

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN DAN CURAH HUJAN
TERHADAP KEKERUHAN AIR SUNGAI MENGGUNAKAN CITRA
SENTINEL-2A DI SUNGAI WAY BELAU KOTA BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

Oleh

**PUTRI ALIFATUL QISTHI
NPM 1915013010**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN DAN CURAH HUJAN
TERHADAP KEKERUHAN AIR SUNGAI MENGGUNAKAN CITRA
SENTINEL-2A DI SUNGAI WAY BELAU BANDAR LAMPUNG**

Oleh

PUTRI ALIFATUL QISTHI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar SARJANA TEKNIK

Pada

**Program Studi S1 Teknik Geodesi
Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN DAN CURAH HUJAN TERHADAP KEKERUHAN AIR SUNGAI MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A DI SUNGAI WAY BELAU BANDAR LAMPUNG

Oleh

PUTRI ALIFATUL QISTHI

Sungai Way Belau merupakan salah satu sungai yang melintasi Kota Bandar Lampung dengan debit air yang relatif kecil dan bermuara ke kawasan Pesisir Teluk Lampung. Pada bagian hilir sungai telah didominasi oleh kawasan pemukiman yang menyebabkan meningkatnya aktivitas masyarakat di sekitar sungai dan menyebabkan kondisi air sungai keruh karena akumulasi sampah rumah tangga di perairan sungai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan lahan terhadap kekeruhan air sungai dengan dikaitkan juga pada curah hujan.

Penelitian ini dilakukan dengan mengolah data Citra Landsat 8 untuk membuat peta penggunaan lahan daerah sekitar sungai dengan menggunakan klasifikasi *interactive supervised classification*, mengolah data curah hujan menggunakan metode IDW untuk mendapatkan curah hujan bulanan pada daerah aliran sungai dan mengolah Citra Sentinel-2A menggunakan *Normalized Difference Turbidity Index* (NDTI) untuk mengetahui indeks kekeruhan air sungai.

Hasil penelitian menunjukkan berdasarkan analisis regresi linear berganda, variabel penggunaan lahan dan curah hujan memiliki pengaruh yang sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik terhadap variasi kekeruhan di Muara Way Belau. Meskipun tidak signifikan, pada kelas pemukiman memiliki koefisien positif 0,0129, yang menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kekeruhan pada area terbangun dibandingkan vegetasi. Pada variabel curah hujan dihasilkan nilai koefisien positif 0,73 meskipun pengaruhnya kecil, tetapi peningkatan curah hujan cenderung meningkatkan kekeruhan air sungai.

Kata kunci: sungai way belau, penggunaan lahan, curah hujan, kekeruhan, NDTI, regresi linear berganda

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF LAND USE AND RAINFALL ON RIVER WATER TURBIDITY USING SENTINEL-2A IMAGERY IN THE WAY BELAU RIVER, BANDAR LAMPUNG

By

PUTRI ALIFATUL QISTHI

The Way Belau River is a waterway traversing Bandar Lampung City with a relatively low discharge that flows into the Lampung Bay coastal area. The downstream section of the river is predominantly a residential area, which has led to increased anthropogenic activities and heightened water turbidity due to the accumulation of household waste. This study aims to investigate the influence of land use and rainfall on river water turbidity. The methodology involved processing Landsat 8 imagery to generate land-use maps via interactive supervised classification, analyzing rainfall data using the Inverse Distance Weighting (IDW) method to determine monthly precipitation within the watershed, and utilizing Sentinel-2A imagery to calculate the Normalized Difference Turbidity Index (NDTI). The results of the multiple linear regression analysis indicate that land use and rainfall variables have a very weak and statistically insignificant influence on turbidity variations in the Way Belau Estuary. Despite the lack of significance, the residential class showed a positive coefficient of 0.0129, suggesting a tendency for increased turbidity in built-up areas compared to vegetated areas. Similarly, the rainfall variable yielded a positive coefficient of 0.73, indicating that while the overall impact is minimal, increased rainfall tends to contribute to higher river water turbidity.

Key words: way belau river, land use, rainfall, turbidity, NDTI, multiple linear regression.

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN LAHAN DAN CURAH HUJAN TERHADAP KEKERUHAN AIR SUNGAI MENGGUNAKAN CITRA SENTINEL-2A DI SUNGAI WAY BELAU BANDAR LAMPUNG**

Nama : **Putri Alifatul Qisthi**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1915013010**

Program Studi : **S1 Teknik Geodesi**

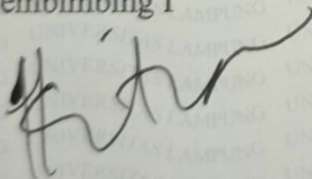
Jurusan : **Teknik Geodesi dan Geomatika**

Fakultas : **Teknik**

MENYETUJUI

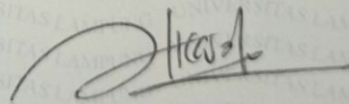
1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



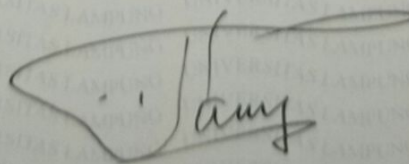
Citra Dewi, S.T., M.Eng.
NIP 19820112 200812 2 001

Pembimbing II



Rahma Anisa, S.T., M.Eng.
NIP 19930716 202012 2 032

2. Ketua Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika



Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM.
NIP 19641012 199203 1 002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Citra Dewi, S.T., M.Eng.

(.....)

Sekretaris

: Rahma Anisa, S.T., M.Eng.

(.....)

Penguji Utama Bukan Pembimbing : Romi Fadly, S.T., M.Eng.

(.....)

2. Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ahmad Herison, S.T., M.T.
NIP 19691030 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 Januari 2026

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Dengan ini penulis menyatakan bahwa skripsi berjudul “Analisis Pengaruh Penggunaan Lahan dan Curah Hujan Terhadap Kekeruhan Air Sungai Menggunakan Citra Sentinel-2A di Sungai Way Belau Bandar Lampung” adalah karya penulis sendiri dan penulis tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain, kecuali secara tertulis dirujuk dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila pernyataan penulis tidak benar, maka penulis bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Maret 2026

Yang membuat pernyataan



Putri Alifatul Qisthi

NPM 1915013010

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Putri Alifatul Qisthi yang lahir di Kabupaten Brebes, Provinsi Jawa Tengah pada tanggal 24 November 2000. Penulis merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Bapak Amar dan Ibu Siti.

Jenjang akademik penulis dimulai pada tahun 2013 dengan menyelesaikan sekolah dasar di SD Negeri 3 Negara Ratu yang terletak di Dusun Purwosari, Desa Negara Ratu, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Kemudian pada tahun 2016 penulis menyelesaikan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 1 Natar yang terletak di Desa Merak Batin, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Pada tahun 2019, penulis lulus dari SMA Negeri 1 Natar yang terletak di Desa Natar, Kecamatan Natar, Kabupaten Lampung Selatan. Penulis melanjutkan pendidikan tinggi pada tahun 2019 dengan diterima menjadi mahasiswa jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada jalur masuk SBMPTN.

Selain menjadi mahasiswa S1 Teknik Geodesi, penulis mengikuti kegiatan organisasi kemahasiswaan internal diantaranya adalah Dewan Perwakilan Mahasiswa (DPM) Universitas Lampung pada tahun 2020-2021 sebagai Staff Ahli Badan PSDM, menjadi anggota departemen KSIK Fossi-FT pada periode kepengurusan 2021 dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Fakultas Teknik pada

tahun 2021-2022 sebagai Staff Ahli Dinas Pemuda Olahraga dan Kreativitas Mahasiswa.

Pada bulan Januari hingga Februari 2022 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Tri Dharma Yoga, Kecamatan Ketapang, Kabupaten Lampung Selatan. Pada bulan Juni hingga Agustus 2022 penulis melaksanakan Kerja Praktik yang dilakukan di kantor Badan Pertanahan Kabupaten Lampung Timur pada bidang Survei dan Pemetaan. Selama melaksanakan kerja praktik, penullis berkontribusi dalam proyek PTSL dan PTPR. Pada tahun 2024, penulis melakukan penelitian skripsi di Kota Bandar Lampung dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan Lahan dan Curah Hujan terhadap Kekeruhan Air Sungai menggunakan Citra Sentinel-2A di Sungai Way Belau Bandar Lampung” yang dibimbing oleh Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. dan Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng.

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirabbil'alamin

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya lah saya dapat menyelesaikan sebuah skripsi yang telah dibuat dengan penuh perjuangan dan pengorbanan.

Saya persembahkan karya ini dengan tulus kepada:

Bapak dan mama tersayang, yang selalu memberikan cinta, kasih sayang, doa yang tak pernah berhenti disetiap sujudnya, yang selalu menjadi penopang dikala lelah dan yang selalu berusaha memberikan hal terbaik untuk anaknya.

Salma dan Bayu, dua adikku yang sangat saya sayangi yang selalu mendampingi saya untuk memberikan dukungan dan doa.

Mas yang dengan sabar meyakinkan saya untuk tidak menyerah dan selalu memberikan dukungan terbaiknya untuk saya.

Nenek dan keluarga besar yang tidak bisa kusebutkan satu-persatu yang juga selalu memberikan doa baiknya untukku.

Bapak/Ibu Dosen yang telah mengajarkan ilmu pengetahuan, wawasan, pandangan berpikir, dan membimbing banyak hal baik lainnya.

Sahabat baik saya yang tiada hentinya memberikan motivasi dan masukkan kepada saya.

Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung serta almamater tercinta Universitas Lampung yang telah menjadi tempat penulis menimba ilmu dan mengembangkan diri.

MOTTO

“Allah tidak menjanjikan hidupmu akan selalu mudah, tetapi dua kali Allah berjanji bahwa bersama kesulitan ada kemudahan: Fainnama'al –'usri yusra, innama'al-'usri yusra “

(Q.S Al-Insyirah 94:5-6)

"Hidup yang tak sesuai impian bukan berarti hidup yang gagal. Dan hidup sesuai impian belum tentu berarti berhasil."

(Twenty-Five Twenty-One)

"Kau adalah bunga kosmos. Dan sekarang masih musim semi. Tunggulah sampai musim gugur, dan kau akan mekar dengan indahny. Bersabarlah."

(Start-Up)

“Tidak peduli seberapa hancurnya aku, seberapa seringnya aku merasa lelah dan ingin menyerah, aku hanya ingin mengingat bahwa aku membahayakan nyawa ibuku untuk lahir ke dunia, maka tidak mungkin aku tidak ada artinya”

SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena dengan rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

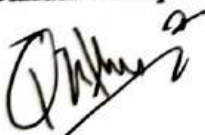
Skripsi dengan judul “Analisis Pengaruh Penggunaan Lahan dan Curah Hujan Terhadap Kekerusuhan Air Sungai Menggunakan Citra Sentinel-2A Di Sungai Way Belau Bandar Lampung” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Teknik di Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Hi. Ahmad Herison, S.T., M.T., selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung;
2. Bapak Ir. Fauzan Murdapa, M.T., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Geodesi Geomatika dan Program Studi S1 Teknik Geodesi Universitas Lampung;
3. Ibu Citra Dewi, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing utama atas ketersediaannya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Rahma Anisa, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing kedua atas ketersediaannya untuk memberikan bimbingan, kritik maupun saran dalam proses penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Romi Fadly, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji utama pada ujian skripsi. Terima kasih atas kritik, masukan dan saran pada penulisan skripsi;
6. Bapak Eko Rahmadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik;
7. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung yang telah memberikan banyak sekali ilmu pengetahuan kepada penulis.

8. Staf administrasi dan karyawan Jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung yang telah banyak membantu penulis.
9. Bapak dan Mama selaku orang tua penulis, Bapak Amin selaku paman, serta Salma dan Banyu selaku adik penulis yang telah memberikan dukungan materil dan morel serta doa yang selalu dipanjatkan untuk memperlancar segala urusan dalam perkuliahan dan skripsi;
10. Keluarga besar yang telah memberikan semangat hidup dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi;
11. Mas Natan yang dengan penuh kesabaran dan kasih sayang telah menjadi pendengar setia disetiap keluh kesah penulis. Terimakasih atas motivasi, dukungan tanpa henti, serta keyakinan yang diberikan kepada penulis;
12. Mirnawati selaku teman dekat penulis yang sudah banyak membantu dan mendengarkan setiap keluh kesah penulis;
13. Teman-teman seperbimbingan yang telah menjadi teman perjuangan dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas kebersamaan, diskusi yang bermanfaat, saling mendukung dan menemani proses suka dan duka;
14. Teman-teman jurusan Teknik Geodesi dan Geomatika Universitas Lampung Angkatan 2019 yang senantiasa memberikan dukungan;
15. Almamater tercinta Universitas Lampung yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu, menempa karakter, dan membentuk pengetahuan yang telah membawa penulis menuju titik ini.

Bandar Lampung, Januari 2026



Putri Alifatul Qisthi

NPM 1915013010

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Bagi Perguruan Tinggi.....	4
1.4.2 Bagi Masyarakat	5
1.4.3 Bagi Mahasiswa.....	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Penelitian terdahulu	8
2.2 Sungai Way Belau	11
2.3 Penggunaan Lahan	11
2.4 Curah Hujan	12
2.5 Kekeruhan	13
2.6 Penginderaan Jauh	15
2.7 Sistem Informasi Geografis	16
2.8 Citra Satelit Sentinel-2A	17
2.9 Citra Satelit Landsat 8 (OLI/TIRS)	18
2.10 Metode Interpolasi IDW	20
2.11 Uji Akurasi.....	20
2.12 Teknik Sampling.....	21
2.13 Pengkodean Variabel Dummy	22
2.14 Uji Korelasi Pearson dan Regresi Linear berganda.....	22
III. METODE PENELITIAN.....	24
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	24
3.2 Data dan Alat Penelitian	25
3.2.1 Data Penelitian.....	25
3.2.2 Alat Penelitian.....	25
3.3 Metode Penelitian.....	26

3.4 Diagram Alir Penelitian.....	26
3.5 Tahap Persiapan.....	28
3.5.1 Identifikasi Masalah.....	28
3.5.2 Studi Literatur.....	28
3.5.3 Pengumpulan Data.....	28
3.6 Tahap Pengolahan Data	29
3.7 Tahap Akhir	33
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	34
4.1 Hasil Pengolahan Penggunaan Lahan	34
4.2 Analisis Uji Akurasi.....	37
4.3 Hasil Pengolahan Kondisi Curah Hujan.....	39
4.4 Hasil Pengolahan Kekeruhan Air	44
4.5 Pengaruh Penggunaan Lahan dan Curah Hujan terhadap Kekeruhan Air..	48
4.6 Validasi Data Citra dengan Data Lapangan (NTU).....	52
V. SIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Simpulan.....	57
5.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA.....	59
LAMPIRAN.....	62
LAMPIRAN A	63
LAMPIRAN B	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Lokasi Penelitian.....	24
2. Diagram Alir.....	27
3. Tahapan Uji Akurasi.....	32
4. Hasil Uji Akurasi.....	32
5. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2022	34
6. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2023	35
7. Peta Penggunaan Lahan Tahun 2025	35
8. Tren Perubahan Penggunaan Lahan	37
9. Grafik Curah Hujan Bulanan Tahun 2022, 2023 dan 2025.....	40
10. Peta Curah Hujan DAS Way Belau Tahun 2022	42
11. Peta Curah Hujan DAS Way Belau Tahun 2023	42
12. Peta Curah Hujan DAS Way Belau Tahun 2025	43
13. Peta Kekерuhan Muara DAS Way Belau Tahun 2022	46
14. Peta Kekерuhan Muara DAS Way Belau Tahun 2023	47
15. Peta Kekерuhan Muara DAS Way Belau Tahun 2025	47
18. Nilai Estimasi Kekерuhan Air	53
19. Dokumentasi Pengambilan Sampel	72
20. Hasil Uji Lab	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Penelitian Terdahulu.....	8
2. Klasifikasi Kelas Penggunaan Lahan.....	12
3. Klasifikasi Kelas Curah Hujan.....	13
4. Klasifikasi Tingkat Kekerusuhan.....	14
5. Karakteristik Citra Sentinel-2A.....	18
6. Karakteristik Citra Satelit Landsat 8	19
7. Luas Penggunaan Lahan	36
8. Hasil Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2022	38
9. Hasil Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2023	38
10. Hasil Uji Akurasi Penggunaan Lahan Tahun 2025	39
11. Sebaran Nilai Indeks Kekerusuhan Sungai Way Belau	44
12. Tampilan Model Variabel Regresi Linear Berganda	48
13. Hasil Analisis Regresi Linear Berganda	49
14. Nilai Kekerusuhan Lapangan (NTU).....	52
15. Ekstraksi Nilai Indeks Kekerusuhan Citra dan Nilai Prediksi Citra Hasil Perhitungan	54
16. Data validasi kelas penggunaan lahan.....	64
17. Sampel Air Sungai	70

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Way Belau merupakan salah satu sungai yang melintasi Kota Bandar Lampung dengan debit air yang relatif kecil dan bermuara ke kawasan Pesisir Teluk Lampung. Secara spasial, kondisi Sungai Way Belau menunjukkan perbedaan karakteristik penggunaan lahan, dimana pada bagian hulu masih didominasi oleh ekosistem hutan yang cukup alami, sedangkan pada bagian pertengahan hingga hilir sungai telah mengalami perubahan tata guna lahan dengan didominasi oleh kawasan pemukiman.

Peningkatan jumlah penduduk, akibat faktor alami seperti kelahiran ataupun perpindahan penduduk akan berkontribusi terhadap kenaikan laju Pembangunan (Khaira dan Afdal 2022). Kondisi tersebut juga terjadi di Daerah Aliran Sungai Way Belau, yang dikenal sebagai kawasan pemukiman yang tidak tertata dengan jumlah penduduk yang padat (Riena dkk. 2012). Keberadaan pemukiman padat di sepanjang Daerah Aliran Sungai tersebut berpotensi menghasilkan saluran-saluran buangan yang bermuara langsung ke badan sungai. Selain itu, masyarakat sekitar memanfaatkan Sungai Way Belau untuk berbagai aktivitas, diantaranya sebagai sumber air yang digunakan untuk mandi dan mencuci, tempat berlabuh dan perbaikan perahu nelayan, serta sebagai lokasi pembuangan sampah rumah tangga. (Satiyarti dkk. 2017).

Meningkatnya aktivitas masyarakat di sekitar sungai berpotensi menyebabkan masuknya berbagai material pencemar ke dalam badan air, yang selanjutnya dapat memengaruhi kualitas air, khususnya kejernihan dan tingkat kekeruhan. Limbah hasil sisa aktivitas masyarakat yang terbawa limpasan permukaan, apabila tidak diimbangi dengan peningkatan debit air akibat curah hujan dapat menyebabkan meningkatnya toksisitas bahan pencemar di perairan (Fajar 2022). Selain itu, intensitas curah hujan yang tinggi berpotensi memperbesar erosi tanah dan mempercepat masuknya material tersuspensi ke dalam sungai, sehingga meningkatkan kekeruhan air.

Berdasarkan laporan media daring Tribun Lampung yang diunggah pada 10 Januari 2022 serta RMOL Lampung yang diunggah pada 15 Desember 2023, menyatakan bahwa terdapat banyak sampah yang mengalir dari Sungai Way Belau, sehingga masyarakat sekitar daerah Sungai Way Belau mengeluhkan kondisi air sungai yang menjadi keruh dan tidak dapat dimanfaatkan untuk aktivitas domestik. Selain itu, hasil observasi dan validasi lapangan yang dilakukan secara langsung menunjukkan bahwa pada beberapa titik aliran Sungai Way Belau terdapat kondisi air yang keruh serta akumulasi sampah rumah tangga yang mengindikasikan adanya peningkatan kekeruhan air sungai. Kekeruhan merupakan parameter fisik yang secara alami dapat terjadi pada sungai, terutama pada kondisi curah hujan tinggi, namun peningkatan kekeruhan yang bersifat intens dan berkelanjutan khususnya yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia dan perubahan penggunaan lahan, berpotensi menurunkan kualitas perairan dan mengganggu fungsi sungai. Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perubahan penggunaan lahan sebagai kawasan pemukiman dan curah hujan terhadap kekeruhan air di aliran Sungai Way Belau.

Dalam penelitian ini, penulis akan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dengan citra satelit sebagai metode utama untuk melakukan analisis kekeruhan air. Dengan memanfaatkan citra satelit, penulis akan mendapatkan data spasial dan temporal bahkan untuk periode histori, yang akan mendukung penelitian

dilakukan dengan melihat perbedaan sebaran kekeruhan dalam periode yang berbeda, yaitu pada musim hujan dan kemarau. Selain itu, citra satelit terbukti efektif dalam mengukur parameter kualitas air, termasuk kekeruhan dengan memanfaatkan metode seperti *Normalized difference Turbidity Index* (NDTI) atau analisis band spektral tertentu, sehingga cukup representatif untuk keperluan penelitian ini (Bidayah 2014).

1.2 Rumusan Masalah

Kondisi Sungai Way Belau pada daerah pertengahan sampai hilir sungai identik dengan pemanfaatan tata guna lahan sebagai pemukiman warga dan berdasarkan pemaparan laporan media berita dan juga hasil validasi secara langsung pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa pada daerah hilir menuju muara sungai terdapat banyak sampah hasil limbah domestik yang menyebabkan kondisi air sungai menjadi keruh dan tidak dapat digunakan untuk aktivitas domestik. Berdasarkan masalah tersebut, maka muncul pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Way Belau Bandar Lampung pada tahun 2022, 2023, dan 2025?
2. Bagaimana kelas curah hujan di Daerah Aliran Sungai Way Belau Bandar Lampung periode musim penghujan dan musim kemarau pada tahun 2022, 2023, dan 2025?
3. Bagaimana distribusi spasial nilai indeks kekeruhan perairan di Sungai Way Belau berdasarkan hasil analisis *Normalized difference Turbidity Index* (NDTI) pada citra Sentinel-2A periode musim penghujan dan musim kemarau pada tahun 2022, 2023, dan 2025?
4. Bagaimana pengaruh penggunaan lahan dan curah hujan terhadap tingkat kekeruhan perairan di Sungai Way Belau Bandar Lampung?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari adanya penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui penggunaan lahan di Daerah Aliran Sungai Way Belau Bandar Lampung pada tahun 2022, 2023, dan 2025.
2. Mengetahui kelas curah hujan di Daerah Aliran Sungai Way Belau Bandar Lampung periode musim penghujan dan musim kemarau pada tahun 2022, 2023, dan 2025.
3. Menganalisis distribusi spasial nilai indeks kekeruhan perairan di Sungai Way Belau berdasarkan hasil analisis *Normalized difference Turbidity Index* (NDTI) pada citra satelit Sentinel-2A periode musim penghujan dan musim kemarau pada tahun 2022, 2023, dan 2025.
4. Menganalisis pengaruh penggunaan lahan dan curah hujan terhadap tingkat kekeruhan perairan di Sungai Way Belau Bandar Lampung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan didapat dengan adanya penelitian ini:

1.4.1 Bagi Perguruan Tinggi

Hasil dari adanya penelitian yang dilakukan ini dapat menjadi referensi dan menambah wawasan bagi mahasiswa atau peneliti selanjutnya tentang manfaat teknologi penginderaan jauh dalam memantau perubahan penggunaan lahan dan curah hujan serta dampaknya terhadap kekeruhan air sungai.

1.4.2 Bagi Masyarakat

Hasil dari adanya penelitian ini akan menjadi informasi bagi masyarakat mengenai kekeruhan perairan Sungai Way Belau akibat adanya perbedaan penggunaan lahan dan tingkat curah hujan di Daerah Aliran Sungai.

1.4.3 Bagi Mahasiswa

Dengan melakukan penelitian ini mahasiswa dapat memperdalam keahlian dalam bidang keilmuan serta melatih diri untuk berpikir secara kritis dan alamiah untuk memecahkan sebuah permasalahan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lokasi penelitian ini mencakup Daerah Aliran Sungai Way Belau serta area muaranya yang secara administratif terletak di Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data Citra Landsat 8 (OLI/TIRS) yang diperoleh dari *website USGS*, data curah hujan yang diperoleh dari data online BMKG, dan data Citra Sentinel-2A yang diperoleh dari *Google Earth Engine*, periode musim penghujan pada bulan Januari, Februari, Maret, dan musim kemarau pada bulan Juni, Juli, Agustus tahun 2022, 2023, dan 2025. Serta data lapangan berupa sampel air Sungai Way Belau yang diambil pada tanggal 30 Desember 2024 di titik bagian hulu, tengah, dan hilir Sungai Way Belau.
3. Dan pengolahan data Citra Landsat 8 untuk klasifikasi kelas penggunaan lahan menggunakan metode *Interactive Supervised Classification*. Pengolahan data curah hujan menjadi peta curah hujan bulanan dengan mengakumulasi data curah hujan tiap satu bulan dan pengolahan peta curah hujan menggunakan metode *Inverse Distance Weighting (IDW)*. Dan pengolahan data Citra Sentinel-2A untuk mengetahui indeks

kekeruhan air menggunakan metode *Normalized Difference Turbidity Index* (NDTI) dan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI).

4. Melakukan uji akurasi pada peta penggunaan lahan dengan uji validasi citra dari *Google Earth*. Melakukan uji korelasi pearson dan uji regresi linear berganda terhadap data penggunaan lahan, curah hujan, dan indeks kekeruhan yang diperoleh dari citra untuk mengetahui hubungan antara variabel.
5. Pada penelitian ini menganalisis pengaruh penggunaan lahan dan curah hujan terhadap kekeruhan perairan di Sungai Way Belau Kota Bandar Lampung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian terdahulu

Berikut merupakan penelitian terdahulu yang menjadi referensi penulis dalam melakukan penelitian.

Tabel 1. Penelitian Terdahulu

No	Penulis (Tahun)	Judul Penelitian	Metode	Kesimpulan
1.	Fajar, Muhammad Tri (2022)	Monitoring Kekeruhan Muara Sungai dengan Analisis Citra Satelit dan korelasinya dengan Curah Hujan (Studi Kasus Sungai Krueng Aceh)	Analisis citra satelit Sentinel-2A dengan menggunakan metode indeks kekeruhan atau Normalized Turbidity Index (NDTI).	Hasil dari penelitian ini terdapat hubungan antara kekeruhan dengan curah hujan yang memiliki korelasi 0.135
2.	Florensia, Anisa Sarah (2021)	Analisis Spatiotemporal dan Multivariat Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan di DAS Tambakbayan, Yogyakarta.	Analisis citra satelit landsat untuk klasifikasi penggunaan lahan dan menggunakan metode korelasi pearson untuk melihat hubungan penggunaan lahan dengan kualitas air.	Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi yang cukup baik terhadap kualitas air dengan lahan pertanian dan area terbangun secara signifikan mempengaruhi penurunan kualitas air.
3.	Machairiya h, Zulkifli dan bejo, (2020)	Pengaruh Pemanfaatan Lahan Terhadap Kualitas Air Sungai	Metode Indeks Pencemaran	Dalam penelitian ini, didapatkan hasil penelitian bahwa beberapa

		Percut dengan Metode Indeks Pencemaran (IP)		parameter perairan melebihi baku mutu. Limbah organik merupakan limbah yang dominan mencemari air, hal ini disebabkan karena pemanfaatan lahan pertanian dan permukiman
4.	Noktavia, Suwarsito, dan Esti, (2019)	Pengaruh Penggunaan Lahan terhadap Kualitas Air Sungai Pelus di SUB DAS Pelus Kabupaten Banyumas	Analisis luas penggunaan lahan dikaitkan dengan hasil uji kualitas air dengan analisis data menggunakan US-EPA	Dalam penelitian ini, didapatkan hasil penelitian bahwa penggunaan lahan pada SUB DAS Pelus mempengaruhi kualitas air sungai terutama kandungan amonia melebihi ambang batas karena dipengaruhi penggunaan pemukiman dan persawahan
5.	Raharjo, Ismadi., Iskandar Zulkarnain, dan Suprpto	Pengaruh Curah Hujan terhadap Kualitas Air Sungai Way Kuripan sebagai Sumber Air Baku Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Way Rilau)	Analisis secara deskriptif melalui tampilan grafis	Hasil dari penelitian ini menunjukan bahwa hujan berpengaruh pada kondisi kualitas air salah satunya pada parameter kekeruhan.
6.	Rahman, Yanuar, dan Suprihatin, (2014)	Status Kualitas Air dan Upaya Konservasi Sumberdaya Lahan di	Metode Storet dan analisis regresi berganda	Dalam penenlitian ini, status mutu air DAS Citarum hulu dari tahun ke tahun relatif tidak ada peningkatan kualitas air.

		DAS Citarum Hulu, Kabupaten Bandung		Hasil dari regresi berganda parameter kualitas air terhadap perilaku penggunaan lahan mengindikasikan bahwa adanya hubungan jenis perilaku penggunaan lahan pertanian dan sawah terhadap kualitas air.
--	--	--	--	--

Pada penelitian yang dilakukan penulis bukan merupakan penelitian baru dan satu-satunya, tetapi berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Penelitian terdahulu yang telah dijelaskan pada tabel 1 merupakan bahan referensi dan juga dijadikan sebagai perbandingan terhadap penelitian yang dilakukan penulis. Pada dasarnya penelitian yang dilakukan memiliki kesamaan dan perbedaan dengan penelitian terdahulu.

Kesamaan penelitian ini dengan penelitian terdahulu terdapat pada kualitas air yang akan dianalisis dan penggunaan data citra satelit Sentinel-2A untuk menganalisis tingkat kekeruhan air. Sedangkan perbedaan penelitian ini terletak pada rentang waktu yang dilakukan yaitu pada musim kemarau dan musim penghujan, lokasi penelitian, dan pada penelitian terdahulu belum terdapat penelitian yang dilakukan dengan menganalisis dua variabel sekaligus yaitu penggunaan lahan dan curah hujan.

Pada penelitian yang dilakukan penulis akan menjembatani celah pada penelitian terdahulu dengan menambahkan variabel yang relevan yaitu penggunaan lahan, variasi penggunaan lahan menjadi penting karena aktivitas manusia melalui penggunaan lahan dapat mempengaruhi lingkungan dan salah satunya dapat mempengaruhi kualitas air. Aktivitas seperti pemukiman dapat mengurangi kemampuan lahan untuk menyimpan air dan meningkatkan limpasan permukaan yang menyebabkan sedimentasi dan material pencemar terbawa ke aliran sungai atau badan air.

2.2 Sungai Way Belau

Sungai Way Belau merupakan sungai kecil yang terletak di Kecamatan Teluk Betung Utara dan melintasi Kota Bandar Lampung dengan debit air yang kecil (Satiyarti dkk. 2017). Sungai Way Belau merupakan sungai yang sangat aktif digunakan oleh masyarakat untuk kegiatan domestik seperti mencuci, mandi dan sebagai tempat pembuangan sampah (Satiyarti dkk. 2017) serta pada Pesisir Muara Sungai Way Belau dimanfaatkan sebagai tempat berlabuh perahu nelayan (Rahmah 2019). Menurut kepala Badan Pengelola Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) Lampung menyatakan bahwa Sungai Way Belau merupakan salah satu dari 10 sungai di Kota Bandar Lampung yang tidak layak sebagai sumber baku air PDAM karena tercemar limbah rumah tangga dan industri.

2.3 Penggunaan Lahan

Penggunaan lahan merupakan wujud nyata dari dampak aktivitas manusia terhadap permukaan fisik bumi. Bentuk dari penggunaan lahan suatu wilayah tergantung pada laju pertumbuhan penduduk dan aktivitasnya. Jika semakin cepat pertumbuhan penduduk dan semakin aktif aktivitas penduduk tersebut maka semakin meningkat perubahan penggunaan lahan (Arsyad dan Lestari 2022). Penggunaan lahan merupakan adanya keterikatan dengan interaksi manusia dengan lahan Dimana manusia merupakan faktor yang mempengaruhi terhadap lahan dalam usaha untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Sedangkan lahan adalah faktor yang dipengaruhi sebagai tempat tinggal ataupun juga sebagai tempat dalam mencari nafkah (Riski Yulfa Ainunsia 2020).

Perubahan pola penggunaan lahan yang meluas dapat berdampak signifikan pada kualitas air dan integritas ekologi di suatu kawasan. Dalam studi (Djodjic dkk. 2020) menyatakan bahwa kualitas air berkorelasi baik dengan lahan subur di daerah tangkapan air dan berkorelasi negatif dengan penggunaan lahan lainnya (Sarah Anisa 2021). Pada lokasi penelitian yaitu Daerah Aliran Sungai Way Belau klasifikasi penggunaan lahan mengacu pada Standar Nasional

Indonesia (SNI) 7645:2010 (Badan Standardisasi Nasional, 2010) pembagian kelas sesuai Lampiran C dengan 4 jenis klasifikasi penggunaan lahan.

Tabel 2. Klasifikasi Kelas Penggunaan Lahan

Kelas Penggunaan Lahan	Keterangan
Badan Air	Semua kenampakan perairan termasuk laut, waduk, terumbu karang dan padang lamun.
Pemukiman	Areal atau lahan yang digunakan sebagai lingkungan tempat tinggal atau lingkungan hunian dan tempat kegiatan yang mendukung kehidupan.
Hutan	Areal yang tidak diusahakan untuk budidaya tanaman pangan dan hortikultura.
Pertanian	Areal yang diusahakan untuk budidaya tanaman pangan dan hortikultura, vegetasi alamiah telah dimodifikasi atau dihilangkan dan diganti dengan tanaman antropogenik dan memerlukan campur tangan manusia untuk menunjang kelangsungan hidupnya. Antar masa tanam, area ini sering kali tanpa tutupan vegetasi. Seluruh vegetasi yang ditanam dengan tujuan untuk dipanen, termasuk dalam kelas ini.

Sumber: Standar Nasional Indonesia (SNI 7645:2010) dengan penyesuaian.

2.4 Curah Hujan

Curah hujan merupakan salah satu unsur iklim yang sangat penting bagi kehidupan di bumi. Curah hujan dicatat dengan satuan milimeter, satuan ini mengartikan jumlah curah hujan yang menutupi permukaan, jika air tersebut tidak meresap ke dalam tanah, mengalir ataupun menguap ke atmosfer. Dalam siklus hidrologi, hujan merupakan peranan penting yang mempengaruhi keseimbangan sumber daya air di permukaan bumi (Syaiyfullah 2014). Curah hujan menjadi salah satu faktor yang dapat menyebabkan meningkatnya kekeruhan air (Abidin dkk. 2019) hal ini disebabkan oleh erosi tanah dan limpasan permukaan yang membawa partikel tersuspensi ke dalam badan air.

Namun, dengan rendahnya debit air yang masuk ke dalam air pun dapat menyebabkan konsentrasi polutan meningkat karena dengan rendahnya tingkat debit air dari curah hujan dapat menyebabkan gangguan pada proses pengenceran air. Hal ini dapat mempengaruhi tingkat toksisitas bahan pencemar yang ada di perairan (Fajar 2022).

Untuk mengetahui tingkat sebaran curah hujan bisa dapat dilakukan dengan melakukan interpolasi data curah hujan yang telah disediakan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dengan klasifikasi kelas curah hujan yang telah dikelompokkan menjadi empat kategori utama, pengelompokkan ini juga telah digunakan sejak publikasi prakiraan curah hujan bulan Januari 2008 hingga saat ini (Pattipeilohy dkk., 2021).

Klasifikasi kelas curah hujan tersebut sesuai dengan tabel 1.

Tabel 3. Klasifikasi Kelas Curah Hujan

Klasifikasi	Keterangan
0-100 mm/bulan	Rendah
101-300 mm/bulan	Menengah
301-400 mm/bulan	Tinggi
>400 mm/bulan	Sangat Tinggi

Sumber: BMKG 2008

2.5 Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan nilai kejernihan dan unsur-unsur muatan sedimen yang mengakibatkan kekeruhan aliran air. Kekeruhan dianggap sebagai indikator kemampuan air untuk meloloskan cahaya yang akan disebarkan atau diserap oleh air (Fajar 2022). Kekeruhan menjadi salah satu parameter dalam menentukan kualitas air. Untuk memantau tingkat kekeruhan pada perairan dapat memanfaatkan algoritma dengan metode band ratio. Band ratio merupakan salah satu metode pada penginderaan jauh yang bertujuan untuk melakukan suatu kalkulasi antara beberapa band (Ristriani 2023).

Dalam pendeteksian kualitas air band ratio pada penelitian ini yaitu kombinasi *Normalized Turbidity Index* (NDTI) dan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI). *Normalized Turbidity Index* merupakan indeks yang digunakan dalam mengukur tingkat kekeruhan air. Rentang nilai kekeruhan berdasarkan *Normalized Turbidity Index* (NDTI) sesuai dengan tabel 2.

Tabel 4. Klasifikasi Tingkat Kekeruhan

Klasifikasi	Keterangan
-0.2 hingga 0	Rendah atau Jernih
0 hingga 0.2	Tinggi atau Keruh

Sumber: Bid dan Siddique 2019.

Rentang nilai NDTI umumnya bervariasi dari mulai -0,2 sampai lebih tinggi dari +0.25 yang dimana nilai yang rendah pada rentang -0,2 hingga 0 menunjukkan air yang jernih, sedangkan nilai yang lebih tinggi yaitu pada rentang nilai 0 hingga 0,2 menunjukkan air yang sangat keruh (Bid dan Siddique 2019). Menurut Badan Environmental Protection Agency (2023) kekeruhan merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menilai kualitas air, dimana turbiditas atau kekeruhan merupakan kondisi dimana berkurangnya transparansi sebuah zat cair yang diakibatkan adanya zat-zat tidak terlarut (Arwitama dkk. 2024).

Modified Normalized Different Water Index (MNDWI) merupakan modifikasi indeks dari NDWI, digunakan untuk mendeteksi dan mengekstraksi badan air dari citra satelit secara lebih akurat (Sumardi dkk. 2025). Rumus kombinasi band yang digunakan untuk menentukan NDTI diperlihatkan pada persamaan sebagai berikut:

$$NDTI = \frac{Red - Green}{Red + Green} \dots\dots\dots (1)$$

$$MNDWI = \frac{Green - SWIR}{Green + SWIR} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

Red = Nilai reflektan pada kanal merah

Green = Nilai reflektan pada kanal hijau
 SWIR = Nilai reflektan pada kanal inframerah pendek

2.6 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu serta seni yang digunakan dalam memperoleh informasi mengenai objek dengan alat tanpa adanya kontak langsung di lapangan dimana alat yang dimaksud adalah sensor yang dipasang pada wahana (Lillesand 2015). Informasi yang didapat pada teknologi penginderaan jauh selain dari permukaan objek, daerah atau fenomena yang tampak langsung di permukaan bumi yaitu kedalaman tertentu yang dapat terdeteksi. Data hasil teknik penginderaan jauh berupa citra, grafik serta data numerik. Data tersebut kemudian dianalisis untuk memperoleh informasi tentang obyek wilayah yang diteliti. Dalam sistem penginderaan jauh memerlukan adanya sumber tenaga secara alami maupun tenaga buatan, tenaga ini berupa spektrum elektromagnetik yang terdiri dari spectra kosmis, gamma, sinar X, ultraviolet, cahaya tampak, infra merah, gelombang mikro dan gelombang radio (Prayoga 2017).

Citra digital pada data penginderaan jauh terdiri dari elemen-elemen gambar atau piksel yang mewakili Tingkat keabuan pada gambar. Pada data citra digital terdapat informasi bersifat diskrit yang memiliki ukuran presisi tertentu (Has and Sulistiawaty 2018). Karakter utama pada data citra digital adalah adanya rentang antara kanal atau *band* panjang gelombang elektromagnetik yang dimiliki pada citra tersebut. Pada perkembangan teknologi penginderaan jauh yang terjadi dengan pesat ini didukung oleh meningkatnya tuntutan mengenai kebutuhan aplikasi untuk menjawab berbagai macam tantangan dan permasalahan pembangunan. Hal ini dikarenakan citra penginderaan jauh mampu menyajikan gambaran obyek, wilayah dan gejala di muka bumi secara lengkap yang sesuai dengan keadaan muka bumi yang sebenarnya. Dalam penginderaan jauh terdapat sistem tenaga pada wahana yaitu sebagai berikut.

1. Sistem Pasif

Sumber tenaga pada wahana sistem pasif berasal dari sumber lain yang tidak terintegrasi dalam wahana, sumber tenaga ini biasanya berupa energi yang bersumber dari matahari. Wahana citra satelit yang menggunakan sistem pasif ini antara lain satelit Landsat, Aster, SPOT, MODIS, NOAA dan lain-lain.

2. Sistem Aktif

Pada wahana sistem aktif membutuhkan sumber tenaga utama berupa tenaga elektromagnetik yang dibangkitkan dengan sensor radar atau *radio detecting and ranging*, yang terintegrasi dengan wahana tersebut. Wahana yang menggunakan sistem aktif diantaranya Radarsat, ADEOS, JERS dan lainnya.

2.7 Sistem Informasi Geografis

Star dan Ester (1990) menjelaskan bahwa sistem informasi geografis merupakan sistem berbasis komputer yang berfungsi untuk menangkap, menyimpan, memanggil Kembali, menganalisis serta menampilkan data spasial, sehingga menjadi lebih efektif dalam menangani permasalahan yang kompleks yang berguna baik untuk kepentingan penelitian, perencanaan, pelaporan serta untuk pengelolaan sumber daya dan lingkungan (Naspendra Setiawati 2020). Sistem informasi geografis ini tidak lepas dari sebuah data spasial, sebuah data yang mengacu pada obyek, posisi serta hubungan diantaranya pada ruang bumi. Dalam data spasial merupakan salah satu bentuk dari informasi mengenai permukaan bumi, perairan, kelautan, di bawah permukaan bumi serta bawah atmosfer bumi. Terdapat dua model data spasial dalam keilmuan SIG, yaitu data vektor dan data raster.

Data vektor adalah data yang menggambarkan objek maupun fitur geografis yang dilambangkan dengan titik, garis maupun poligon yang merupakan bentuk bumi yang direpresentasikan ke dalam kumpulan garis, area (wilayah yang dib Atasi dengan garis berawal serta berakhir di titik yang sama), titik dan

nodes (titik perpotongan antara dua buah garis). Model data ini umumnya digunakan untuk merepresentasikan objek-objek linear, luasan dan jaringan. Data raster adalah model data yang digunakan dalam menggambarkan suatu penampakan permukaan bumi dengan struktur matrik atau piksel yang membentuk grid dengan ukuran yang sama. Tiap piksel mempunyai nilai dan atributnya masing-masing, termasuk dengan nilai koordinat. Dalam data raster, resolusi tiap sel grid tergantung pada ukuran pikselnya. Semakin kecil ukuran kenampakan permukaan bumi yang diwakili oleh satu sel maka resolusinya akan semakin tinggi.

2.8 Citra Satelit Sentinel-2A

Citra satelit Sentinel-2 terdiri dari dua macam satelit yang memiliki misi untuk memantau vegetasi, tutupan lahan dan pemantauan lingkungan (Rizqon 2020). Citra satelit Sentinel-2A merupakan citra optik pertama yang telah diluncurkan sebagai salah satu bagian dari program ESA (*European Space Agency*) pada tahun 2015. Selain itu, satelit Sentinel-2B kemudian diluncurkan pada tahun 2017. Kedua satelit ini tidak memiliki banyak perbedaan, namun saat perekaman Lokasi yang sama mempunyai rentang waktu lima hari secara bergantian. Citra Sentinel-2 memiliki resolusi yang tinggi dengan 13 *band*/kanal spektral (ESA, 2015). Satelit Sentinel-2 memiliki orbit pada orbit *sun-synchronous* di ketinggian 786 km. Satelit-2A dan Satelit-2B tersebut berjarak 180° antara satu sama lain. Kedua satelit ini merupakan satelit yang memiliki resolusi menengah dan memiliki resolusi temporal 10 hari untuk 1 satelit. Luas cakupan wilayah dari citra Sentinel-2 seluas 290 km. Citra Sentinel-2 mempunyai karakteristik dan fungsi sebagai berikut.

Tabel 5. Karakteristik Citra Sentinel-2A

Saluran	Kanal	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi Spasial (m)	Fungsi
Band 1	<i>Coastal aerosol</i>	443-463	60	Studi pesisir dan aerosol
Band 2	Biru	490-555	10	Melihat fitur permukaan air/kolom air dangkal, batimetri
Band 3	Hijau	560-595	10	Studi vegetasi di laut dan di darat serta sedimen
Band 4	Merah	665-695	10	Membedakan mineral dan tanah (studi geologi)/ lereng vegetasi
Band 5	<i>Red Edge 1</i>	705-720	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 6	<i>Red Edge 2</i>	740-755	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 7	<i>Red Edge 3</i>	783-803	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 8	<i>Near Infrared (NIR)</i>	842-957	10	Studi konten biomassa dan garis pantai
Band 8a	<i>NIR Narrow</i>	865-885	20	Vegetasi spektral untuk menilai status vegetasi
Band 9	<i>Water vapour</i>	945-965	60	Studi deteksi uap air
Band 10	<i>Cirrus</i>	1375-1405	60	Peningkatan deteksi kontaminasi awan cirrus
Band 11	SWIR 1	1610-1700	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi
Band 12	SWIR 2	2190-2370	20	Studi deteksi kandungan air tanah dan vegetasi

Sumber: ESA 2015

2.9 Citra Satelit Landsat 8 (OLI/TIRS)

Satelit Landsat (Land Satellite) adalah hasil proram satelit sumber daya bumi yang telah dikembangkan oleh The *National Aeronautical and Space Administration* (NASA) milik Amerika Serikat dan pertama kali diluncurkan pada tahun 1972 dengan nama satelit ERTS-1 (*Earth Resources Technology Satellite*) (Prayoga 2017). Satelit Landsat 8 berhasil diluncurkan oleh NASA tanggal 11 Februari 2013 bertempat di *Vandernberg Air Force Base*, California. Landsat 8 mengorbit setiap 9 menit dan seluruh bumi tiap 16 hari dan

mengumpulkan data pada akuisisi jadwal waktu yang sama. Citra Landsat 8 menggunakan sensor *Operational Land Manager* (OLI) dan dengan selang antar *band* lebih pendek. Citra ini memiliki 9 *band* spektral dan 2 *band thermal* (USGS 2014).

Tabel 6. Karakteristik Citra Satelit Landsat 8

Sensor	Saluran	Kanal	Panjang gelombang (mikrometer)	Resolusi Spasial (m)	Fungsi
Onboard Operational Land Imager (OLI)	<i>Band 1</i>	<i>Coastal/Aerosol</i>	0,433-0,453	30	Penelitian mengenai Coastal dan Aerosol
	<i>Band 2</i>	Biru	0.450-0,515	30	Pemetaan batimetri, membedakan tanah dari vegetasi dan daun yang gugur
	<i>Band 3</i>	Hijau	0,525-0,600	30	Bagian atas dari vegetasi yang bermanfaat untuk menilai vegetasi tersebut
	<i>Band 4</i>	Merah	0,630-0,680	30	Membedakan vegetasi dari kemiringannya
	<i>Band 5</i>	<i>Near-NIR</i>	0,845-0,885	30	Menekankan isi dan tepian dari biomassa
	<i>Band 6</i>	SWIR-1	1,560-1,660	30	Membedakan kadar air tanah, vegetasi dan awan tipis
	<i>Band 7</i>	SWIR-2	2,100-2,300	30	Meningkatkan kelembaban tanah, vegetasi dan awan tipis
	<i>Band 8</i>	Pan	0,500-0,680	15	Gambar lebih tajam
	<i>Band 9</i>	<i>Cirrus</i>	1,360-1,390	30	Meningkatkan pendeteksi awan cirrus
Thermal Infrared Sensor (TIRS)	<i>Band 10</i>	LWIR-1	10,30-11,30	100	Resolusi 100 m, pemetaan panas bumi dan perkiraan kadar air tanah
	<i>Band 11</i>	LWIR-2	11,50-12,50	100	Resolusi 100 m, pemetaan panas bumi dan perkiraan kadar air tanah

Sumber: USGS 2014

Landsat 8 memiliki kemampuan merekam citra dengan resolusi spasial yang bervariasi. Variasi resolusi spasial Landsat 8 mulai dari 15 meter sampai 100 meter. Landsat 8 memiliki beberapa keunggulan khususnya terkait spesifikasi *Band-Band* yang dimiliki maupun panjang rentang spektrum gelombang elektromagnetik yang ditangkap. Deteksi terhadap awan citrus lebih baik dengan dipasangnya kanal 9 pada sensor OLI (Muryati 2019).

2.10 Metode Interpolasi IDW

Metode interpolasi *Inverse Distance Weighted (IDW)* merupakan metode interpolasi konvensional yang memperhitungkan jarak sebagai bobot. Jarak yang dimaksud adalah jarak (datar) dari titik data (sampel) terhadap blok yang akan diestimasi (Bahtiar dkk. 2022). Metode IDW mengasumsikan titik yang lebih dekat dengan lokasi akan lebih besar nilainya dibandingkan dengan titik yang terletak lebih jauh (Sari dkk. 2021). Rumus umum perhitungan interpolasi metode IDW yaitu (Shabrina dkk. 2024):

$$Z = \sum_{i=1}^N \omega_i Z_i \dots \dots \dots (3)$$

Salah satu keuntungan menggunakan metode interpolasi IDW adalah karakteristik interpolasi dapat dikontrol dengan membatasi titik-titik masukan yang digunakan dalam proses interpolasi. Titik yang terletak jauh dari titik sampel dan diperkirakan tidak memiliki korelasi spasial dapat dihapus dari perhitungan (Pasaribu dkk. 2012).

2.11 Uji Akurasi

Uji akurasi dilakukan untuk mengevaluasi seberapa akurat algoritma yang digunakan dalam klasifikasi atau analisis spasial (Putri 2018). Dalam penelitian ini, uji akurasi yang digunakan adalah uji akurasi *confusion matrix* yang diolah dengan software ArcGIS dengan penentuan titik-titik sampel yang digunakan menggunakan pendekatan *stratified random sampling*. Matrik konfusi yang dihasilkan adalah *overall accuracy, producers accuracy, users accuracy, kappa coefficient* yang menggambarkan tingkat kesalahan atau keberhasilan klasifikasi (Kusuma dkk. 2023).

Dalam penginderaan jauh, uji akurasi adalah menilai tingkat ketelitian dari hasil interpretasi dibandingkan dengan standar yang telah disepakati.

Penentuan akurasi keseluruhan menggunakan matrik konfusi hasil interpretasi, hasil klasifikasi multispektral untuk setiap kelas terbagi menjadi dua kelompok, yaitu *producer accuracy* dan *user accuracy*. *Producer accuracy* mengidentifikasi training set dari suatu kelas diklasifikasikan, sedangkan *user accuracy* mengidentifiliasi selisih antara kelas hasil klasifikasi dengan kelas sebenarnya di lapangan (Putri 2018).

2.12 Teknik Sampling

Teknik pengambilan sampel sangatlah penting dalam sebuah penelitian, tahapan ini dilakukan untuk menentukan siapa saja anggota populasi yang hendak dijadikan sampel. Sugiyono mengelompokkan teknik pengambilan sampel menjadi dua yaitu Probability Sampling dan Nonprobability Sampling (Amin dkk. 2023). *Probability Sampling* merupakan teknik pengambilan sampel yang memberikan peluang yang sama bagi setiap unsur anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel.

- a. *Simpel Random Sampling* dikatakan sederhana karena pengambilan anggota sampel dari populasi dilakukan secara acak tanpa memperhatikan strata yang ada dalam populasi tersebut.
- b. *Proportionate Stratified Random sampling*, digunakan bila populasi mempunyai anggota atau unsur yang tidak homogen dan berstrata secara proporsional.
- c. *Disproportionate Stratified Random Sampling*, digunakan untuk menentukan jumlah sampel, bila populasi berstrata tetapi kurang proporsional.
- d. *Cluster Sampling*, pengambilan sampel daerah digunakan untuk menentukan sampel bila objek yang akan diteliti atau sumber data sangat luas.

Sedangkan *Nonprobability Sampling* yaitu teknik pengumpulan sampel yang tidak memberi peluang atau kesempatan bagi setiap unsur anggota populasi untuk dipilih menjadi anggota sampel.

2.13 Pengkodean Variabel Dummy

Variabel dummy merupakan variabel yang digunakan untuk membuat kategori data yang bersifat kualitatif atau kategorikal menjadi bentuk numerik (Artaya 2019). Sehingga variabel bisa digunakan dalam model regresi yang secara teknis hanya dapat menangani variabel numerik. Keuntungan dari menggunakan pengkodean dummy adalah suatu pengkodean dengan tingkatan nominal ataupun ordinal, namun dapat diperlakukan secara statistik.

Pada umumnya variabel predictor dalam model regresi berjenis kuantitatif. Namun, ada kalanya variabel prediktor berjenis kategori. Meskipun pendugaannya sama, namun ada beberapa hal yang membedakan, diantaranya:

- a. Jika semua variabel prediktor berjenis kategori maka pembahasan akan mengarah pada regresi berganda
- b. Jika semua variabel bebas berjenis kategori, maka disajikan dengan analisis ragam.
- c. Jika variabel bebas terdiri dari variabel kuantitatif dan kategori maka disajikan dengan analisis peragam.

Variabel dummy sebenarnya adalah suatu variabel dikotomis yang berasal dari sebuah variabel kualitatif. Banyaknya variabel dikotomis sama dengan banyaknya level dikurangi satu. Jika banyaknya level adalah G , maka banyaknya variabel dikotomis $G-1$ (Dewanti 2007).

2.14 Uji Korelasi Pearson dan Regresi Linear berganda

Dalam ilmu statistika, analisis regresi merupakan teknik yang digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua atau lebih variabel. Dalam suatu persamaan regresi terdapat 2 macam variabel, yaitu variabel dependen atau variabel tak bebas (biasanya dinyatakan dengan Y) yang nilainya bergantung pada variabel lain. Dan variabel independent atau variabel bebas (biasanya dinyatakan

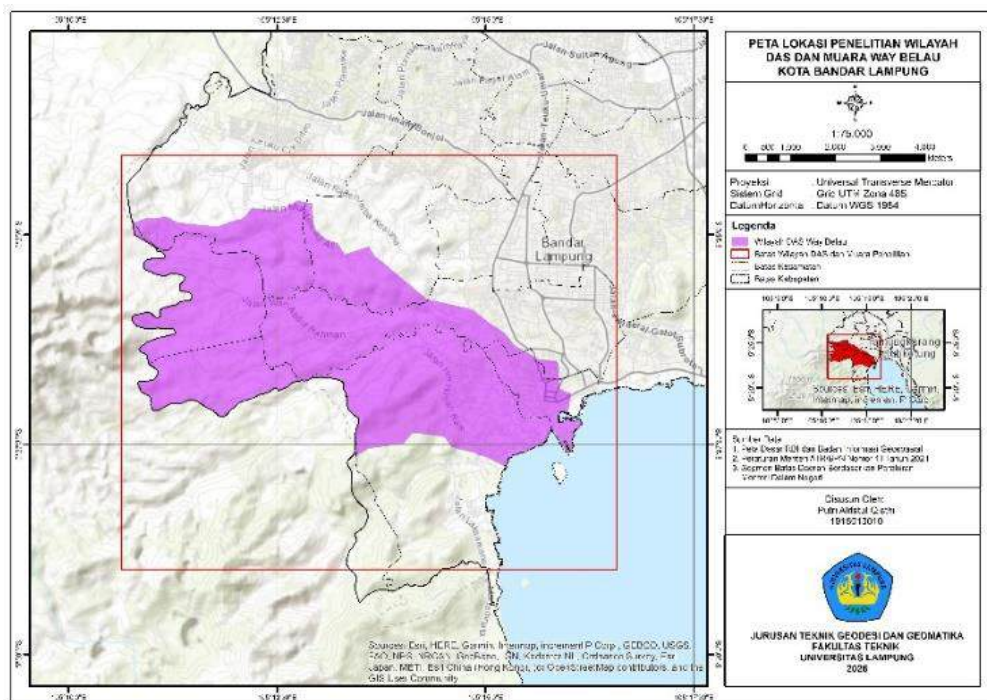
dengan X) yang nilainya tidak bergantung dari variabel lain (Kartiningrum dkk. 2022). Standar nilai signifikansi yang paling umum digunakan pada analisis regresi linear berganda adalah 0.05 atau 5% dianggap sebagai standar untuk menentukan tingkat kepercayaan 95% bahwa hasil penelitian tidak terjadi secara kebetulan. Jika nilai signifikansi < 0.05 maka variabel dependen berpengaruh sedangkan jika nilai signifikansi > 0.05 maka variabel independen tidak berpengaruh (Amalia dkk. 2024). Analisis regresi memiliki beberapa kegunaan diantaranya untuk tujuan deskripsi dari fenomena data dengan melalui terbentuknya model hubungan yang sifatnya numerik, selain itu regresi juga memiliki kegunaan untuk tujuan kontrol atau pengendalian terhadap suatu kasus pada data yang diamati melalui penggunaan model regresi tersebut. Dalam kegunaan untuk tujuan prediksi untuk variabel terikat, prediksi hanya boleh dilakukan di dalam rentang data dari variabel bebas yang digunakan untuk membentuk model regresi tersebut (Kurniawan, 2008).

Uji korelasi pearson merupakan teknik statistika yang digunakan untuk mengetahui ada tidaknya hubungan diantara dua variabel. Uji korelasi sangat berkaitan dengan regresi, uji regresi dilakukan apabila terbukti ada hubungan diantara variabel independen dan dependennya. Hubungan antara variabel dependen merupakan hubungan hubungan linear, sehingga regresi yang dilakukan adalah regresi linear. Berdasarkan jumlah variabel independennya, analisis regresi linear dibagi menjadi dua macam yaitu, analisis regresi linear sederhana dan analisis regresi linear berganda (Wasilaine dkk. 2014). Pada penelitian ini digunakan uji regresi linear berganda, dengan variabel Y adalah tingkat kekeruhan dan variabel X adalah penggunaan lahan dan intensitas curah hujan. Setelah didapatkan hasil uji regresi linear berganda, selanjutnya dilakukan uji validasi data lapangan pada sampel nilai kekeruhan air (NTU) dengan korelasi pearson dan uji RMSE dengan nilai kekeruhan citra pada lokasi pengambilan data lapangan di waktu yang sama.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Juni tahun 2024 dengan lokasi penelitian berada di Daerah Aliran Sungai Way Belau hingga muara sungainya yang terletak di Kecamatan Teluk Betung Utara, Kota Bandar Lampung.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

3.2 Data dan Alat Penelitian

Terdapat beberapa data dan alat yang digunakan dalam penelitian ini, adapun informasi lebih lanjut dapat dilihat sebagai berikut:

3.2.1 Data Penelitian

Data yang akan digunakan dalam penelitian ini, diantaranya yaitu:

1. Citra satelit Sentinel-2A dengan akuisisi data periode musim penghujan pada bulan Januari, Februari, dan Maret tahun 2022, 2023, dan 2025.
2. Musim kemarau pada bulan Juni, Juli, dan Agustus tahun 2022, 2023 dan 2025 (sumber: <https://earthengine.google.com/>).
3. Citra satelit Landsat 8 (OLI/TIRS) dengan akuisisi data pada tahun 2022, 2023 dan 2025 (Sumber: <https://earthexplorer.usgs.gov/>).
4. Peta Rupa Bumi Kota Bandar Lampung skala 1:25.000 (Sumber: <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web/>).
5. Data curah hujan Kota Bandar Lampung yang didapat dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).
6. Data validasi lapangan kekeruhan air (NTU) di hulu, tengah aliran, dan muara Way Belau.

3.2.2 Alat Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini, diperlukan peralatan baik itu berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk melakukan setiap proses dalam penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu:

1. Perangkat Keras (*Hardware*) berupa satu unit laptop dengan spesifikasi processor AMD Ryzen 5 5500U, RAM 8GB, penyimpanan 512GB dengan sistem operasi windows 11 digunakan untuk menjalankan perangkat lunak sistem informasi geografis dan perangkat lunak *Microsoft office* untuk penulisan laporan.

2. Perangkat Lunak (*Software*)

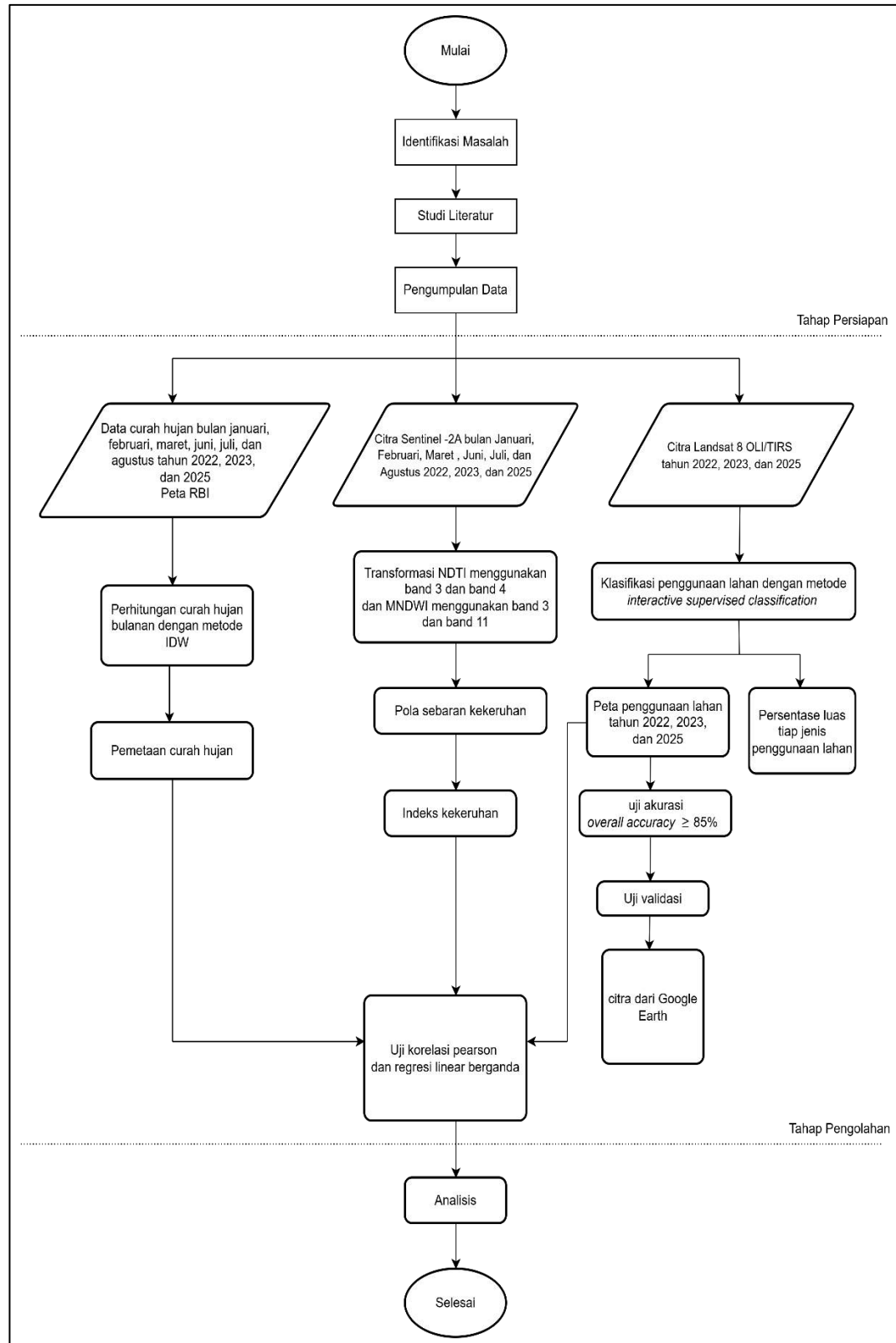
- a. Perangkat lunak Google Earth Engine untuk mendapatkan data citra Sentinel-2A yang akan digunakan dalam penelitian.
- b. Perangkat lunak ArcGIS untuk analisis spasial indeks kekeruhan, penggunaan lahan, dan curah hujan.
- c. Perangkat lunak *Microsoft office* berkaitan dengan analisis data atribut dan regresi serta penyusunan laporan penelitian.

3.3 Metode Penelitian

Metode pengolahan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis. Untuk penginderaan jauh digunakan untuk mengolah citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS dan citra Sentinel-2A dengan menggunakan *software* ArcGIS. Pengolahan data yang dilakukan dengan menggunakan citra satelit ini diantaranya untuk mengolah klasifikasi penggunaan lahan dan indeks kekeruhan atau *Normalized Turbidity Index (NTI)*, *Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)*. Untuk metode SIG digunakan untuk melakukan pengolahan peta curah hujan. Hasil dari proses pengolahan data penelitian ini akan didapatkan peta kekeruhan air Sungai Way Belau, peta curah hujan Daerah Aliran Sungai Way Belau, dan peta penggunaan lahan daerah Sungai Way Belau musim penghujan pada bulan Januari, Februari, dan Maret serta musim kemarau pada bulan Juni, Juli, Agustus pada tahun 2022 dan 2023 serta dilakukan analisis hubungan penggunaan lahan dan curah hujan terhadap kekeruhan air sungai.

3.4 Diagram Alir Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini akan dijelaskan dalam suatu diagram alir. Diagram alir merupakan sebuah gambar yang menjelaskan tahapan yang akan dilakukan oleh penulis dalam penelitian. Adapun diagram alir penelitian ini adalah sebagai berikut:



Gambar 2. Diagram Alir

3.5 Tahap Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahapan awal yang dilakukan oleh peneliti sebelum memulai penelitian. Tahapan ini dilakukan untuk memastikan seluruh tahap penelitian berjalan sesuai dengan prosedur yang ditentukan. Pada tahap persiapan ini terdiri beberapa tahapan, yaitu:

3.5.1 Identifikasi Masalah

Pada tahap identifikasi masalah ini dilakukan dengan menentukan masalah yang akan dibahas pada penelitian. Permasalahan yang terjadi pada penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan lahan dan curah hujan terhadap kekeruhan air pada Sungai Way Belau Kota Bandar Lampung.

3.5.2 Studi Literatur

Pada tahapan ini, penulis mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan penginderaan jauh, SIG, dan pengolahan data citra satelit untuk mendapatkan klasifikasi penggunaan lahan, peta curah hujan, indeks kekeruhan dan analisis statistik untuk melihat hubungan penggunaan lahan dan curah hujan terhadap kekeruhan air.

3.5.3 Pengumpulan Data

Pada tahapan ini dilakukan pengumpulan data primer berupa data citra satelit Sentinel-2A musim penghujan pada bulan Januari, Februari, Maret dan musim kemarau pada bulan Juni, Juli, Agustus pada tahun 2022, 2023 dan 2025 yang bersumber dari *website* <https://earthengine.google.com/>, citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS tahun 2022, 2023 dan 2025 yang bersumber dari *website* <https://earthexplorer.usgs.gov/> dan peta rupa bumi kota Bandar

Lampung yang bersumber dari Ina-Geoportal, dan data curah hujan yang bersumber dari BMKG.

3.6 Tahap Pengolahan Data

Tahapan pengolahan data pada penelitian ini dimulai dengan melakukan koreksi radiometrik pada citra satelit Sentinel-2A dan citra satelit Landsat 8 OLI/TIRS, yang bertujuan untuk memastikan kualitas data yang akurat dan representatif terhadap kondisi sebenarnya sebelum dilakukan pengolahan lebih lanjut. Setelah dilakukan koreksi pada citra, selanjutnya dilakukan pengolahan algoritma NDTI dan MNDWI pada citra satelit Sentinel-2A untuk mengetahui sebaran kekeruhan air pada citra. Tahapan selanjutnya yaitu, melakukan pengklasifikasian penggunaan lahan pada citra satelit Landsat 8 untuk mendapatkan peta penggunaan lahan dan melakukan pengolahan pada data curah hujan dengan menggunakan metode interpolasi IDW. Interpolasi ini dilakukan untuk membuat peta sebaran curah hujan. Setelah dilakukan pengolahan variabel-variabel tersebut, selanjutnya dilakukan uji korelasi dan uji regresi untuk mengetahui apakah dengan adanya variasi penggunaan lahan dan intensitas curah hujan berpengaruh terhadap tingkat kekeruhan air.

1. Pemotongan Citra

Pada proses ini dilakukan pemotongan citra Landsat agar citra yang akan diolah sudah sesuai dengan wilayah penelitian. Dengan pemotongan citra ini pun akan mengurangi ukuran *file* sehingga hanya memerlukan kapasitas penyimpanan lebih sedikit dan mempercepat pemrosesan data.

2. Pengolahan Citra

Citra satelit Sentinel-2A dilakukan tahapan analisis untuk mendapatkan nilai NDTI (*Normalized Difference Turbidity Index*) dengan dua periode musim, yaitu musim hujan dan saat musim kemarau dan dengan pengambilan citra 3 bulan setiap periodenya. Transformasi ini digunakan untuk mendapatkan informasi spasial mengenai tingkat kekeruhan air pada muara sungai Way Belau.

a. Pengolahan *Normalized Difference Turbidity Index* (NDTI)

Citra satelit Sentinel-2A dilakukan tahapan ekstraksi saluran spektral dimana saluran yang digunakan adalah *band 3* (*band green*, 560-595 nm) dan *band 4* (*band red*, 665-695 nm). Hasil perhitungan NDTI berupa indeks nilai yang umumnya bervariasi dari mulai -0,2 sampai lebih tinggi dari +0.25 yang dimana nilai yang rendah menunjukkan air yang jernih, sedangkan nilai yang lebih tinggi menunjukkan air yang sangat keruh.

b. Pengolahan *Modified Normalized Difference Water Index* (MNDWI)

Pengolahan ini menggunakan data Sentinel-2 di ArcGIS yang sangat berguna untuk memetakan badan air dengan lebih akurat, terutama di area perkotaan karena indeks ini mampu mengurangi noise dari bangunan. Untuk pengolahan di Sentinel-2 menggunakan *band 3* (*band green*) dan *band 11* (SWIR 1 lebih umum digunakan untuk ekstraksi air).

c. Pengolahan Peta Curah Hujan

Peta curah hujan bulanan dihasilkan dengan input akumulasi data curah hujan tiap satu bulan yang diambil pada dua periode musim di Indonesia, yaitu musim penghujan dan musim kemarau. Format data yang di-input pada *software* ArcGIS berupa format .csv yang berisi informasi mengenai koordinat (*latitude* dan *longitude*), elevasi dan nilai curah hujan. Data tersebut dimuat sebagai layer titik dengan sistem koordinat yang sesuai dengan lokasi penelitian. Setelah itu, data direpresentasikan menggunakan simbolisasi nilai curah hujan dengan beberapa gradasi warna yang menunjukkan intensitas curah hujan tersebut. Interpolasi kemudian dilakukan untuk menghasilkan peta berformat raster menggunakan metode *Inverse Distance Weighting* (IDW) yang memprediksi nilai curah hujan di wilayah tiap titik data.

d. Pengolahan Peta Penggunaan Lahan

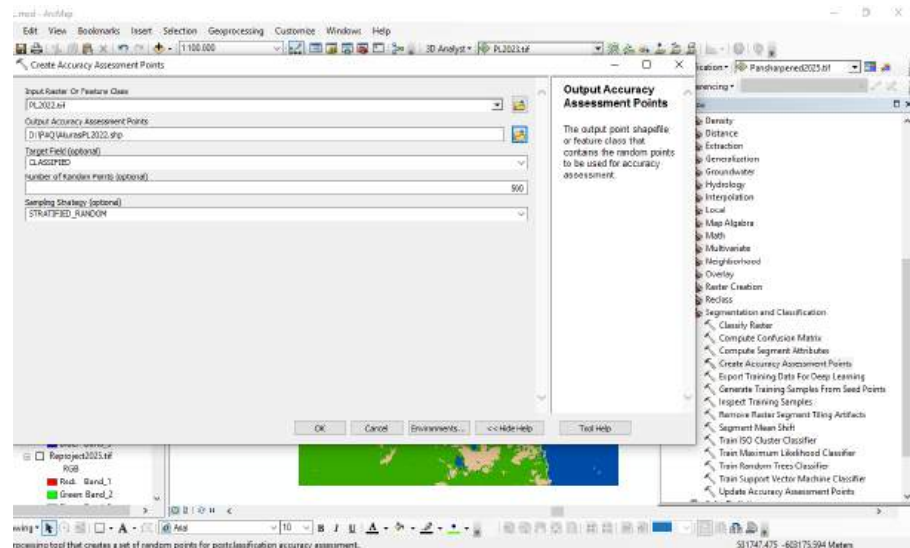
Peta penggunaan lahan pada penelitian ini menggunakan metode *Interactive Supervised Classification* dengan pengolahan di *software* ArcGIS. Pembuatan peta penggunaan lahan ini dimulai dengan mempersiapkan data citra satelit Landsat 8. Citra Landsat 8 ini kemudian dimuat ke dalam ArcGIS dengan mengaplikasikan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Data citra yang di-*input* kemudian dilakukan *training samples* dengan memilih area yang representatif dari setiap kelas penggunaan lahan yang akan dipetakan. *Training samples* ini digunakan untuk mewakili setiap kelas penggunaan lahan, yang kemudian dijalankan untuk memetakan citra berdasarkan klasifikasi yang telah diterapkan.

e. Pengambilan Titik Sampel

Proses pengambilan titik sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *stratified random sampling* pada kelas penggunaan lahan dan curah hujan. Setelah titik-titik sampel ditentukan, tahap berikutnya adalah melakukan ekstraksi nilai sampel. Ekstraksi ini dilakukan untuk mengumpulkan informasi terkait dari setiap titik yang telah dipilih. Proses ekstraksi ini penting untuk mendapatkan data numerik atau kuantitatif yang dapat dianalisis lebih lanjut.

f. Uji Akurasi Hasil Klasifikasi

Uji akurasi hasil klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan fitur *Create Accuracy Assessment Points* pada toolbar *Segmentation and classification*.



Gambar 3. Tahapan Uji Akurasi

OID	ClassValue	C_1	C_11	C_19	Total	U_Accuracy	Kappa
0	C_1	10	0	0	10	1	0
1	C_11	0	8	4	12	0,666667	0
2	C_19	0	1	15	16	0,9375	0
3	Total	10	9	19	38	0	0
4	P_Accuracy	1	0,888889	0,789474	0	0,868421	0
5	Kappa	0	0	0	0	0	0,796137

Gambar 4. Hasil Uji Akurasi

4. Uji Korelasi dan Regresi

Pada tahap ini, pengujian korelasi dan regresi dilakukan dengan metode regresi linear berganda dengan variabel *dummy*. Variabel *dummy* digunakan untuk mengubah data kategorikal menjadi bentuk numerik agar dapat dianalisis dalam model regresi. Dalam hal ini, kita menggunakan variabel X1 (curah hujan) dan lima variabel *dummy*. Variabel X2 merupakan kategori musim pada titik sampel yang diambil. Kategori musim kemarau dijadikan baseline dan musim hujan dijadikan sebagai variabel *dummy*. Variabel X3 dan X4 adalah variabel kelas penggunaan lahan kategori pemukiman dan badan air,

sedangkan variabel *baseline*-nya adalah kelas vegetasi. Serta untuk tahun 2022 dijadikan sebagai *baseline* sementara variabel *dummy* X5 dan X6 adalah tahun 2023 dan 2025.

5. Uji Validasi Data Lapangan dengan metode RMSE

Untuk menghitung RMSE (*Root Mean Square Error*) yang menunjukkan hubungan antara data satelit dengan data lapangan (NTU) dilakukan dengan ekstraksi nilai piksel kekeruhan pada lokasi pengambilan sampel air kemudian dibandingkan dengan nilai kekeruhan prediksi yang dihitung berdasarkan rumus regresi. Lalu hitung selisih error dari kedua data tersebut sebagai RMSE.

6. Analisis

Pada tahapan ini, analisis dilakukan terhadap hasil pengolahan indeks kekeruhan air, jumlah curah hujan tiap musim, sebaran penggunaan lahan dan hasil uji regresi pada variabel tersebut.

3.7 Tahap Akhir

Tahapan akhir dalam penelitian ini adalah pembuatan laporan tentang pengaruh penggunaan lahan dan curah hujan terhadap kekeruhan air pada Sungai Way Belau. Dalam laporan penelitian ini terdiri dari Pendahuluan, yang mencakup latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan ruang lingkup penelitian. Tinjauan Pustaka, yang mencakup teori-teori dan penelitian mengenai topik penelitian. Metodologi Penelitian, mencakup penjelasan data dan metode yang digunakan. Hasil dan Pembahasan, berisi hasil penelitian dan analisisnya. Simpulan dan Saran, mencakup Kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran untuk penelitian selanjutnya. Daftar Pustaka, yang berisi daftar referensi yang digunakan oleh penulis dalam Menyusun laporan penelitian skripsi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis pengaruh penggunaan lahan dan curah hujan terhadap kekeruhan air di Pesisir Muara Sungai Way Belau menggunakan citra Sentinel-2A dan Landsat 8, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil klasifikasi penggunaan lahan di DAS Way Belau menunjukkan bahwa kelas vegetasi merupakan kelas yang dominan dengan luasan berkisar antara 5.598,04 Ha hingga 6.948,22 Ha. Kelas pemukiman mengalami fluktuasi luasan, di mana terjadi penurunan pada tahun 2023 namun kembali meningkat pada tahun 2025 menjadi 3.971,52 Ha. Hasil uji akurasi (*Overall Accuracy*) menunjukkan nilai di atas 86% dengan Indeks Kappa di atas 79% untuk seluruh periode, yang menandakan hasil klasifikasi penggunaan lahan valid dan layak digunakan untuk analisis lingkungan.
2. Kondisi curah hujan di wilayah penelitian menunjukkan pola musiman yang jelas (monsoon). Periode Januari hingga Maret merupakan puncak musim penghujan dengan intensitas mencapai >400 mm/bulan (pada tahun 2022) hingga >600 mm/bulan (Januari 2025). Sebaliknya, pada periode Juni hingga Agustus intensitas hujan turun drastis di bawah 100 mm/bulan, bahkan mencapai angka <20 mm/bulan pada periode kemarau ekstrem tahun 2023.
3. Nilai indeks NDTI rata-rata berada pada rentang -0,1 hingga 0,0, yang mengklasifikasikan kualitas perairan Muara Way Belau dalam kategori jernih hingga normal. Nilai indeks tertinggi (paling keruh) tercatat mencapai 0,4526 pada Juli 2025, yang menunjukkan adanya akumulasi sedimen

tersuspensi pada periode tertentu. Konsentrasi kekeruhan yang lebih tinggi secara konsisten ditemukan pada area muara (titik pertemuan sungai dan laut) serta area perairan yang berdekatan dengan wilayah pemukiman padat. Sebaliknya, nilai kekeruhan yang lebih rendah ditemukan pada area yang menjauh dari garis pantai menuju laut lepas. Hasil ekstraksi nilai dari citra Sentinel-2A terbukti memiliki tingkat akurasi yang sangat tinggi dalam memotret kondisi riil di lapangan. Hal ini dibuktikan dengan hasil uji validasi terhadap nilai NTU lapangan yang menunjukkan koefisien korelasi (r) yang sangat kuat sebesar 0,8796 dan tingkat kesalahan (RMSE) yang sangat minimal sebesar 0,0148. Dengan demikian, penggunaan algoritma NDTI pada citra Sentinel-2A efektif digunakan sebagai instrumen monitoring kualitas air di lokasi penelitian.

4. Berdasarkan analisis regresi linear berganda, variabel penggunaan lahan dan curah hujan memiliki pengaruh yang sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik terhadap variasi kekeruhan di Muara Way Belau. Nilai koefisien determinasi R^2 sebesar 0,094, yang berarti variabel curah hujan dan penggunaan lahan hanya mampu menjelaskan 9,4% variasi kekeruhan (NDTI), sementara 90,6% sisanya dipengaruhi oleh faktor lain di luar model penelitian. Diperoleh nilai Signifikan F sebesar 0,150 ($> 0,05$), yang menunjukkan bahwa secara simultan (bersama-sama), variabel independen tidak berpengaruh signifikan terhadap kekeruhan pada tingkat kepercayaan 95%. Meskipun tidak signifikan, variabel pemukiman memiliki koefisien positif (0,0129), yang menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan kekeruhan pada area terbangun dibandingkan vegetasi. Rendahnya pengaruh faktor daratan (hujan dan lahan) mengindikasikan bahwa dinamika kekeruhan di wilayah muara Way Belau lebih dominan dikendalikan oleh faktor oseanografi, seperti arus pasang surut air laut yang memicu resuspensi (pengadukan kembali) sedimen dasar muara, serta aktivitas antropogenik laut seperti transportasi kapal di sekitar area pelabuhan.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Penambahan variabel oseanografi, mengingat lokasi penelitian berada di wilayah muara (estuari), penelitian selanjutnya disarankan untuk memasukkan variabel pasang surut air laut, kecepatan arus laut, dan batimetri sebagai variabel independen, karena faktor-faktor tersebut diduga memiliki pengaruh yang lebih dominan terhadap sedimen (*resuspensi*) dibandingkan faktor hidrologi daratan.
2. Peningkatan resolusi temporal, disarankan untuk menggunakan data citra satelit dengan rentang waktu yang lebih rapat dan sinkron dengan kejadian hujan harian (*real-time rainfall*) guna menangkap respon perubahan kekeruhan air yang bersifat sesaat (*short-term response*) akibat limpasan permukaan.
3. Manajemen kawasan pesisir, Pemerintah Kota Bandar Lampung perlu memperhatikan penataan drainase di kawasan pemukiman padat di hilir DAS Way Belau, mengingat adanya kecenderungan peningkatan kekeruhan pada wilayah pemukiman yang dapat berdampak pada degradasi ekosistem pesisir Teluk Lampung.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Dinda., Wastam, W.H., dan Endah, P.N., 2024. Pengaruh Pengetahuan Perpajakan, Modernisasi Sistem Administrasi, dan Kesadaran Wajib Pajak terhadap Kepatuhan Wajib Pajak dalam Membayar Pajak Bumi dan Bangunan di Kelurahan Padurenan. *Jurnal Nusantara Global*, 3 (3).
- Amin, N.F., Garancang, S., Abunawas, K., Makassar, M., Negeri, I., and Makassar, A., 2023. Konsep Umum Populasi dan Sampel dalam Penelitian, 14 (1), 15–31.
- Arsyad, M. and Lestari, S.C., 2022. Studi Penggunaan Lahan Berbasis Data Citra Satelit dengan Metode Sistem Geografis (SIG). *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 1 (1), 81–88.
- Artaya, I.P., 2019. Regresi Linear Berganda metode Dummy, (January).
- Arwitama, M.F., Nadin, A.S., and Anisa, D., 2024. Analisis Normalized Different Turbidity Index dan Total Suspended Solid Sungai di Sekitar Ibu Kota Nusantara sebagai Sumber Data Air Bersih dalam Mendukung Kebutuhan Sanitasi Air, 5 (2), 127–141.
- Bahtiar, R., Wijayanto, Y., Budiman, S.A., and Saputra, T.W., 2022. Perbedaan Karakteristik Sebaran Spasial Hujan di Kabupaten Jember Menggunakan Metode Inverse Distance Weighted (IDW) dan Poligon Thiessen. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 5 (1), 1.
- Bid, S. and Siddique, G., 2019. Identification of seasonal variation of water turbidity using NDTI method in Panchet Hill Dam, India. *Modeling Earth Systems and Environment*, 5 (4), 1179–1200.

- Eka Diah Kartiningrum, Hari Basuki Notobroto, Bambang Widjanarko Otok, Nurul Endah Kumarijati, dan E.Y., 2022. *Aplikasi Regresi dan Korelasi Dalam Analisis Data Hasil Penelitian*. STIKes Majapahit Mojokerto.
- ESA (European Space Agency), 2015. *Sentinel-2 User Handbook*. Europe: European Space Agency.
- Fajar, M.T., 2022. Monitoring Kekerusuhan Muara Sungai dengan Analisis Citra satelit dan Korelasinya dengan Curah Hujan (Studi Kasus Sungai Sungai . Krueng Aceh), 9, 356–363.
- Farichah, D., 2019. *Analisis Perubahan Penggunaan Lahan Akibat Pembangunan Jalan tol di Kabupaten Sidoarjo Menggunakan Citra Satelit Multitemporal*. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Has, S.N. and Sulistiawaty, 2018. Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Mengenali Perubahan Penggunaan Lahan Pada Kawasan Karst Maros. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 14 (April), 60–66.
- Khaira, H. and Afdal, A., 2022. Identifikasi Pencemaran Air Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah Tungkal Selatan Kota Pariaman. *Jurnal Fisika Unand*, 11 (2), 214–220.
- Kurniawan, D., 2008. Regresi linier.
- Kusuma, H.M., Sukmono, A., and Amarrohman, F.J., 2023. Jurnal Geodesi Undip Oktober 2023 DI KOTA SEMARANG DENGAN METODE NORMALIZED Jurnal Geodesi Undip Oktober 2023, 388–395.
- Lillesand, T.M., 2015. *Remote Sensing and Image Interpretation*. New York: John Willey & Son.
- Lukiawan, R., Purwanto, E.H., and Ayundyahrini, 2019. Standar Koreksi Geometrik Citra Satelit Resolusi Menengah dan Manfaat Bagi Pengguna. *Jurnal Standardisasi*, 21 (1), 45–54.
- Muryati, N., 2019. Analisis Tingkat Kekeringan Lahan Sawah Menggunakan Citra Landsat 8 dan Thermal (Studi Kasus: Kecamatan Gading Rejo, Kabupaten

Pringsewu).

Naspendra, Z. and Setiawati, A.R., 2020. *Sistem Informasi Geografis*. Kota Padang: LPPM - Universitas Andalas.

Paramita Dewanti, 2007. PENERAPAN REGRESI PEUBAH DUMMY PADA ANALISIS KONJOIN (CONJOINT ANALYSIS) DALAM PENGEMBANGAN PRODUK BARU.

Pasaribu, J.M., Suryo, N., Pemanfaatan, H.P., and Jauh, P., 2012. Perbandingan Teknik Interpolasi Dem Srtm Dengan Metode Inverse Distance Weighted (Idw), Natural Neighbor Dan Spline (Comparison of Dem Srtm Interpolation Techniques Using Inverse Distance Weighted (Idw), Natural Neighbor and Spline Method). *Jurnal Penginderaan Jauh*, 9 (2), 126–139.

Pattipeilohy, W.Jan., Anisafitri, A., and Rosita, R., 2021. Verifikasi Prakiraan Curah Hujan Bulanan menggunakan ECMWF dan Arima di Papua Barat. *Jurnal Widya Climago*, 3 (2).

Prayoga, M.P., 2017. Analisis Spasial Tingkat Kekeringan Wilayah Berbasis Penginderaan Jauh dan Sistem Informasi Geografis, 1–96.

Putri, D.A., 2018. Aplikasi Penginderaan Jauh Sistem Informasi Geografi Untuk Mengkaji Perubahan Penutup Lahan Dan Arah Perkembangan Lahan Terbangun Di Kota Batu, Provinsi Jawa Timur. *Jurnal Bumi Indonesia*.

Rahmah, S., 2019. KONSENTRASI LOGAM BERAT Pb DAN Cu PADA SEDIMEN DAN KERANG DARAH (*Anadara granosa* Linn, 1758) DI PERAIRAN PULAU PASARAN, KOTA BANDAR LAMPUNG. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6 (1), 22–27.

Riena, N.N., Ayu, W., Putri, E., and Agustriani, F., 2012. Analisis Kualitas Perairan Muara Sungai Way Belau Bandar Lampung. / *Maspari Journal*, 04, 116–121.

Riski Yulfa Ainunsia, 2020. Sistem Informasi Geografis Untuk Pemetaan Partisipatif Desa Pandeyan Kecamatan Ngemplak Kabupaten Boyolali.

Ristriani, T., 2023. Pendekteksian Nilai Total Suspended Solid (TSS)

Menggunakan Citra Sentinel-2A di Muara Batang Arau.

Rizqon, M.K., 2020. *Aplikasi Citra Sentinel-2A Untuk Klasifikasi Tutupan Lahan di Kabupaten Jember Menggunakan NDVI*. Jember: Universitas Jember.

Sarah Anisa, 2021. ANALISIS SPASIOTEMPORAL DAN MULTIVARIAT KUALITAS AIR AKIBAT PENGGUNAAN LAHAN DI DAS TAMBAKBAYAN, YOGYAKARTA Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan ANISA SARAH FLORENSIA 1751.

Sari, M., Cahyaningtyas, C., and Prasetyo, S.Y.J., 2021. Analisis Daerah Rawan Longsor Di Kabupaten Brebes Memanfaatkan Citra Landsat 8 Dengan Metode Inverse Distance Weighted (IDW). *Journal of Information Technology*, 1 (2), 1–6.

Satiyarti, R.B., Santoso, T., Pawhestri, S.W., and Anggoro, B.S., 2017. Makrobentos sebagai Bioindikator Kualitas Air Sungai Way Belau Bandar Lampung. *Majalah teknologi agro industri*, 9 (2), 1–131.

Shabrina, S., Harisuseno, D., and Andawayanti, U., 2024. Analisis Data Hujan Satelit untuk Pembuatan Peta Spasial Hujan Rancangan di DAS Rondoningo. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sumber Daya Air*, 4 (1), 717–729.

Sumardi, S. R., Kainama, T. L. J., Hisyam, M., and Manalu, K. A. A., 2025. Analisis Perubahan garis Pesisir Utara Enggros Menggunakan Citra Satelit Landsat Periode 2014-2024. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Papua*, 8 (2), 146-152

Syaifullah, M.D., 2014. Validasi Data Trmm Terhadap Data Curah Hujan Aktual Di Tiga Das Di Indonesia. *Jurnal Meteorologi dan Geofisika*, 15 (2), 109–118.

Tatisina, N.N., Siahaya, W.A., and Haumahu, J.P., 2020. Transformasi Indeks Vegetasi Citra LANDSAT 8 OLI untuk Pemetaan Musim Tanam pada Lahan Sawah di Kabupaten Buru, Provinsi Maluku. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16 (2), 197–205.

USGS, 2014. Using the USGS Landsat 8 Product [online]. Available from: <https://landsat.usgs.gov/using-usgs-landsat-8product>.

Wasilaine, T.L., Talakua, M.W., and Lesnussa, Y.A., 2014. MODEL REGRESI RIDGE UNTUK MENGATASI MODEL REGRESI LINIER BERGANDA YANG MENGANDUNG MULTIKOLINIERITAS (Studi Kasus : Data Pertumbuhan Bayi di Kelurahan Namaelo RT 001 , Kota Masohi) Ridge Regression Model to Overcome Multiple Linear Regression with Multic, 8 (1), 31–38.