROVINSI LAMPUNG**

Nama Mahasiswa

Yudi Safril Ariza

Nomor Pokok Mahasiswa : 2224151002

Program Studi

: Magister Kehutanan

Fakultas

: Pertanian



Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.

NIP 19641223 199403 1 003

Prof. Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.

NIP 19760123 200604 1 001

2. Ketua Program Studi

Prof. Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.

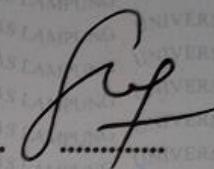
NIP 19760123 200604 1 001

MENGESEHKAN

1. Tim Pengkuji

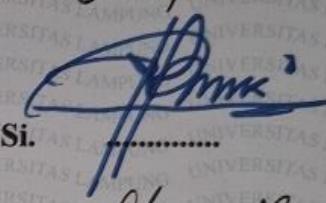
Ketua

: Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S.



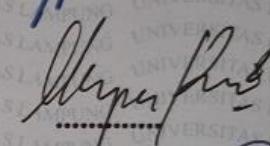
Sekretaris

: Prof. Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si.



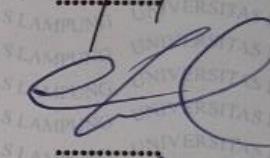
Pengaji

Bukan Pembimbing : Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si.



Pengaji

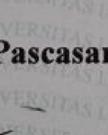
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Gunardi Djoko Winarno, M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 18 Juli 2025

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yudi Safril Ariza

NPM : 2224151002

Program Studi : Magister Kehutanan

Alamat Rumah: Jl H Komarudin Perum Green Valley A10 Raja Basa

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguh-sungguhnya, bahwa tesis saya yang berjudul:

“Fluktuasi Inflow Dan Kualitas Air Akibat Perubahan Tutupan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Sekampung Hulu Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung”

Adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada tesis ini digunakan oleh dosen dan/atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika kemudian hari terbukti pertanyaan saya tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 18 Juli 2025
Yang membuat pernyataan,



Yudi Safril Ariza
NPM 2224151002

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kota Besi, 19 November 1989 sebagai anak kedua atau bungsu dari pasangan Bapak Yusmadi dan Ibu Sarwati. Penulis menempuh pendidikan di SDN 1 Kota Besi tahun 1995-2002, SMPN 1 Belalu 2002-2005, dan SMA Negeri 1 Liwa tahun 2005-2008. Tahun 2008 penulis terdaftar sebagai mahasiswa di Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) dan lulus pada tahun 2013. Hingga akhirnya pada tahun 2022 penulis dapat melanjutkan pendidikan di Pascasarjana di Program Studi Magister Kehutanan Univeritas Lampung dan lulus pada tahun 2025.

Semangat yang tinggi walau cobaan silih berganti terus dihadapai demi keuletan yang tinggi dalam mencari ilmu, dijadikan motivasi dirinya, ketekunan dalam belajarnya untuk terus belajar dan berusaha hingga akhirnya penulispun bisa menyelesaikan pengerajan tugas akhirnya berupa tesis. Semoga tesis ini bisa memberikan kontribusi yang positif pada dunia pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur yang sebesar-besarnya atas penyelesaian Tesis yang berjudul **“Fluktuasi Inflow Dan Kualitas Air Akibat Perubahan Tutupan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Sekampung Hulu Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung”**.

MOTTO

*“Jangan berhenti berjuang saat sulit,
karena dibalik tantangan ada kesempatan besar”*

*Karya tulis ini kupersembahkan untuk kedua orang tua,
istri, anak, saudara dan semesta*

SANWACANA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan. Shalawat beserta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammd SAW yang telah mengeluarkan manusia dari zaman kebodohan ke zaman yang penuh ilmu pengetahuan. Tesis yang berjudul **“Fluktuasi Inflow Dan Kualitas Air Akibat Perubahan Tutupan Lahan Di Daerah Aliran Sungai Sekampung Hulu Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung”** sebagai salah satu syarat untuk menempuh gelar Magister Kehutanan. Penyelesaian penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak, sehingga penulis mengucapkan terimakasih yang tulus kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Rahmat Safe'i, S.Hut., M.Si. selaku Ketua Program Studi Magister Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, perhatian, nasihat, dan motivasi kepada penulis. Terima kasih telah memberikan banyak pelajaran kehidupan kepada saya.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Slamet Budi Yuwono, M.S. selaku dosen pembimbing utama yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberikan banyak arahan, perhatian, nasihat, dan motivasi kepada penulis. Terima kasih atas doa, motivasi, dan kesempatan kolaborasi project, sehingga saya bisa menyelesaikan masa studi saya.
4. Bapak Alm. Prof. Dr. Irwan Sukri Banuwa, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran, memberikan banyak arahan, perhatian, nasihat, dan motivasi kepada penulis.
5. Ibu Dr. Melya Riniarti, S.P., M.Si. selaku dosen penguji atau pembahas yang

- telah memberikan kritik, saran, dan motivasi kepada penulis.
6. Bapak Dr. Ir. Gunardi Djoko Winarno, M.Si. selaku dosen penguji atau pembahas yang telah memberikan kritik, saran, dan motivasi kepada penulis.
 7. Bapak Dr. Ir. Agus Setiawan, M.Si. selaku dosen penguji atau pembahas yang telah memberikan kritik, saran, dan motivasi kepada penulis.
 8. Bapak Dr. Ir. Arief Dermawan, M.Si. selaku dosen PA yang telah memberikan saran, masukan, dan motivasi kepada penulis.
 9. Segenap dosen Program Studi Magister Kehutanan Universitas Lampung yang telah memberikan banyak wawasan dan ilmu pengetahuan selama penulis menuntut ilmu di Universitas Lampung.
 10. Segenap pihak Dinas Kehutanan Provinsi dan KPH Batutegi yang telah memberikan izin, dampingan dan dukungan penulis dalam proses penelitian.
 11. Segenap pihak Balai Pengelolaan Daerah aliran Sungai (BPDAS) Way Seputih Way Sekampung yang telah memberikan izin, dampingan dan dukungan penulis dalam proses penelitian.
 12. Segenap pihak Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung yang telah memberikan izin, data curah hujan, data inflow dan dukungan penulis dalam proses penelitian.
 13. Segenap pihak Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) XX Bandar Lampung yang telah memberikan izin, data tutupan lahan dan dukungan penulis dalam proses penelitian.
 14. Kepada Pak Sakirin dan keluarga yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan sampel air penelitian.
 15. Orang tua penulis yaitu Bapak Yusmadi, Alm dan Ibu Sarwati, Bapak Suradi dan Ibu Komiati, yang selalu memberikan ketenangan, kenyamanan, doa, semangat, kasih sayang, dan dukungan moril maupun materil hingga penulis dapat menempuh langkah sejauh ini. Terima kasih selalu berjuang untuk saya sampai saat ini, semoga bapak ibu sehat selalu.
 16. Keluarga Bahagia yaitu Istri Linda Miati dan anak Unna Mikayla Ariza yang selalu memberikan motivasi, semangat, kasih sayang dan do'a.
17. Adik penulis yaitu Yoki Musfika, Yeko Sino dan Putri Ulan Dari yang selalu

memberikan doa, semangat, kasih sayang, serta dukungan hingga penulis bisa sampai dititik ini.

18. Saudara seperjuangan Magister Kehutanan angkatan 2022.
19. Seluruh pihak yang terlibat dalam proses penelitian dan penyusunan tesis ini yang mungkin belum saya sebutkan.

Penulis menyadari bahwa Tesis ini masih jauh dari kata sempurna, tetapi penulis berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandar Lampung, 18 Juli 2025

Penulis,

Yudi Safril Ariza

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Masalah-Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Kerangka Pemikiran.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)	6
2.2 Daerah Aliran Sungai (DAS) Sekampung Hulu	7
2.3 Pengelolaan DAS	9
2.4 Dampak Perubahan Tutupan Lahan.....	11
2.5 <i>Inflow</i>	12
2.6 Erosi dan Pendugaan Erosi	13
2.7 Erosi dan Pendugaan Erosi	13
III. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.3 Data Penelitian	16
3.4 Tahapan Penelitian.....	16
3.5 Metode Pengumpulan Data.....	17
3.6 Analisis Data.....	17
3.6.1 Analisis Perubahan Tutupan Lahan	18
3.6.2 Analisis Curah Hujan	18
3.6.3 Fluktuasi <i>inflow</i>	18
3.6.4 Kualitas Air	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Tutupan Lahan	22
4.1.1 Perubahan Tutupan Lahan DTA Sekampung Hulu.....	27
4.1.2 Perubahan Tutupan Lahan DTA Sangarus	28

4.1.3 Perubahan Tutupan Lahan DTA Rilau	30
4.1.4 Alih Fungsi Lahan Sebagai Pemicu Perubahan Tutupan Lahan di DAS Sekampung Hulu	31
4.2 Curah Hujan	33
4.3 <i>Inflow</i>	37
4.3.1 Koefisien Aliran Tahunan (KAT)	41
4.3.2 Koefisien Regim Aliran (KRA).....	45
4.4 Kualitas Air.....	47
4.4.1 Kualitas DTA Sangarus	52
4.4.2 Kualitas DTA Sekampung Hulu.....	54
4.4.3 Perbandingan Kualitas Air DTA Sangarus dan DTA Sekampung Hulu	57
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	62
5.1 Simpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	64
LAMPIRAN.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pengambilan data	18
2. Pengkategorian nilai fluktuasi <i>inflow</i> (KRA) Parameter	20
3. Pengkategorian nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT)	21
4. Parameter kualitas air (PP Nomor 22 Tahun 2021)	21
5. Perubahan tutupan lahan pada DTA Sekampung Hulu, Sangarus dan Rilau tahun 2010, 2016 dan 2022.....	23
6. Curah Hujan DAS Sekampung Hulu 2010-2022.....	36
7. Data <i>Inflow</i> 2010-2022.....	38
8. Nilai KAT DAS Sekampung Hulu tahun 2010-2022	42
9. Nilai KRA DAS Sekampung Hulu 2010-2022	45
10. Sample pengambilan dan analisis sample Air.....	51
11. Keterkaitan antara beberapa parameter	54
12. Perbandingan DTA Sangarus dan DTA Sekampung Hulu	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran	5
2. Peta lokasi penelitian DAS Sekampung Hulu	17
3. Perubahan tutupan lahan 2010, 2016 dan 2022	24
4. Grafik perubahan tutupan lahan 2010-2022.....	25
5. Grafik perubahan tutupan lahan DTA Sekampung Hulu.....	27
6. Grafik perubahan tutupan lahan DTA Sangarus	29
7. Grafik perubahan tutupan lahan DTA Rilau	30
8. Peta tutupan lahan dan persebaran gapoktan	32
9. Curah hujan Sekampung Hulu	34
10. Grafik Inflow DAS Sekampung Hulu.....	39
11. KAT DAS Sekampung Hulu.....	42
12. KRA DAS Sekampung Hulu	45
13. DTA Sangarus.....	48
14. DTA Sekampung Hulu.....	49
15. Proses pengambilan data <i>insitu</i>	52
16. Pengambilan sample air di Sangarus.....	53
17. Pengambilan sample air di Sekampung Hulu	55
18. Proses packing dan pengiriman sampel ke Laboratorium.....	56

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan satuan wilayah daratan yang menjadi satu kesatuan ekosistem dengan sungai dan seluruh anak sungainya, yang secara alami berfungsi menampung, menyimpan, dan menyalurkan air hujan menuju danau atau laut sebagai bagian dari proses hidrologi. Berdasarkan Undang-Undang No. 37 Tahun 2014, batas DAS di darat ditetapkan oleh pemisah topografis, sedangkan batas di laut mencakup area perairan yang masih mendapat pengaruh aktivitas daratan, sehingga menjadikan DAS sebagai unit penting dalam perencanaan, pengelolaan, dan pelestarian sumber daya air.

DAS Sekampung Hulu merupakan daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi bendungan Batutegi. Penelitian Banuwa (2008) menyatakan bahwa DAS Sekampung Hulu dengan luasan 42.400 hektar saat ini telah mengalami alih fungsi lahan yaitu dari hutan menjadi lahan pertanian yang sangat luas, perubahan lahan tersebut didominasi oleh tanaman utama kopi dan tumpang sari dengan lada, pisang dan kakao. Perubahan penggunaan lahan khususnya lahan hutan akan sangat berpengaruh terhadap kondisi DAS secara umum.

Bendungan Batutegi memiliki fungsi yang sangat penting sebagai penyedia air irigasi untuk pertanian, pembangkit listrik tenaga air (PLTA) dan Penyedia air baku bagi PDAM. Wilayah DAS Sekampung Hulu merupakan penghasil tanaman-tanaman perkebunan dan komoditas ekspor penting di Indonesia seperti kopi, kakao, lada dan lain-lain. Kebutuhan manusia akan lahan pertanian dengan adanya keterbatasan lahan dan meningkatnya kebutuhan masyarakat di DAS Sekampung Hulu menyebabkan terjadinya perubahan tutupan lahan hutan menjadi lahan non hutan.

Perubahan tutupan lahan akan berpengaruh terhadap kondisi hidrologi DAS Sekampung Hulu. Sedangkan lokasi hulu dari DAS Sekampung sebagian besar termasuk ke dalam kawasan hutan lindung. Namun saat ini sebagian kaw lindung tersebut telah mengalami alih fungsi menjadi lahan dari hutan menjadi pertanian yang didominasi oleh kebun campuran dengan tanaman utama kopi. Bisa dilihat dari aktivitas yang terjadi di Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Batutegi semakin tahun semakin bertambahnya Gabungan Kelompok Tani (Gapoktan) yang mengajukan surat izin pengelolaan hutan melalui program perhutanan sosial. Berdasarkan data RPHJP KPH Batutegi terdapat 44 Gapoktan terdiri dari 24 izin HKM, 17 Kemitraan, 3 PS dengan total luasan 47.335 ha (RPHJP Batutegi, 2022). Selain itu, sejak tahun 2007 hingga saat ini, KPH Batutegi mulai menerapkan pola tanam agroforestri kopi. Hingga saat ini, belum diketahui apakah teknik agroforestri kopi dapat memulihkan fungsi hutan lindung, serta memberikan kontribusi signifikan terhadap pendapatan dan peningkatan kesejahteraan petani kopi di KPH Batutegi (Winarni, et al., 2016).

Akibat dari aktivitas konversi lahan melalui pendekatan Hutan Kemasyarakatan (HKm) berpengaruh terhadap fungsi DAS. Sehingga adanya perubahan lahan menjadi non hutan akan mempengaruhi kemampuan lahan dalam menampung air hujan yang jatuh pada permukaan tanah disebut dengan infiltrasi dan aliran permukaan, sehingga hal ini akan mempengaruhi aliran masuk (*inflow*) sebagai volume ketersediaan air bendungan Batutegi dalam menyediakan air pada musim hujan dan musim kemarau. Berdasarkan Penelitian Supriyadi, et al. (2018) perubahan lahan hutan menjadi lahan non hutan menyebabkan berkurangnya aliran air masuk (*inflow*) ke Bendungan Batutegi. Selain itu juga kondisi tersebut berpengaruh terhadap erosi dan menurunya kualitas air yang ditandai dengan keruhnya air karena muatan sedimen yang terbawa, pencemaran dari aktivitas pertanian baik dari bahan kimia yang digunakan (pertisida, herbisida dan insektisida) dan pupuk yang digunakan oleh petani yang berada pada *catchment area*.

1.2. Masalah-Masalah Penelitian

Masalah-maslah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kondisi perubahan tutupan lahan di DAS Sekampung Hulu?
2. Bagaimana akibat perubahan tutupan lahan terhadap fluktuasi *inflow*, KAT dan KRA?
3. Bagaimana kualitas air DAS Sekampung Hulu?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari Penelitian ini adalah:

1. Menganalisis dan menghitung perubahan tutupan lahan di daerah aliran sungai Sekampung Hulu selama periode 2010-2022.
2. Menghitung fluktuasi *inflow*, KAT dan KRA di daerah aliran sungai Sekampung Hulu.
3. Mengukur kualitas air di daerah aliran sungai Sekampung Hulu.

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah menyediakan informasi komprehensif mengenai dinamika perubahan tutupan lahan serta pengaruhnya terhadap fluktuasi inflow dan kualitas air di DAS Sekampung Hulu selama periode 2010–2022. Informasi ini tidak hanya menggambarkan kondisi biofisik DAS secara aktual, tetapi juga memberikan pemahaman mendalam mengenai pola hubungan antara perubahan lanskap, respon hidrologi, dan potensi tekanan terhadap kualitas lingkungan.

Temuan tersebut menjadi dasar penting dalam merumuskan rekomendasi konservasi tanah dan air yang lebih tepat sasaran, sehingga dapat mendukung pengelolaan DAS Sekampung Hulu yang adaptif, berkelanjutan, dan berorientasi pada pemulihan fungsi ekosistem secara menyeluruh

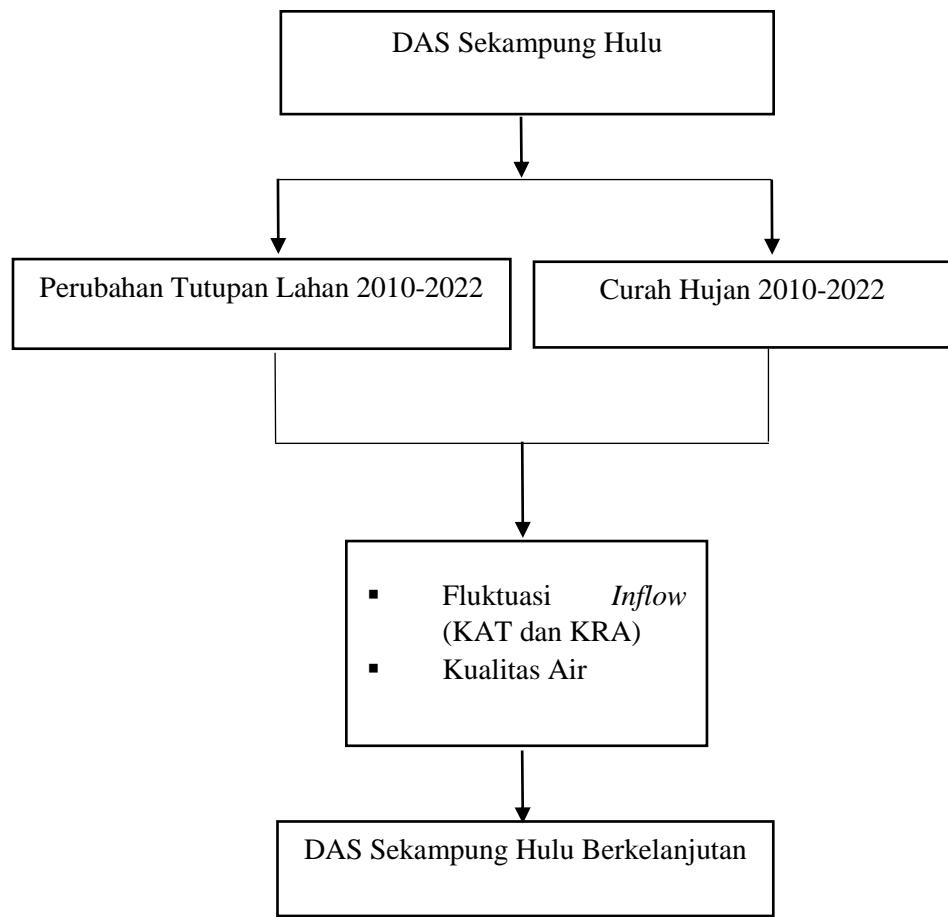
1.5. Kerangka Pemikiran

DAS Sekampung Hulu merupakan kawasan *cathment area* (daerah tangkapan air) bagi Bendungan Batutegi. Wilayah DAS Sekampung Hulu telah mengalami perubahan tutupan lahan dari tahun ke tahun, hal ini terlihat tutupan lahan pada DAS Sekampung Hulu didominasi lahan perkebunan berupa tanaman kopi sebagai tanaman utama dengan tumpangsari lada, pisang, dan kakao. Kondisi tutupan lahan pada DAS Sekampung Hulu akan sangat mempengaruhi kualitas dan kuantitas air pada Bendungan Batutegi yang akan dimanfaatkan sebagai air irigasi, sumber energi PLTA Batutegi dan sumber air baku.

Kondisi tutupan lahan akan sangat mempengaruhi kemampuan suatu lahan dalam menampung air hujan yang jatuh pada permukaan tanah dan aliran permukaan, sehingga hal ini akan mempengaruhi aliran masuk (*inflow*) sebagai volume ketersediaan air bendungan. Perubahan tutupan lahan khususnya lahan hutan akan sangat mempengaruhi kondisi *runoff* dan infiltasi yang terjadi. Begitu juga dengan curah hujan akan sangat bermanfaat ketika akan menghitung berapa jumlah air yang tersedia ketika musim kemarau dan musim kering.

Kualitas air pada suatu tempat akan sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter, baik parameter fisika dan kimia serta penggunaan lahan. Pada area *catchment area* Batutegi sudah terjadi degradasi lahan disebabkan karena penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan kaidah-kaidah konservasi tanah dan air (KTA) di bagian hulu, hal ini akan mengakibatkan tingginya erosi.

Rekomendasi konservasi tanah dan air sangat diperlukan sebagai bentuk upaya perlindungan, pemulihan, peningkatan, dan pemeliharaan fungsi tanah pada lahan sesuai dengan kemampuan dan peruntukan lahan untuk mendukung *catchment area* Batutegi yang berkelanjutan. Secara umum kerangka pemikiran disajikan dalam bentuk bagan alir pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografi dan batas laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan (Undang-undang No. 37 Tahun 2014). DAS juga dapat diartikan sebagai daerah yang di batasi oleh punggung-punggung gunung dimana air hujan yang jatuh pada daerah tersebut akan di tampung oleh punggung gunung tersebut dan akan dialirkan melalui sungai-sungai kecil menuju sungai utama (Asdak, 2010).

Dari definisi di atas, dapat dikemukakan bahwa DAS merupakan ekosistem, dimana unsur organisme dan lingkungan biofisik serta unsur kimia berinteraksi secara dinamis dan di dalamnya terdapat keseimbangan *inflow* dan *outflow* dari material dan energi. Nilai *inflow* ditetapkan dengan menganalisis jumlah hujan yang tercatat setiap bulan (Supriyadi et al., 2018). Selain itu, pengelolaan DAS dapat disebutkan merupakan suatu bentuk pengembangan 8 wilayah yang menempatkan DAS sebagai suatu unit pengelolaan sumber daya alam (SDA) yang secara umum untuk mencapai tujuan peningkatan produksi pertanian dan kehutanan yang optimum dan berkelanjutan (lestari) dengan upaya menekan kerusakan seminimum mungkin agar distribusi aliran air sungai yang berasal dari DAS dapat merata sepanjang tahun.

Dalam mempelajari ekosistem DAS, dapat diklasifikasikan menjadi daerah hulu, tengah dan hilir. DAS bagian hulu dicirikan sebagai daerah konservasi, DAS bagian hilir merupakan daerah pemanfaatan. DAS bagian hulu mempunyai arti penting terutama dari segi perlindungan fungsi tata air, karena itu setiap terjadinya

kegiatan di daerah hulu akan menimbulkan dampak di daerah hilir dalam bentuk perubahan fluktuasi debit dan transport sedimen serta material terlarut dalam sistem aliran airnya. Dengan perkataan lain ekosistem DAS, bagian hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Perlindungan ini antara lain dari segi fungsi tata air, dan oleh karenanya pengelolaan DAS hulu seringkali menjadi fokus perhatian mengingat dalam suatu DAS, bagian hulu dan hilir mempunyai keterkaitan biofisik melalui daur hidrologi. Pemakaian pada lahan yang tidak setaraf dengan rumusan-rumusan konservasi tanah dan air di bagian hulu DAS akan menyebabkan besarnya erosi (Tribiyono et al., 2018).

2.2. Daerah Aliran Sungai (DAS) Sekampung Hulu

DAS Sekampung sebagai salah satu sungai di Provinsi Lampung yang sangat penting terutama untuk memasok kebutuhan air irigasi, sumber air baku perusahaan minum, PLTA, dan industri. Namun, penting untuk diingat bahwa keadaan air di Way Sekampung saat ini menunjukkan penurunan baik dalam hal kualitas maupun kuantitasnya (Katamto, 2012). Intensitas curah hujan yang tinggi Sungai Way Sekampung kerap kali menyebabkan banjir bagi daerah daerah yang dilalui alirannya. Kondisi alam yang menyebabkan Way Sekampung mengalami penurunan fungsi adalah faktor utama bagi kejadian banjir tersebut. Perubahan tata guna lahan di DAS dan pada tebing kanan kiri sungai Way Sekampung memberi dampak yang cukup besar terhadap morfologi dasar sungai. Dampak dari perubahan hutan menjadi area dan praktik pertanian tanpa memperhatikan kapasitas serta teknologi pemeliharaan tanah dan air, telah mengakibatkan kerusakan atau degradasi daerah aliran sungai Sekampung Hulu (on site) dan di bagian hilirnya (off site) (Banuwa et al., 2008).

DAS Sekampung adalah salah satu daerah aliran sungai yang menjadi prioritas nasional untuk rehabilitasi di provinsi Lampung, mencakup area yang menjangkau tujuh kabupaten (Tanggamus, Pringsewu, Pesawaran, Lampung Selatan, Metro, Bandar Lampung, dan Lampung Timur). Dengan total luas 484.000 hektar, DAS Sekampung memiliki area irigasi seluas 66.500 hektar. Meskipun luasnya yang

cukup besar, sejak tahun 1984, DAS Sekampung telah ditentukan sebagai salah satu dari 22 DAS di Indonesia yang berada dalam kondisi kritis (Nurhaida et al., 2005). DAS Sekampung Hulu adalah area yang sangat krusial dalam DAS Sekampung, sebab kerusakan tanah akibat erosi di area hulu DAS dapat memberikan dampak negatif pada daerah sekitarnya. Hal ini tidak hanya berpotensi menyebabkan penurunan produktivitas lahan, berkurangnya pendapatan bagi para petani, dan munculnya lahan kritis, tetapi juga mempengaruhi wilayah hilir DAS yang mengalami masalah seperti sedimentasi di waduk, banjir, dan kekurangan air.

DAS Sekampung Hulu seluas 82.201,41 ha saat ini sudah sangat penting untuk ditangani, karena sebagian besar DAS Sekampung Hulu telah mengalami alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian. Morfologi Sub DAS Sekampung Hulu berbentuk memanjang dengan panjang sungai utama 77,5 km dan kelilingnya 180,9 km (BPDASHL WSS, 2009). Saat ini luas hutan di DAS Sekampung Hulu tersisa seluas 7.396,33 ha, semak belukar 3.201,83 ha, sawah seluas 1.746,34 ha, pertanian lahan kering campur yang mendominasi daerah Sekampung Hulu seluas 66.107,46 ha, dan pertanian lahan kering seluas 561,82 ha yang didominasi oleh tanaman kopi dengan variasi campurannya adalah lada, pisang, dan kakao (Ditjen PKTL KLHK, 2019). Dengan luasan hutan yang semakin berkurang digantikan pertanian lahan kering dan pemukiman dalam wilayah DAS Sekampung Hulu, perubahan kualitas karakteristik hidrologi dapat terjadi. Semakin banyak area terbangun DAS maka proses peresapan air permukaan menjadi air tanah akan terganggu (Pratama and Yuwono, 2016).

DAS Sekampung Hulu adalah wilayah yang berfungsi sebagai catchment area untuk Bendungan Batutegi dengan luas sekitar 42.000 hektar. Bendungan Batutegi berada di Desa Way Harong, Kecamatan Pulau Panggung, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung, sekitar 90 km ke arah Barat Daya dari kota Bandar Lampung, dibangun di Sungai Way Sekampung yang terletak kurang lebih 65 km dari hulu bendung Argoguruh. Tujuan pembuatan Bendungan Batutegi adalah untuk memberikan solusi bagi irigasi Way Sekampung, melalui

manfaat tambahan seperti penyediaan listrik, air bersih, pariwisata, pengendalian banjir, dan dukungan sektor perikanan (Heryani dan Sutrisno, 2012).

2.3. Pengelolaan DAS

Pengelolaan daerah aliran sungai yang berkelanjutan dapat dijelaskan sebagai suatu pendekatan dalam menyusun sistem pengelolaan sumber daya DAS yang mampu memproduksi barang dan layanan yang mencukupi dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan saat ini serta generasi yang akan datang (Edward, 2015). Pengelolaan DAS umumnya mengacu pada pengelolaan dua elemen utama yang dianggap paling penting, yakni sumber daya tanah dan air. Sementara itu, elemen lain seperti iklim, tumbuhan, bentuk muka bumi, dan manusia juga diperlukan sebagai variabel dalam pengelolaan (Faudy dan Azizah, 2008).

Keberadaan air di dalam ekosistem sungai sangat penting bagi manusia untuk memenuhi berbagai keperluan sehari-hari seperti mengonsumsi, memasak, membersihkan, sanitasi, mengubah lahan tandus menjadi subur, menyediakan ikan, menyuplai air untuk tempat tinggal dan sektor industri, memproduksi energi melalui Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), serta mendukung industri pariwisata, guna memastikan ketersediaannya dalam berbagai waktu dan tempat (Saputra et al., 2012).

Pengelolaan DAS bertujuan untuk mencegah kerusakan (mempertahankan kapasitas) serta memperbaiki kerusakan yang ada (pemulihan kapasitas). Dalam merencanakan dan mengelola DAS, faktor-faktor biofisik, sosial ekonomi, dan kelembagaan harus saling terintegrasi untuk mencapai keberlanjutan berbagai jenis penggunaan lahan di dalam DAS dengan cara yang aman dan tepat secara teknis, sehat secara lingkungan, layak secara ekonomi, serta dapat diterima oleh masyarakat. Pengelolaan DAS yang efektif adalah pemanfaatan sumber daya alam di dalam DAS secara rasional untuk meraih hasil maksimum dalam jangka waktu tanpa batas, serta meminimalkan risiko kerusakan (degradasi lahan) seefisien mungkin, dengan menghasilkan air yang merata sepanjang tahun (Banuwa et al.,

2008). Artinya, setiap jenis keuntungan dari sumber daya alam yang dilakukan dengan memperhatikan dan mempertimbangkan faktor-faktor keberlanjutan DAS maka diharapkan di masa depan generasi selanjutnya akan merasakan keuntungan tersebut (Sofyan et al., 2015).

Pengelolaan DAS yang berkelanjutan merupakan usaha untuk memanfaatkan sumber daya alam di dalam DAS dengan cara yang bijaksana. Untuk memastikan bahwa sumber daya alam, terutama tanah, digunakan secara bijak, langkah awal yang perlu diambil adalah menentukan kemampuan setiap unit lahan, sehingga setiap area yang digunakan sesuai dengan kapasitasnya, demi kelestarian lahan (Banuwa et al., 2008).

Rehabilitasi hutan dan lahan (RHL) adalah komponen dari manajemen hutan dan lahan yang berada dalam konteks Daerah Aliran Sungai. Kegiatan rehabilitasi berperan untuk menutup celah saat sistem perlindungan tidak mampu menyeimbangkan hasil-hasil dari praktik budidaya hutan dan lahan, yang mengakibatkan terjadinya deforestasi dan penurunan kualitas hutan serta lahan. Rehabilitasi lahan adalah upaya untuk memperbaiki, mengembalikan, dan meningkatkan kondisi lahan yang mengalami kerusakan agar dapat berfungsi secara maksimal, baik sebagai elemen produksi, media pengaturan sumber air, maupun sebagai unsur yang melindungi alam dan lingkungan sekitarnya.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2012 pengelolaan DAS adalah upaya manusia dalam mengatur hubungan timbal balik antara sumberdaya alam dengan manusia di dalam DAS dan segala aktivitasnya, agar terwujud kelestarian dan keserasian ekosistem serta meningkatnya kemanfaatan sumberdaya alam bagi manusia secara berkelanjutan. Pengelolaan DAS secara utuh sebagaimana dimaksud pada ayat (1) diselenggarakan melalui tahapan:

- a) Perencanaan;
- b) Pelaksanaan;
- c) Monitoring dan evaluasi; dan

- d) Pembinaan dan pengawasan.

Konsep pengelolaan DAS yang efektif harus didukung oleh kebijakan yang terencana dengan baik, sehingga dapat mendorong praktik pengelolaan lahan yang menolong dalam pencegahan kerusakan tanah dan air. Program pengelolaan DAS yang memiliki tujuan untuk meningkatkan hasil produksi lahan hendaknya tidak melupakan pentingnya penerapan praktik pengelolaan yang ramah lingkungan. Praktik pengelolaan DAS untuk mengurangi tingkat erosi dan sedimentasi serta permasalahan terkait sumber daya air, seharusnya tidak melupakan betapa pentingnya peran hulu dari DAS dalam menciptakan barang dan layanan. Isu krusial yang perlu dibahas adalah bagaimana menyusun strategi pengelolaan untuk hulu DAS yang dapat mendongkrak pendapatan para penghuni kawasan tersebut melalui pemanfaatan sumber daya alam yang berkelanjutan (Arsyad, 2010).

2.4. Dampak Perubahan Tutupan Lahan Tepat DAS

Konversi lahan hutan yang memiliki fungsi sebagai penyimpan tata air menjadi areal permukiman, sawah, atau pertanian lainnya akan menghilangkan peranan daerah hulu sebagai wilayah resapan air dan perlindungan daerah di bawahnya. DAS Sekampung Hulu telah mengalami alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian. Saat ini di DAS Sekampung Hulu yang merupakan hutan seluas 7.396,33 ha, semak belukar 3.201,83 ha, sawah seluas 1.746,34 ha, pertanian lahan kering campur yang mendominasi daerah Sekampung Hulu seluas 66.107,46 ha, dan pertanian lahan kering seluas 561,82 ha (Ditjen PKTL KLHK, 2019). Angka yang terbilang rendah karena area hulu dari DAS seharusnya berfungsi sebagai zona penyerap air. Daerah ini seharusnya memiliki persentase tutupan hutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan lainnya. Apalagi jika merujuk pada ketentuan dalam UU No. 41 tahun 1999 tentang kehutanan yang menetapkan bahwa luas area hutan dalam suatu DAS harus mencapai 30 % dari total luas DAS atau pulau dengan distribusi yang seimbang, maka situasi di wilayah hulu DAS Sekampung ini sangat memprihatinkan (Salim

et al., 2019). Dampak yang sering kali akan muncul adalah erosi yang terjadi di area hulu dan pengendapan di tubuh sungai maupun sepanjang hilir.

Erosi dan Sedimentasi adalah proses di mana butiran tanah terlepas dari induknya di suatu area dan terbawa oleh aliran air atau angin, lalu diendapkan di lokasi yang berbeda (Suripin, 2002). Menurut (Suripin, 2002), terjadinya erosi dan sedimentasi dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti sifat hujan, sudut kemiringan lereng, keberadaan tanaman penutup, serta kemampuan tanah dalam menyerap dan mengalirkan air ke lapisan tanah atas. Dampak dari erosi tanah bisa menyebabkan terjadinya sedimentasi di sungai, yang berpotensi mengurangi kapasitas tampung sungai. Selain itu, aliran air di permukaan juga membawa dampak erosi dan sedimentasi. Erosi dapat mempengaruhi produktivitas lahan di bagian hulu DAS dan memberi imbas negatif pada bagian hilir dalam bentuk timbunan sedimen, serta dapat menyebabkan masalah kekeringan saat musim kemarau dan banjir pada saat musim hujan (Tribyono et al., 2018).

2.5. *Inflow*

Inflow adalah jumlah air yang datang atau ketersediaan air yang berasal dari sumber seperti sungai, hujan, dan mata air (Hadryana et al., 2015). Perubahan volume *inflow* dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk rata-rata curah hujan di 11 wilayah (P) dan limpasan (RO); kedua elemen ini memiliki dampak yang berbeda terhadap *inflow* di setiap wilayah, tergantung pada karakteristik geografis, seperti kemiringan/topografi, geologi, geomorfologi, penggunaan lahan, iklim, erosi, jenis tanah, hidrologi, dan vegetasi (Atmaja et al., 2018). Data *inflow* sangat krusial dalam merencanakan proyek penyimpanan air atau bendungan dengan mempertimbangkan estimasi ketersediaan air (*inflow*) untuk memastikan pasokan air setiap tahun, baik pada musim hujan maupun musim kemarau.

Tingkat aliran air masuk (*inflow*) di sebuah waduk atau bendungan menjadi elemen krusial dalam memastikan pasokan air untuk irigasi yang diperlukan oleh tanaman, terkhusus pada saat musim kering, serta berperan sebagai jaminan ketersediaan sumber air baku (Supriadi dan Rivai, 2018). Data fluktuasi volume

air sangat diperlukan untuk mengetahui perubahan volume dan kualitas air yang tertampung pada waduk atau bendungan sehingga dapat menghitung layanan bendungan dalam memenuhi kebutuhan air irigasi, produksi listrik, dan pemanfaatan air lainnya (Suryawan et al., 2020). Perhitungan volume air dapat dilakukan dengan adanya data elevasi muka air, nilai elevasi muka air dipengaruhi oleh *inflow*, sedimen dan rambu ukur (Purwati et al., 2010). Debit aliran sungai yang dijelaskan oleh Tommi (2011) merupakan volume air yang mengalir di suatu lokasi dalam satuan waktu tertentu, diukur dalam m³/detik. Dampak dari pemanfaatan lahan terhadap debit sungai dapat dianalisis melalui metode statistika (Yendri et al., 2019).

2.6. Erosi dan Pendugaan Erosi

Erosi merupakan proses yang melibatkan pemindahan atau pengangkutan tanah atau komponen-komponennya dari satu lokasi ke lokasi lainnya melalui agen-agen alami. Tanah atau elemen tanah dari suatu area dapat mengalami kekikisan dan kemudian diangkut untuk diendapkan di lokasi yang berbeda (Arsyad, 2010). Erosi dan sedimentasi adalah faktor-faktor utama yang menyebabkan penurunan produktivitas lahan pertanian, serta menurunnya jumlah dan kualitas sumber air. Erosi sendiri mencakup sebelas tahap: pelepasan partikel-partikel tanah, pengangkutan partikel-partikel tanah, dan pengendapan kembali partikel-partikel tanah yang telah terangkut (Jauhari, 2012).

Menurut Arsyad (2010), secara umum, erosi merupakan suatu proses yang mengakibatkan permukaan bumi menjadi rata, dimana yang terjadi adalah pengikisan di bagian atas dan pengendapan di bagian bawah. Namun, karena proses perataan itu sering menimbulkan berbagai masalah, baik di lokasi maupun di luar lokasi, penting untuk mencegah erosi yang berlebihan. Di area yang tidak rata, terlepas dari seberapa besar kemiringan lerengnya, erosi akan selalu terjadi. Meskipun demikian, dalam kondisi alami, tingkat erosi yang terjadi adalah rendah dan berada di bawah ambang batas yang diperkenankan. Erosi tanah akibat curah hujan menjadi isu penting dalam pengelolaan daerah aliran sungai dan

pembangunan di Indonesia, serta menjadi tanda terjadinya degradasi lahan dan penyebab menurunnya produktivitas lahan (Aulyiani dan Wijaya, 2017).

Faktor topografi yang mempengaruhi tingkat erosi mencakup sudut kemiringan dan panjang lereng. Semakin curam kemiringan lereng, semakin besar pula erosi akibat air. Ini terkait dengan peningkatan energi kinetik dari aliran air yang bertambah seiring dengan kemiringan lereng yang lebih curam. Karakteristik tanah yang berpengaruh terhadap erosi termasuk kepekaan atau erodibilitas tanah. Nilai erosi akan meningkat sejalan dengan bertambahnya tingkat erodibilitas suatu tanah. Semakin tinggi angka indeks erodibilitas tanah (K), semakin sedikit kekuatan tanah sehingga tanah tersebut menjadi lebih mudah tererosi. Penggunaan lahan hutan, pertanian tunggal, dan pertanian campuran pada kemiringan yang serupa menunjukkan variasi dalam tingkat erosi. Perbedaan ini disebabkan, antara lain, oleh jenis vegetasi yang terdapat pada masing-masing lahan tersebut (Arifin, 2010).

Tingkat risiko erosi pada dasarnya dapat ditentukan melalui perhitungan rasio antara tingkat erosi tanah (A) dan tingkat erosi yang masih dapat diterima. Pengelolaan tanaman dan praktik konservasi menjadi faktor krusial dalam erosi pada area penelitian tertentu. Hal ini sejalan dengan argumen (Asdak, 2010) yang menyatakan bahwa untuk berhasil melaksanakan program konservasi tanah, salah satu informasi utama yang perlu dipahami adalah tingkat risiko erosi (TBE) atau Indeks Erosi (IE) 12 dalam suatu DAS atau sub-DAS yang sedang diteliti. Dengan memahami tingkat risiko erosi di suatu DAS atau pada masing-masing sub-DAS, prioritas untuk rehabilitasi tanah dapat ditetapkan (Bukhari et al., 2015).

Prediksi erosi adalah cara untuk mengestimasi kecepatan erosi yang mungkin terjadi pada tanah yang dimanfaatkan untuk berbagai penggunaan lahan dan pengelolaan tertentu. Saat ini, model parametrik merupakan metode yang paling sering dipakai untuk memprediksi erosi, terutama yang termasuk dalam kategori kotak kelabu (Banuwa, 2013). Menurut (Arsyad, 2010), teknik prediksi berfungsi sebagai sarana untuk mengevaluasi sejauh mana sebuah program atau upaya

konservasi tanah berhasil dalam menekan erosi di sebuah area atau di suatu daerah aliran sungai (DAS). Selain itu, prediksi erosi juga berperan sebagai alat bantu dalam pengambilan keputusan dalam perencanaan konservasi tanah di suatu lokasi.

Total Suspended Solid (TSS) adalah salah satu pendekatan untuk menilai besarnya erosi melalui akumulasi sedimen dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Landasan pengelolaan DAS dapat dimanfaatkan untuk memperkirakan tingkat erosi yang terjadi pada suatu DAS, terutama dalam konteks penggunaan lahan (Asdak, 2010). Sebagaimana diungkapkan oleh Asdak (2010), metode SDR (Sediment Delivery Ratio) dapat dimanfaatkan untuk menghitung besarnya volume sedimen (Tribyono et al., 2018). Risiko erosi pada dasarnya dapat diukur dengan menghitung perbandingan antara laju pengikisan tanah (A) dengan laju pengikisan yang masih dapat ditoleransi. Aspek pengelolaan tanaman dan praktik konservasi memiliki peranan krusial dalam kejadian erosi di area penelitian (Bukhari dan Lubis, 2015).

2.7. Dampak Perubahan Tutupan Lahan terhadap Laju Erosi

Perubahan tutupan lahan merupakan salah satu faktor yang sangat menentukan tingkat kerentanan tanah terhadap erosi di suatu Daerah Aliran Sungai (DAS). Vegetasi yang menutupi permukaan tanah memiliki fungsi penting sebagai pelindung alami yang meredam energi hujan, memperlambat aliran permukaan, serta memperkuat struktur tanah melalui akar. Ketika tutupan vegetasi mengalami perubahan, terutama akibat pembukaan hutan, perluasan lahan pertanian, pembangunan permukiman, atau praktik pengelolaan yang tidak berkelanjutan dan fungsi perlindungan tersebut menurun sehingga meningkatkan risiko terjadinya erosi (Arsyad, 2010).

Perubahan kondisi vegetasi juga mengubah interaksi antara curah hujan, karakteristik fisik tanah, dan besarnya limpasan permukaan. Tutupan hutan, misalnya, memiliki kemampuan tinggi dalam menahan dan mengintersepsi hujan, sehingga mengurangi detasemen butir tanah. Serasah dan akar tanaman turut

memperbaiki infiltrasi serta menjaga stabilitas agregat tanah. Ketika kawasan berhutan dialihkan menjadi lahan terbuka atau sistem pertanian intensif, tanah menjadi lebih terekspos dan mudah tererosi oleh air hujan karena infiltrasi menurun dan limpasan meningkat (Morgan, 2005).

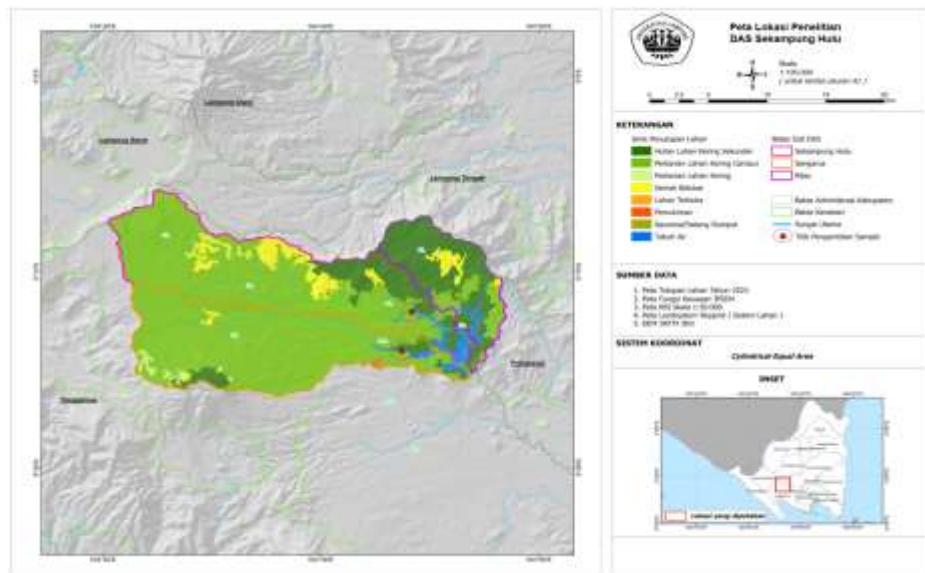
Perubahan penutup lahan juga berdampak pada meningkatnya muatan sedimen (*sediment yield*) yang masuk ke sungai. Ketika vegetasi hilang pada daerah hulu atau kawasan dengan kemiringan lereng tajam, jumlah sedimen yang terangkut aliran permukaan menjadi lebih besar. Akumulasi sedimen ini pada akhirnya dapat menyebabkan pendangkalan badan sungai, menurunkan kapasitas tampung waduk, mengganggu kualitas air, serta meningkatkan risiko banjir pada bagian hilir DAS (Bhattacharya & Bol, 2007). Dampak tersebut menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan tidak hanya mempengaruhi tanah pada lokasi tertentu, tetapi juga memberikan efek sistemik terhadap kondisi hidrologi keseluruhan DAS.

Selain itu, hilangnya vegetasi turut mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah, seperti porositas, kestabilan agregat, dan kandungan bahan organik. Tanah yang sering diolah atau dibiarkan tanpa penutup cenderung mengalami degradasi struktur, sehingga semakin mudah terdispersi oleh energi hujan. Penurunan bahan organik memperlemah agregasi tanah, yang pada akhirnya meningkatkan laju erosi (Morgan, 2005). Kondisi ini mempertegas bahwa perubahan tutupan lahan memainkan peran sentral dalam mempercepat proses degradasi lahan.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada 22 November 2022 – 18 Agustus 2023 berlokasi di DAS Sekampung Hulu yang mencakup wilayah Kabupaten Tanggamus, peta lokasi disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta lokasi penelitian DAS Sekampung Hulu

3.2. Alat dan Bahan

Alat yang dipakai dalam melaksanakan penelitian meliputi, kamera, GPS (*Global Positioning System*) dan Software pendukung (Arc.GIS 10.3, Microsoft Excel), ember, botol air dan alat laboratorium (cawan, Spectrophotometer, DO (*Dissolved Oxygen* dan EC/pH meter WM-32EP) *Bench Meters*, COD Digestion, Oven Memmert, Analytical Balance dan Centrifuge. Bahan yang dipakai yaitu sampel air sungai Sekampung Hulu, data CH (curah hujan), data *inflow*, peta dan data *land use* DAS Sekampung Hulu.

3.3. Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi data primer dan data sekunder. Komponen, jenis, sumber data, dan cara pengambilan data disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Pengambilan Data

No	Komponen Data	Jenis Data	Sumber Data	Cara Pengumpulan Data
1	40 Sampel air dengan pengambilan sample setiap bulan	Primer	Pengambilan sample di lokasi penelitian dari bulan 22 November 2022- 18 Agustus 2023	Pengambilan langsung, lab, pengolahan data
2	Peta Tutupan Lahan 2010-2022	Primer	1. BPKH 2. Citra Satelit 3. BPDAS	Pengolahan data dengan OCC
3	Data Curah Hujan 2010-2022	Sekunder	Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji-Sekampung	Studi Pustaka
4	<i>Inflow</i> 2010-2022	Sekunder	Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji-Sekampung	Studi Pustaka
5	Debit 2010-2022	Sekunder	Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji-Sekampung	Studi Pustaka

3.4. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan diantaranya adalah.

1. Tahap mempersiapkan data. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan, data *inflow* Bendungan Batutegi, data tutupan lahan di DAS Sekampung Hulu tahun 2010 sampai 2020.
2. Melakukan analisis terhadap peta digital. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan data tutupan lahan di wilayah DAS Sekampung Hulu. Jenis tutupan lahan yang dianalisis lahan terbagi atas tutupan lahan hutan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campuran, semak/belukar, pemukiman, lahan terbuka, badan air.

3. Melakukan analisis data terhadap data curah hujan bulanan dan *inflow* bulanan. Analisis ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan dari kedua data tersebut.
4. Penentuan lokasi dan pengambilan pengambilan sample air di 2 lokasi yaitu Way Sekampung dan Sangarus. Melakukan pencatatan data dilokasi pengambilan sampel, meliputi: tanggal dan waktu pengambilan sampel, dan kondisi kenampakan sungai (topografi, vegetasi, dan kondisi usai hujan atau tidak). Pengukuran suhu air, *Elec. Conductivity*, pH, dan *Dissolved Oxygen* (DO).
5. Melakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air di Laboratorium antara lain TSS, NO₃, PO₄ dan COD.

3.5. Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahap. Tahap pertama melibatkan identifikasi lokasi untuk pengumpulan sampel air dan penentuan koordinat menggunakan GPS di DAS Sekampung Hulu. Lokasi penelitian ditetapkan pada dua titik yang berada di dua Sub DAS Sekampung Hulu. Berikutnya adalah pengambilan sampel air di setiap titik pengamatan.

Tahap selanjutnya adalah mengumpulkan informasi pendukung. Informasi yang dipakai dalam penelitian ini meliputi data curah hujan per bulan, data aliran sungai bulanan, data tata guna lahan (tipe penggunaan lahan yang dianalisis mencakup hutan, pertanian lahan kering, kawasan permukiman, semak, dan waduk), jenis tanah (yang terdiri dari tanah lithosol dan latosol), serta kemiringan lahan yang terdapat di Daerah Aliran Sungai Sekampung Hulu.

3.6. Analisis Data

Terdapat empat tahapan analisis data yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya sebagai berikut.

3.6.1. Analisis Perubahan Tutupan Lahan

Analisis tutupan lahan dilakukan pada periode tahun 2010 sampai 2022. Analisis data tutupan lahan menggunakan dengan *software Ecognition Developer* dengan metode *Object Oriented Classification* (OOC) terhadap citra landsat tahun 2010-2016 sampai 2022, sehingga memperoleh data hasil klasifikasi tutupan lahan tahun tersebut. Tutupan lahan terbagi atas hutan, pertanian lahan kering, pertanian lahan kering campuran, semak/belukar, pemukiman, lahan terbuka dan badan air. Tujuan analisis ini adalah mengetahui perubahan dan kondisi masing-masing tutupan lahan.

3.6.2. Analisis Curah Hujan

Data curah hujan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji-Sekampung (BBWS-MS). Bentuk tabulasi data curah hujan yaitu meliputi curah hujan harian per-bulan, total curah hujan, rata-rata curah hujan, curah hujan minimum, dan curah hujan maksimum. Data curah hujan yang digunakan pada penelitian ini merupakan data curah hujan yang ada di Bendungan Batutegi. Tujuan dari menghitung curah hujan untuk mengetahui *inflow* musim hujan dan musim kemarau.

3.6.3. Fluktuasi *Inflow*

Analisis fluktuasi *inflow* dilakukan dengan cara membandingkan antara *inflow* minimum pada musim kemarau dengan *inflow* maksimum pada musim hujan selama satu tahun pada DAS.

$$\text{KRA} = \frac{\text{Inflow maksimum atau Qmax}}{\text{Inflow Minimum atau Qmin}}$$

Tabel 2. Pengkategorian nilai fluktuasi *inflow* (KRA) Parameter

Nilai	Kelas / Kategori	Skor	Kriteria
$\text{KRA} \leq 20$	Sangat Rendah	0,50	Sangat Baik
$20 < \text{KRA} \leq 50$	Rendah	0,75	Baik
$50 < \text{KRA} \leq 80$	Sedang	1	Sedang
$80 < \text{KRA} \leq 110$	Tinggi	1,25	Buruk
$\text{KRA} > 110$	Sangat Tinggi	1,50	Sangat Buruk

Sumber: Permenhut P.61/Menhut-II/2014.

Koefisien aliran tahunan adalah perbandingan antara tebal limpasan tahunan (mm) dengan tebal hujan tahunan (mm) di DAS atau dapat dikatakan berapa persen curah hujan yang menjadi limpasan (*runoff*) di DAS.

$$\text{KAT} = \frac{Q \text{ tahunan}}{P \text{ tahunan}}$$

Keterangan:

Q tahunan = tebal limpasan tahunan (mm)

P tahunan = tebal hujan tahunan (mm)

Tabel 3. Pengkategorian nilai Koefisien Aliran Tahunan (KAT)

Nilai	Kelas/ Kategori	Skor	Kriteria
$\text{KAT} \leq 0,2$	Sangat Rendah	0,50	Sangat Baik
$0,2 < \text{KAT} \leq 0,3$	Rendah	0,75	Baik
$0,3 < \text{KAT} \leq 0,4$	Sedang	1	Sedang
$0,4 < \text{KAT} \leq 0,5$	Tinggi	1,25	Buruk
$\text{KAT} > 0,5$	Sangat Tinggi	1,50	Sangat Buruk

Sumber: Permenhut P.61/Menhut-II/2014.

3.6.4. Kualitas Air

Kualitas air merupakan suatu hal yang harus dilakukan pada penelitian ini.

Beberapa parameter yang digunakan pada penelitian kali sebagai berikut:

Tabel 4. Parameter kualitas air (PP Nomor 22 Tahun 2021)

No	Parameter	Alat dan Metode	Baku Mutu	
Parameter Fisika				
1	TSS (mg/L)	Metode gravimetri	100	
2	Suhu (°C)	EC/pH meter (analisis <i>insitu</i>)	WM-32EP	Deviasi 3
Parameter Kimia				
1	pH	EC/pH meter (analisis <i>in situ</i>)	WM-32EP	6–9
2	DO (mg/L)	DO metter Hanna (analisis <i>in situ</i>)		>6
3	NO_3 (mg/L)	Metode spektrofotometer		$\geq 0,50$
4	PO_4 (mg/L)	Metode spektrofotometer		≥ 1
5	COD (mg/L)	Metode refluks (SNI 6989-73-2009)		≥ 80
6	Electrical conductivity Ms/cm	EC/pH meter (Analisis <i>insitu</i>)	WM-32EP	0.20

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data spasial dan temporal, serta uji kualitas air di laboratorium, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam kurun waktu 2010–2022, DAS Sekampung Hulu mengalami perubahan tutupan lahan yang mencolok. Pada tahun 2022 telah terjadi penambahan hutan sekunder sebesar 31,44%, kenaikan pertanian lahan kering campur 12.03%, penurunan pertanian lahan kering -67,70%, penurunan savana -100%, penurunan semak belukar -66,32%, kenaikan tubuh air 12,10% dan yang menjadi poin ditahun 2022 adalah adanya penambahan aktivitas yaitu lahan terbuka 22,16 ha dan pemukiman 71,19 ha.
2. Fluktuasi *inflow* ke Bendungan Batutegi menunjukkan cukup tinggi setiap tahunnya, *inflow* tertinggi di 2016 dengan $9.100.544 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan terendah di 2012 dengan $5.277.990 \text{ m}^3/\text{detik}$. Nilai rata-rata KAT 0.37 dengan kriteria sedang, sedangkan KRA 44,41 dengan dengan kategori rendah.
3. Berdasarkan hasil pengujian kualitas air pada DAS Sekampung Hulu termasuk kategori tercemar ringan hingga sedang masuk kedalam kelas II menurut baku mutu PP No. 22 tahun 2021. Tingginya nilai TSS dan COD menunjukkan adanya beban pencemaran dari aktivitas pertanian dan erosi.

5.2. Saran

1. Perlu dilakukan pemantauan tutupan lahan secara berkala (minimal setiap 3–5 tahun) menggunakan citra resolusi tinggi untuk mengidentifikasi perubahan kecil seperti perluasan pemukiman, pembukaan lahan, dan dinamika pertanian lahan kering. Pemantauan ini penting agar intervensi konservasi dapat dilakukan lebih cepat dan tepat sasaran.
2. Diperlukan evaluasi efektivitas program konservasi lahan di DAS Sekampung Hulu, termasuk keberhasilan agroforestri, rehabilitasi hutan, dan pengendalian erosi. Hal ini penting untuk menilai intervensi mana yang paling berpengaruh terhadap stabilisasi inflow dan perbaikan kualitas air.
3. Penelitian ke depan disarankan mengintegrasikan variabel sosial-ekonomi, seperti pola tanam, penggunaan pupuk/pestisida, serta praktik pengelolaan lahan oleh masyarakat untuk memahami faktor pendorong perubahan tutupan lahan dan dampaknya terhadap kualitas air.

DAFTAR PUSTAKA

- Anisuzzaman, M., et al. (2021). Impact of land cover change on surface runoff and water balance in a tropical watershed. *Hydrology Research*, 52(3), 684–699. <https://doi.org/10.2166/nh.2021.049>.
- Arifin, M. 2010. Kajian sifat fisik tanah dan berbagai penggunaan lahan dalam hubungannya dengan pendugaan erosi tanah. *Jurnal Pertanian Maperta*. 12(2): 111–115.
- Arsyad S. 2010. *Konservasi Tanah dan Air*. Buku. Serial Pustaka IPB Press. Bogor. 110 hlm.
- Asdak, C. 2007. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Asdak, C. 2010. *Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Buku. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. 420 hlm.
- Atmaja, D.M., Budiastuti, M.S., Setyono, P. and Sunarto. 2018. An ecohydrological-based management of Lake Beratan in Bedugul, Bali. Prosidding. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 148 p.
- Auliyan, D., Wijaya, W.W. 2017. Perbandingan prediksi hasil sedimen menggunakan pendekatan model Universal Soil Loss Equation dengan pengukuran langsung. *Jurnal Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. 1(1): 61–71.
- Balai Wilayah Sungai Lampung. (2019). Laporan kualitas air dan sedimentasi Bendungan Batutegi tahun 2019. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Bhattacharya, R., & Bol, R. (2007). Soil erosion, carbon dynamics, and land-use change. *Land Degradation & Development*, 18(6), 543–556.
- Banuwa, I.S., N. Sinukaban., S.D. Tarigan, dan D. Darusman. 2008. Evaluasi Kemampuan Lahan DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Tanah Tropika*. 13 (2): 147

- Banuwa, I.S. 2013. *Erosi*. Buku. Kencana Prenada Media Group. Jakarta. 206 hlm.
- Boyce, 1975. Sediment Routing and Sediment Delivery Ratios. In Present and Prospective Technology for Predicting Sediment Yield and Sources, USDA.
- Ebeid, M. M., Lal, R., Hall, G. F., and Miller, E. (1995). Efek erosi pada sifat tanah dan hasil kedelai dari tanah Miamian di Ohio Barat pada musim dengan curah hujan di bawah normal. *Teknologi Tanah*, 8, 97–108. [https://doi.org/10.1016/0933-3630\(95\)00010-9](https://doi.org/10.1016/0933-3630(95)00010-9).
- Edwards, P.J. 2015. A primer on watershed management. *Journal of Contemporary Water Research and Education*. 154(2): 1-2.
- Effendi, H. (2003). Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Fuady, Z., Azizah, C. 2008. Tinjauan Daerah Aliran Sungai Sebagai Sistem Ekologi dan Manajemen Daerah Aliran Sungai. *Jurnal Lentera*. 6: 1-10.
- Fitriani, D., Wibowo, S. B., dan Wahyuni, S. (2019). Analisis kualitas air di Bendungan Batutegi sebagai sumber air baku di Provinsi Lampung. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(1), 55–64. <https://doi.org/10.14710/jil.17.1.55-64>.
- Ganasri, B. P., & Ramesh, H. (2016). Assessment of soil erosion by RUSLE model using remote sensing and GIS: A case study of Nethravathi Basin. *Geoscience Frontiers*, 7(6), 953–961.
- Gusli, S., et al. (2020). Evaluasi Koefisien Aliran Permukaan di DAS Jeneberang dengan Menggunakan Pendekatan SWAT. *Jurnal Hidroteknik*, 13(2), 84–92.
- Hadryana, I.M.A.D., Arsana, I. G. N. K. dan Suryantara, I. P.G. 2015. Analisis Keseimbangan Air/Water Balance di Das Tukad Sungi Kabupaten Tabanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. 19 (2): 99-107.
- Handayani, R., Nurrahmawati, I., dan Santosa, H. (2021). Analisis kualitas air sungai berdasarkan parameter fisika dan kimia di Kabupaten Sleman. *Jurnal Ilmiah Lingkungan*, 9(2), 155–162. <https://doi.org/10.15294/jil.v9i2.44657>.
- Heryani, N. dan Sutrisno, N. 2012. Perencanaan Penggunaan Lahan di Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Batutegi untuk Mengurangi Sedimentasi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 6(1): 23-32.

- Hidayat, H., Rudiarto, I., dan Marfai, M. A. (2018). Pengaruh alih fungsi lahan terhadap kondisi biofisik DAS di Lampung. *Jurnal Wilayah dan Lingkungan*, 6(1), 55–70.
- Hidayati, L., Hasanah, R. N., dan Akbar, R. (2021). Evaluasi kandungan nutrien di perairan hulu Bendungan Batutegi. *Jurnal Teknik Pengelolaan Sumber Daya Air*, 7(2), 100–108.
- Jauhari, I. M. 2012. Prediksi Erosi di Sub-Sub DAS Lengkese, Sub DAS Lengkese, Hulu DAS Jeneberang. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta. 82p.
- Kartiwa, B. (2022). Karakteristik Hidrologi dan Konservasi di DAS Tropis: Studi Kasus DAS Sekampung Hulu. Prosiding Seminar Nasional Hidrologi Indonesia.
- Kurniawan, Y., Astuti, R., dan Nugroho, S. (2020). Dampak Perubahan Tutupan Lahan Terhadap Rezim Aliran Sungai di DAS Sekampung. *Jurnal Hidrologi Indonesia*, 11(1), 55–64.
- Lestari, D., dan Fadillah, R. (2020). Kualitas air sungai berdasarkan parameter fisika dan kimia di sekitar lahan pertanian. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(3), 181–190.
- Marhaento, H., Booij, M. J., and Hoekstra, A. Y. (2017). Attribution of changes in the water balance of a tropical catchment to land use change using the SWAT model. *Hydrological Processes*, 31(11), 2029–2040.
- Morgan, R. P. C. (2005). *Soil Erosion and Conservation* (3rd ed.). Blackwell Publishing.
- Mulyani, A., et al. (2019). Changes in land use and runoff coefficient in upper Ciliwung watershed. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 43(2), 115–124.
- Nippon Koei Co, Ltd. 2003. Studi Kelayakan Proyek Pengembangan Wilayah Hilir Way Sekampung. Way Sekampung Irrigation Project. JBIC Loan No. IP-387. Bandar Lampung. 138 hlm.
- Nurhaida, I., Haryanto, S.P., Bakri, S., Junaidi, A dan Syah, P. 2005. Penginventarisasi kearifan lokal dalam praktik wanatani kopi dalam debat kelestarian fungsi hidro-oroalogis wilayah resapan di lampung barat. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 5(2):91-105.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2014. *Peraturan Menteri Kehutanan Nomor 61 Tahun 2014 tentang Mentoring dan Evaluasi Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*. Buku.Kementerian Kehutanan. Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia.2014. Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2014 Tentang Konservasi Tanah dan Air. Jakarta.

Pemerintah Republik Indonesia. (2021). Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Jakarta: Kementerian Hukum dan HAM.

Permana, I., dan Nugroho, D. (2018). Evaluasi kualitas air berdasarkan parameter DO dan BOD di DAS Ciliwung. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 16(1), 99–107.

Prasetyo, A., dan Santoso, A. B. (2017). Pengaruh penggunaan lahan terhadap parameter kualitas air di DAS Sekampung. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 23(3), 45–53.

Pratama, W. dan Yuwono, S.B. 2016. Analisis Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Hidrologi di Das Bulok. *Jurnal Sylva Lestari*. 4(3): 11-20.

Purwati, E. 2010. Design Flood at Arboretum of Sumber Brantas, East Java, Indonesia. *International Journal of Academic Research*. 2(6): 318-320.

Putri, D. A., Yuliastuti, N., dan Hartono, A. (2022). Dampak perubahan penggunaan lahan terhadap kualitas air di Sub DAS Brantas Hulu. *Jurnal Hidrosfir*, 6(1), 45–55.

Ritung, S., Wahyunto, Nugroho, K., dan Sukarman. (2011). Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan untuk Perencanaan Tata Guna Lahan. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian.

Safitri, D. Y., dan Nuryadi, D. (2019). Kualitas air sungai berdasarkan indeks pencemar dan baku mutu air. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi Lingkungan*, 14(2), 123–131.

Salim, A.G., Dharmawan, I.S., Narendra, B.H. 2019. Pengaruh perubahan luas tutupan lahan hutan terhadap karakteristik hidrologi DAS Citarum Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 17(2): 333-340.

Sari, N. P., dan Hermanto, D. (2023). Kajian kualitas air berdasarkan metode in-situ dan ex-situ di Sub DAS Way Besai. *Jurnal Hidrologi Tropika*, 4(1), 33–42.

Saputra, A.E., Istanto, K., Zulkarnain, I. 2012. Simulasi koefisien parameter das dalam membangkitkan debit sintesis dengan Metode Nreca (kasus pada Das Sekampung propinsi Lampung). *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*. 4(12): 23–33.

- Sari, D. A., Hermawan, R., dan Lestari, E. (2020). Karakteristik kualitas air Sub-DAS Way Sekampung pada musim kemarau dan hujan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 16(2), 133–142.
- Schmidt, F. H and Ferguson, J. H. A. 1951. Rainfall Types Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea. Jakarta: Kementerian Perhubungan Meteorologi dan Geofisika.
- Soewarno, S. 2000. *Hidrologi Pengukuran dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai (Hidrometri)*. Buku. Penerbit Nova. Bandung. 824p.
- Su, Z.-A., Zhang, J.-H., and Nie, X.-J. (2010). Pengaruh erosi tanah terhadap sifat tanah dan hasil panen pada lereng di Cekungan Sichuan, Cina. *Pedosphere*, 20(6), 736–746. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(10\)60064-1](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(10)60064-1).
- Suripin. 2002. *Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air*. Buku. Penerbit Andi. Yogyakarta. 208 hlm.
- Suryatmojo, H., dan Nurcholis, M. (2018). Runoff coefficient analysis under different land cover scenarios in the Progo Watershed, Indonesia. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(3), 217–225. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2018.06.001>
- Susanti, Y., dan Wahyudi, R. (2017). Analisis kualitas air sungai di daerah pertanian hortikultura. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 6(2), 134–142.
- Sutaryo, A., Prasetyo, Y. E., dan Rizal, M. (2023). Pengaruh aktivitas lahan terhadap parameter BOD dan TSS di DAS Cisadane Hulu. *Environmental Monitoring Journal*, 11(1), 78–90.
- Supangat, A. B. 2014. *Perhitungan Sedimen*. Buku. Badan Penelitian Teknologi Kehutanan Pengelolaan DAS. Surakarta. 28p.
- Supriadi, H., dan Rivai, R. S. 2018. Produksi Padi Mendukung Swasembada Beras Small Irrigation Investment Development for Rice Production Enhancement to Support Rice Self-Sufficiency. *Jurnal Analisis Kebijakan Pertanian*, 16(1): 43–57.
- Supriyadi, E., Banuwa, I.S dan Yuwono, S. B. 2018. Pengaruh Perubahan Penggunaan Lahan terhadap Karakteristik Aliran Masuk (*Inflow*) Bendungan Batutegi. *Jurnal Hutan Tropis*. 6(1): 73-81.
- Taufik, A., dan Wulandari, S. (2020). Pengaruh aktivitas pertanian terhadap peningkatan konsentrasi nitrat dan fosfat di sungai. *Jurnal Ilmu Lingkungan Tropis*, 15(1), 88–95.

- Tribiyono, B., Yuwono, S.B., Banuwa, I.S. 2018. Estimasi erosi dan potensi sedimen Dam Batutegi di DAS Sekampung Hulu dengan Metode SDR (Sediment Delivery Ratio). *Jurnal Hutan Tropis.* 6(2): 161–169.
- Wardhani, D. K., Susanti, H., dan Winarni, L. (2019). Degradasi tutupan lahan dan implikasinya terhadap kualitas air di DAS Sekampung. *Jurnal Hidrologi Indonesia.*
- Winarni, L., Susanti, H., dan Maramis, R. (2018). Dampak perubahan tutupan lahan terhadap kondisi hidrologi DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan.*
- Wischmeier, W. H., & Smith, D. D. (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning.* USDA Agriculture Handbook No. 537.
- Wulandari, S., Rudianto, A., dan Nugroho, A. (2018). Kajian fluktuasi DO dan BOD di DAS Sekampung Hulu. *Jurnal Ilmu Lingkungan,* 14(1), 25–34. <https://doi.org/10.14710/jil.14.1.25-34>.
- Yendri, O., Wahyudi, A. dan Gunawan, G. 2019. Perubahan Tutup Terhadap Debit Banjir Menggunakan Model Regresi Linier Berganda Sub DAS Musi Hulu Kabupaten Mrawas. *Jurnal Teknik Hidro.* 12(2): 32-39.