

**DINAMIKA PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI DAS BIALO**

**LUTPIAH RAODAH SYARIF**  
**G041 19 1060**



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN**  
**DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN**  
**FAKULTAS PERTANIAN**  
**UNIVERSITAS HASSANUDDIN**  
**MAKASSAR**  
**2023**

# **DINAMIKA PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI DAS BIALO**

**LUTPIAH RAODAH SYARIF**

**G041 19 1060**

Skripsi

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar

Sarjana Teknologi Pertanian

Pada

Program Studi Teknik Pertanian

Departemen Teknologi Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

### DINAMIKA PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN DI DAS BIALO

Disusun dan diajukan oleh

**LUTPIAH RAODAH SYARIF**

**G041 19 1060**

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada 27 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
**Dr. Ir. Mahmud Achmad, MP.**  
NIP. 19700603 199403 1 003

  
**Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng.Sc.**  
NIP. 19620201 199002 1 002

Ketua Program Studi  
Teknik Pertanian

  
**Diyah Yumeina, S.TP., M.Agr., Ph.D.**  
NIP. 19810129 200912 2 003

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Lutpiah Raodah Syarif

NIM : G041 19 1060

Program Studi : Teknik Pertanian

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa skripsi dengan judul Dinamika Perubahan Tutupan Lahan di DAS Bialo adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari skripsi karya saya ini membuktikan bahwa sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 28 November 2023

Yang Menyatakan



Lutpiah Raodah Syarif

## ABSTRAK

LUTPIAH RAODAH SYARIF (G041 19 1060): Dinamika Perubahan Tutupan Lahan di DAS Bialo. Pembimbing: MAHMUD ACHMAD dan DANIEL USENG.

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat akan berpengaruh terhadap perubahan tutupan lahan di suatu wilayah seperti DAS. DAS Bialo merupakan wilayah yang mengalami perubahan tutupan lahan yang menyebabkan kerusakan lahan dan dapat berpengaruh pada daya dukung DAS. Namun, dalam penentuan perubahan tutupan lahan pada DAS Bialo perlu informasi lebih jelas mengenai perubahan yang terjadi pada DAS Bialo. Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui perubahan tutupan lahan di DAS Bialo antara tahun 2016 ke tahun 2019 dan tahun 2019 ke tahun 2022. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode *supervised* dengan menggunakan *tools maximum likelihood*. Hasil analisis perubahan tutupan lahan yaitu perubahan luas tutupan lahan di DAS Bialo pada tahun 2016 sampai tahun 2019 terbesar terjadi pada kelas tutupan lahan perkebunan sebesar 562,39 ha, sedangkan perubahan luas tutupan lahan yang terkecil terjadi pada kelas tutupan lahan sawah sebesar 26,03 ha. Perubahan luas tutupan lahan di DAS Bialo pada tahun 2019 sampai tahun 2022 terbesar terjadi pada kelas tutupan lahan perkebunan sebesar 585,48 ha, sedangkan perubahan luas tutupan lahan yang terkecil terjadi pada kelas tutupan lahan hutan sebesar 12,74 ha.

**Kata Kunci:** DAS Bialo, Supervised, Tutupan Lahan.

## **ABSTRACT**

LUTPIAH RAODAH SYARIF (G041 19 1060). *Dynamics of Land Cover Change in Bialo Watershed*. Supervised by: MAHMUD AHMAD and DANIEL USENG.

*Increasing population growth will affect land cover change in an area such as a watershed. Bialo watershed is an area that has experienced land cover change that causes land damage and can affect the carrying capacity of the watershed. However, in determining land cover change in the Bialo watershed, clearer information is needed about the changes that occur in the Bialo watershed. The purpose of this study is to determine land cover changes in the Bialo watershed between 2016 to 2019 and 2019 to 2022. The method used in this research is supervised method using maximum likelihood tools. The results of the analysis of land cover change are the change in land cover area in the Bialo watershed from 2016 to 2019 which is the largest in the plantation land cover class of 562.39 ha, while the smallest change in land cover area occurs in the rice field land cover class of 26.03 ha. The largest land cover change in the Bialo watershed from 2019 to 2022 occurred in the plantation land cover class of 585.48 ha, while the smallest land cover change occurred in the forest land cover class of 12.74 ha.*

**Keywords:** *Bialo Watershed, Supervised, Land Cover.*

## PERSANTUNAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala Rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak terlepas dari doa dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini dengan sepuh hati, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Ayah **Muh Syarif** dan Ibu **Nurbaya** serta saudara saya yang telah memberikan doa, dukungan, motivasi dan kasih sayang yang tak terhingga kepada penulis sehingga penulis bisa sampai di tahap ini.
2. **Dr. Ir. Mahmud Achmad, M.P.** dan **Dr. Ir. Daniel Useng, M.Eng.Sc** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran untuk membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada semua dosen dan staf Teknik Pertanian yang telah memberikan ilmu dan pelayanan yang terbaik selama penulis menempuh pendidikan.
3. Teman-teman Teh Pucuk, **Rina Dewinta Jaya J, Wahdania Hamzah dan Nurul Amalia Mukti** yang telah menemani, memotivasi, mendukung dan berdiskusi dengan penulis selama masa perkuliahan hingga saat ini.
4. Kepada **Asrianto** terima kasih yang sebesar-besarnya karena telah membantu penulis dalam pengolahan data penelitian.
5. **Teman-teman KKNT MBKM mandiri** yang telah membantu, mendukung dan memotivasi penulis dalam melaksanakan penelitian.
6. **Teman-teman piston 2019**, sebagai teman angkatan yang menemani, menyemangati, mengarahkan serta mendukung penulis.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan atas segala kebaikan yang telah diberikan dan mempermudah segala urusan kita dalam kebaikan. Aamiin.

Makassar, 28 November 2023

Lutpiah Raodah Syarif

## RIWAYAT HIDUP



**Lutpiah Raodah Syarif** lahir di Dedekan pada tanggal 23 Mei 2001, anak kelima dari lima bersaudara dari pasangan bapak Muh Syarif dan ibu Nurbaya. Jenjang pendidikan formal yang pernah dilalui adalah:

1. Memulai pendidikan TK di TK Aisyah Dedekan pada tahun 2006-2007.
2. Melanjutkan pendidikan di SD N 18 Kalosi pada tahun 2007-2013.
3. Melanjutkan pendidikan di SMPN 3 Alla pada tahun 2013-2016.
4. Melanjutkan pendidikan di SMAN 3 Enrekang pada tahun 2016-2019.
5. Melanjutkan pendidikan di Universitas Hasanuddin Makassar, Fakultas Pertanian, Departemen Teknologi Pertanian, Program Studi Keteknikan Pertanian pada tahun 2019 sampai tahun 2023.

Selama menempuh perkuliahan, penulis aktif berorganisasi di Himpunan Pelajar Mahasiswa Masenrempulu (HPMM) dan Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian (HIMATEPA-UH). Penulis juga pernah mengikuti magang di salah satu unit pelaksana teknis dinas yaitu Balai Pengujian dan Sertifikasi Mutu Barang (BPSMB).

## DAFTAR ISI

SAMPUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i> .....	vi
PERSANTUNAN.....	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Kegunaan.....	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	3
2.2 Perubahan Tutupan Lahan.....	4
2.3 Kelas Tutupan Lahan.....	5
2.4 Pengindraan Jauh.....	7
2.5 Citra Landsat 8.....	9
2.6 Klasifikasi Citra.....	11
2.7 Uji akurasi.....	15
2.8 Sistem Informasi Geografis.....	16
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Waktu dan Tempat.....	19
3.2 Alat dan Bahan.....	19
3.3 Prosedur Penelitian.....	19
3.3.1 Tahap Persiapan.....	19
3.3.2 Pengumpulan Data.....	19
3.3.3 Pengolahan Data.....	19

3.3.4	<i>Overlay</i> Peta.....	20
3.3.5	<i>Groundcheck</i> .....	20
3.3.6	Uji Akurasi .....	20
3.3.7	Analisis Peta.....	20
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	22
4.2	Uji Akurasi Hasil Klasifikasi Citra.....	22
4.3	Klasifikasi Tutupan Lahan pada DAS Bialo.....	23
4.3.1	Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2016.....	23
4.3.2	Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2019.....	24
4.3.3	Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2022.....	26
4.2	Analisis Perubahan Tutupan Lahan pada DAS Bialo.....	27
4.4.1	Analisis Perubahan Tutupan Lahan pada DAS Bialo Tahun 2016–2019 .....	27
4.4.2	Analisis Perubahan Tutupan Lahan pada DAS Bialo Tahun 2019-2022 .....	29
5.	PENUTUP.....	32
5.1	Kesimpulan .....	32
5.2	Saran .....	32

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian DAS Bialo .....	22
Gambar 2. Peta Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2016 .....	24
Gambar 3. Peta Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2019 .....	25
Gambar 4. Peta Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2022 .....	26
Gambar 5. Peta Perubahan Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2016-2019 .....	28
Gambar 6. Peta Perubahan Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2019-2022 .....	30
Gambar 7. Grafik Perubahan Tutupan Lahan DAS Bialo .....	31
Gambar 8. Dokumentasi Penelitian .....	42

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis Kelas Penutupan Lahan.....	6
Tabel 2. Karakteristik Citra Landsat 8.....	10
Tabel 3. Sistem Klasifikasi Data Citra Landsat 8 untuk Tutupan Lahan .....	15
Tabel 4. Matrix Kesalahan (Confusion Matrix) .....	16
Tabel 5. Matrix Kesalahan Tutupan Lahan Hasil Klasifikasi Citra dan Lapangan.....	23
Tabel 6. Luas Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2016.....	23
Tabel 7. Luas Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2019.....	25
Tabel 8. Luas Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2022.....	26
Tabel 9. Luas Perubahan Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2016-2019.....	27
Tabel 10. Perubahan Tutupan Lahan pada DAS Bialo Tahun 2016-2019.....	28
Tabel 11. Perubahan Luas Tutupan Lahan DAS Bialo Tahun 2019-2022.....	29
Tabel 12. Perubahan Tutupan Lahan pada DAS Bialo Tahun 2019-2022.....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Titik <i>Groundchek</i> .....	35
Lampiran 2. Perhitungan Akurasi .....	36
Lampiran 3. Dokumentasi Tutupan Lahan.....	38
Lampiran 4. Peta Tutupan Lahan 2022 DAS Bialo untuk <i>Groundchek</i> .....	40
Lampiran 5. Peta Citra Landsat 8 DAS Bialo tahun 2016, 2019 dan 2022 .....	41
Lampiran 6. Dokumentasi Penelitian .....	42

# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat akan mempengaruhi aktivitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Peningkatan ini tentunya akan berdampak pada perubahan penggunaan lahan di suatu wilayah. Perubahan penggunaan lahan merupakan perubahan fungsi lahan seperti lahan pertanian menjadi lahan industri, lahan sawah menjadi pemukiman dan lahan perkebunan menjadi lahan terbuka. Akibat dari adanya perubahan penggunaan lahan, dapat berdampak pada lingkungan seperti pada Daerah Aliran Sungai (DAS).

DAS menjadi suatu wilayah yang sangat berpengaruh besar terhadap kesediaan air. DAS Bialo merupakan DAS yang terletak diantara Kabupaten Bantaeng dan Kabupaten Bulukumba. Sebagian besar wilayah DAS Bialo berada di dataran yang tinggi, dimana sering terjadi perubahan ahli fungsi lahan. Perubahan tutupan lahan yang terjadi terus menerus akan menyebabkan kerusakan lahan yang dapat berpengaruh pada daya dukung DAS Bialo. Penurunan ini, tentunya akan memberikan dampak pada daya resapan air yang dapat menyebabkan tingginya tingkat bahaya erosi dan kekeringan di wilayah DAS Bialo. Namun, dalam penentuan perubahan tutupan lahan pada DAS Bialo perlu informasi lebih jelas mengenai perubahan tutupan lahan yang terjadi pada DAS Bialo untuk meningkatkan kualitas dan pengelolaan di wilayah DAS Bialo (Reski, 2019).

Pemantauan terhadap perubahan tutupan lahan pada DAS Bialo secara efisien dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Penginderaan jauh merupakan teknologi yang dapat digunakan untuk memperoleh informasi terkait suatu objek yang ada di permukaan bumi. Dengan adanya penginderaan jauh, informasi tentang keseragaman spasial permukaan bumi yang diperoleh lebih cepat dan akurat. Citra landsat 8 merupakan salah satu penginderaan jauh yang akurat dan memiliki interval yang lebih panjang sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam penginterpretasian obyek di permukaan bumi. Peta tematik yang dihasilkan dapat menyediakan informasi yang terbaru sehingga citra landsat 8 banyak digunakan dalam mengidentifikasi permasalahan terkait dengan perencanaan kota dan deteksi perubahan tutupan lahan pada suatu wilayah (Karina dan Kurniawan, 2021).

Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai “Dinamika Perubahan Tutupan Lahan di DAS Bialo” sebagai informasi mengenai perubahan tutupan lahan pada DAS Bialo pada tahun 2016, 2019 dan 2022 dalam proses penataan ruang di sekitar wilayah DAS Bialo yang akan datang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perubahan tutupan lahan yang terjadi di DAS Bialo pada tahun 2016, 2019 dan 2022?
2. Bagaimana perubahan tutupan lahan yang terjadi di DAS Bialo pada tahun 2016 ke tahun 2019 dan tahun 2019 ke tahun 2022?

## **1.3 Tujuan dan Kegunaan**

Tujuan penelitian ini yaitu mengetahui perubahan tutupan lahan dan luas tutupan lahan di DAS Bialo pada tahun 2016 ke tahun 2019 dan tahun 2019 ke tahun 2022

Kegunaan penelitian ini yaitu memberikan informasi mengenai perubahan tutupan lahan yang dapat dimanfaatkan dalam proses penataan ruang di sekitar wilayah DAS Bialo Kabupaten Bantaeng dan Kabupaten Bulukumba.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Daerah Aliran Sungai (DAS) merupakan kesatuan ekosistem dimana jasad hidup dan lingkungannya berinteraksi secara dinamik dan terdapat saling ketergantungan (interpendensi) komponen-komponen penyusunnya. Pengelolaan DAS merupakan pengelolaan sumber daya alam dengan tujuan untuk memperbaiki, memelihara dan melindungi keadaan DAS, agar dapat menghasilkan barang dan jasa khususnya kuantitas, kualitas dan kontinuitas air (*water yield*) untuk kepentingan pertanian, kehutanan, perkebunan, peternakan, perikanan, industri dan masyarakat. Keberhasilan pengelolaan DAS diindikasikan dengan memperkecil fluktuasi debit, beban sedimen sungai, serta terjaganya kelestarian sumber-sumber air. Oleh karena itu, usaha-usaha konservasi tanah dan air perlu dilakukan secara terintegrasi dengan usaha pengembangan sumber-sumber air dan kedua upaya tersebut harus dilaksanakan secara simultan (Yollanda, 2011).

Kawasan yang cukup rentan dengan perubahan penggunaan lahan adalah kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai adalah suatu wilayah daratan yang terdiri dari sungai dan anak sungai dimana memiliki fungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari air hujan ke danau ataupun laut secara alamiah, adapun batasannya berada di laut hingga di daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan. Sebagai suatu ekosistem, DAS dapat diklasifikasikan menjadi 3 kawasan, yaitu kawasan hulu, tengah dan hilir. Keterikatan dalam suatu ekosistem menyebabkan kerusakan pada salah satu bagian akan mempengaruhi bagian lainnya, terutama jika terjadi pada kawasan hulu, dengan kata lain dalam ekosistem DAS, bagian hulu mempunyai fungsi perlindungan terhadap keseluruhan DAS. Sistem ekologi kawasan DAS hulu identik dengan ekosistem perdesaan, dengan komponen penyusun berupa desa, sawah atau ladang, sungai dan hutan. Meskipun demikian pada setiap DAS memiliki komponen penyusun yang tidak selalu sama, tetapi tergantung pada kondisi dimana DAS itu berada (Susanti *et al.*, 2020).

DAS adalah Daerah Aliran Sungai, merupakan wilayah yang dikelilingi dan dibatasi oleh topografi berupa punggung bukit, dimana hujan yang jatuh diatas DAS

mengalir melalui titik keluar (*outlet*) yang nantinya bermuara ke laut. Satu DAS dapat terdiri dari beberapa Sub DAS. DAS merupakan tempat berkumpulnya air hujan ke suatu sistem aliran sungai. Sehingga bentuk DAS sangat mempengaruhi pola aliran dan ketajaman puncak aliran sungai. Karakteristik bentuk DAS adalah jalur sungai yang mengalir ke sungai utama. Terbagi dalam bentuk DAS Bulu Burung dimana jalur anak sungai mengalir menuju sungai utama, debit banjir kecil dan banjir berlangsung lama. Bentuk DAS Radial dimana bentuk DAS menyerupai kipas atau lingkaran. Anak sungai berkonsentrasi ke satu titik secara radial. Banjir besar terjadi pada setiap titik pertemuan anak-anak sungai dan DAS Paralel berbentuk 2 (dua) jalur yang sejajar bersatu di bagian hilir. Banjir sering terjadi pada titik pertemuan anak sungai. Karakteristik bentuk DAS dapat ditentukan menggunakan peta topografi (Utama *et al.*, 2017).

## **2.2 Perubahan Tutupan Lahan**

Tutupan lahan merupakan perwujudan material fisik permukaan bumi, mampu menunjukkan korelasi antara dapat proses alami dan proses sosial yang terjadi. Penggunaan lahan merupakan setiap bentuk campur tangan manusia terhadap lahan sebagai suatu upaya untuk memenuhi kebutuhan hidup (material maupun spiritual). Meningkatnya beragam kepentingan manusia menjadikan lahan sebagai salah satu sumber daya yang rentan dengan perubahan fungsi dan penggunaan. Perubahan penggunaan lahan merupakan peralihan dalam tataguna dan tata kelola lahan oleh manusia. Perubahan penggunaan lahan selama rentang waktu tertentu dapat digunakan untuk memprediksikan penutupan dan penggunaan lahan pada waktu yang akan datang (Susanti *et al.*, 2020).

Tutupan lahan dapat menggambarkan keterkaitan antara proses alami dan proses sosial. Tutupan lahan dapat menyediakan informasi yang sangat penting untuk keperluan pemodelan serta untuk memahami fenomena alam yang terjadi di permukaan bumi. Data tutupan lahan juga digunakan dalam mempelajari perubahan iklim dan memahami keterkaitan antara aktivitas manusia dan perubahan global. Informasi tutupan lahan yang akurat merupakan salah satu faktor penentu dalam meningkatkan kinerja dari model ekosistem, hidrologi dan atmosfer (Rante, 2021).

Perubahan penggunaan lahan memiliki pola yang berbeda-beda tergantung dari letak secara geografis. Tentu akan berbeda antara daerah pegunungan atau perdesaan dengan daerah perkotaan. Perubahan penggunaan lahan di kawasan perdesaan biasanya dari lahan konservasi (hutan) beralih menjadi kawasan budidaya pertanian, sementara untuk kawasan perkotaan perubahan penggunaan lahan cenderung identik dari pertanian menjadi pemukiman, industri dan infrastruktur. Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap perubahan penggunaan dan penutupan lahan, diantaranya adalah jumlah penduduk, nilai lahan, sarana dan prasarana, kemudahan akses dan daya dukung lahan (Susanti *et al.*, 2020).

Alih fungsi atau perubahan penutup atau penggunaan lahan adalah bertambahnya suatu penggunaan yang lainnya diikuti dengan berkurangnya tipe penggunaan lahan yang lain pada suatu waktu ke waktu yang berikutnya atau berubahnya fungsi suatu lahan pada suatu daerah pada kurun waktu yang berbeda. Penutup atau penggunaan lahan bersifat tidak tetap namun lebih bersifat dinamis, setiap saat akan berubah sesuai dengan kemauan atau keinginan pemilik lahan. Pengambilan keputusan seorang dalam penggunaan lahan semakin meningkat, sedangkan lahan baik dari segi kuantitas maupun kualitas lahan terbatas. Pemerintah Indonesia berusaha mendorong penggunaan atau pemanfaatan lahan secara intensif. Namun pengambilan keputusan seseorang untuk memanfaatkan lahan, bergantung pada pengetahuan mereka tentang informasi berbagai aspek lingkungan, dimana pengetahuan tersebut akan mempengaruhi persepsi dan kesadaran dalam memilih alternatif penggunaan atau pemanfaatan lahan yang sesuai dan tidak merusak lingkungan (Yollanda, 2011).

### **2.3 Kelas Tutupan Lahan**

Umumnya kelas penutup lahan dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu daerah bervegetasi dan daerah tak bervegetasi. Semua kelas penutup lahan dalam kategori daerah bervegetasi diturunkan dari pendekatan konseptual struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan, tinggi tumbuhan, dan distribusi spasialnya. Sedangkan dalam kategori daerah tak bervegetasi, pendetailan kelas mengacu pada aspek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan dan ketinggian atau kedalaman objek (Rante, 2021).

Tabel 1. Jenis Kelas Penutupan Lahan

No.	Kelas
1	Semak Belukar
2	Pertanian Lahan Kering
3	Padang Rumput
4	Hutan rawa sekunder
5	Hutan rawa Primer
6	Hutan mangrove sekunder
7	Hutan tanaman
8	Hutan lahan kering primer
9	Semak belukar rawa
10	Hutan mangrove primer
11	Pertanian Lahan Kering Campur
12	Hutan lahan kering sekunder
13	Awan
14	Tubuh Air
15	Rawa
16	Transmigrasi
17	Pertambangan
18	Pemukiman
19	Lahan terbuka
20	Pelabuhan
21	Sawah
22	Tambak
23	Perkebunan

(Sumber : Rante, 2021)

Menurut Badan Standar Nasional (2010), tutupan lahan daerah pertanian merupakan areal yang diusahakan untuk budi daya 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. Klasifikasi tutupan lahan pada daerah pertanian sebagai berikut:

#### 1. Sawah

Areal pertanian yang digenangi air atau diberi air baik dengan teknologi pengairan, tadah hujan, lebak atau pasang surut yang dicirikan oleh pola pematang, dengan ditanami jenis tanaman pangan berumur pendek (padi).

## 2. Perkebunan

Lahan yang digunakan untuk kegiatan pertanian tanpa pergantian tanaman selama 2 tahun.

## 3. Perkebunan campuran

Lahan yang ditanami tanaman keras lebih dari satu jenis atau tidak seragam yang menghasilkan bunga, buah, dan getah dan cara pengambilan hasilnya bukan dengan cara menebang pohon.

## 4. Ladang

Pertanian lahan kering dengan penggarapan secara temporer atau berpindah-pindah. Ladang adalah area yang digunakan untuk kegiatan pertanian dengan jenis tanaman selain padi, tidak memerlukan pengairan secara ekstensif, vegetasinya bersifat artifisial dan memerlukan campur tangan manusia untuk menunjang kelangsungan hidupnya.

Menurut Wibawa (2020), berdasarkan sistem klasifikasi penutup lahan dan untuk menyetarakan data hasil penginderaan jauh dengan pemetaan, maka tingkat dan jumlah kelas penutup lahan yang digunakan disesuaikan dengan resolusi citra dan kemampuan citra dalam menampilkan data penginderaan jauh. Hasil klasifikasi penutup lahan disajikan berdasarkan sistem klasifikasi penutup lahan dan kesetaraan data penginderaan jauh dengan pemetaan.

## 2.4 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh berasal dari dua kata dasar yaitu indera berarti melihat dan jauh berarti dari jarak jauh. Jadi berdasarkan asal katanya, penginderaan jauh berarti melihat obyek dari jarak jauh. Obyek, daerah, atau gejala yang dikaji dalam definisi tersebut dapat berada di permukaan bumi, di atmosfer, atau planet di luar angkasa. Obyek di permukaan bumi akan di sadap informasinya menggunakan alat yang disebut sensor. Sensor tersebut dipasang pada sebuah wahana yang berada di angkasa. Sensor yang digunakan bisa berupa kamera, *scanner*, magnetometer, maupun radiometer. Sensor tersebut menerima atau merekam sinyal dari tenaga pantulan obyek yang diukurnya, berupa tenaga gelombang elektromagnetik, yakni tenaga listrik dan magnetisme yang bergerak dengan kecepatan sinar ( $3 \times 100.000.000$  m/det), pada frekuensi dan panjang gelombang yang sangat bervariasi.

Semakin tinggi frekuensi gelombang sinar tersebut maka semakin tinggi pula tenaganya. Hasil pemotretannya disebut sebagai data indraja yang dapat berujud foto udara, citra satelit dan citra radar (Yollanda, 2011).

Pengindraan jauh dibedakan menjadi dua berdasarkan sensor yang digunakan yakni pencitraan optis yang menggunakan sensor pasif dengan pencahayaan yang bersumber dari cahaya matahari serta menggunakan gelombang tampak dan inframerah, dan yang kedua yaitu pencitraan radar dengan sensor aktif yang tidak membutuhkan cahaya matahari serta menggunakan gelombang mikro. Pengindraan jauh optik merupakan sensor optik untuk mendeteksi radiasi sinyal matahari dalam gelombang *visibel* dan *near infrared* (disingkat menjadi VNIR) yang dipantulkan atau dihamburkan dari permukaan bumi (Putri *et al.*, 2018).

Perkembangan perubahan tutupan lahan suatu daerah dapat diketahui dengan memanfaatkan data penginderaan jauh berupa citra satelit. Penggunaan teknologi penginderaan jauh merupakan salah satu cara untuk mengidentifikasi perubahan tutupan lahan dengan cepat, luas, akurat dan mudah memberikan informasi tentang keragaman spasial permukaan bumi, maka dianggap sangat penting dan efektif untuk pemantauan tutupan lahan. Perkembangan perubahan tutupan lahan sangat penting untuk dipahami, sehingga dapat memprediksi pola perubahan tutupan lahan di masa mendatang, serta dapat mencegah atau mengurangi perubahan yang bersifat negatif pada tutupan lahan (Rante, 2021).

Alat penginderaan jauh berupa sensor. Sensor penginderaan jauh dibedakan menjadi 2 sistem, yaitu sensor aktif dan pasif. Penginderaan jauh dengan sistem aktif diperoleh dari satelit yang membawa sensor aktif. Sensor tersebut memancarkan gelombang mikro, dimana gelombang mikro akan diterima sekaligus dipantulkan kembali oleh objek di permukaan bumi. Gelombang pantul inilah yang kemudian diterima oleh sensor satelit yang disebut dengan *backscatter*. SAR (*Synthetic Aperture Radar*) merupakan sistem aktif yang menggunakan gelombang radio dan memiliki kemampuan menembus awan sehingga data yang didapat lebih maksimal. Radar memiliki kemampuan untuk melakukan perekaman pada segala cuaca, baik siang, maupun malam hari. Sedangkan, penginderaan jauh sistem pasif diperoleh dari satelit yang membawa sensor pasif. Satelit ini menggunakan energi cahaya matahari (Putri *et al.*, 2018).

## 2.5 Citra Landsat 8

Landsat 8 merupakan satelit generasi ke delapan dari program Landsat dan merupakan jenis satelit yang berfungsi untuk observasi bumi. Landsat 8 atau juga disebut *Landsat Data Continuity Mission* (LDCM) merupakan hasil kerjasama antara *The National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dan *United States Geological Survey* (USGS) yang diluncurkan pada 11 Februari 2013 dan mulai menyediakan produk citra *open-access* pada 30 Mei 2013. Program Landsat 8 menyediakan data multispektral beresolusi menengah yang diakuisisi secara repetitif dari permukaan bumi secara global (Hakim, 2019).

Landsat 8 mengorbit bumi setiap 99 menit, serta melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari kecuali untuk lintang kutub tertinggi. Landsat 8 mengorbit bumi pada ketinggian rata-rata 705 km dengan sudut inklinasi  $98,2^\circ$ , ukuran scene yang dihasilkan  $170 \times 183$  km dengan resolusi spasial 15–100 m. Landsat 8 memiliki 2 sensor yaitu sensor *Operasional Land Imager* (OLI) terdiri dari 9 saluran (band) termasuk band pankromatik beresolusi tinggi, dan *Thermal Infra Red Sensor* (TIRS) dengan 2 band termal. Landsat 8 mengukur rentang panjang gelombang yang berbeda di sepanjang spektrum elektromagnetik, hingga rentang yang tidak dapat dilihat oleh mata manusia. Setiap rentang disebut sebagai kanal (band) dan Landsat 8 sendiri memiliki total 11 kanal (Sampurno dan Ahmad, 2016).

Salah satu citra satelit untuk melakukan penginderaan jauh (remote sensing) adalah Citra Satelit Landsat 8 yang merupakan pembaharuan dari landsat 7. Landsat 8 ini memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager* (OLI) dan *Thermal Infrared Sensor* (TIRS). Cakupan yang diberikan oleh kedua sensor ini salah satunya adalah memiliki kinerja radiometrik (akurasi, jangkauan dinamis, dan presisi) yang dirancang untuk mendeteksi dan mengkarakterisasi perubahan tutupan lahan multi dekade bersamaan dengan data Landsat historis. Selain itu landsat 8 sudah memiliki interval yang lebih panjang, yaitu antara 0-4,096 yang mana menyebabkan kuantifikasi pixel dari yang sebelumnya 8 bit menjadi 12 bit, sehingga dapat mengurangi kesalahan dalam penginterpretasian objek karena objek-objek di permukaan bumi sudah lebih mudah dibedakan. Kemudian data Landsat yang tersedia secara gratis memberikan sumber daya unik bagi orang-orang yang bekerja di bidang pertanian, geologi, kehutanan, perencanaan wilayah,

pendidikan, pemetaan dan penelitian perubahan global. Salah satu contoh pemanfaatannya adalah pembuatan rancangan tata ruang wilayah dengan melihat penggunaan lahan di daerah tersebut. Informasi yang tepat waktu dan akurat tentang penggunaan lahan penting untuk banyak kegiatan perencanaan dan pengelolaan rancangan tata ruang wilayah (Karina dan Kurniawan, 2021).

Tabel 2. Karakteristik Citra Landsat 8

<b>Band</b>	<b>Tipe</b>	<b>Panjang Gelombang (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Resolusi Spasial (m)</b>	<b>Fungsi</b>
Band 1	Coastal Aerosol	0,435-0,451	30	Studi terkait daerah pesisir dan aerosol seperti debu dan asap pada atmosfer.
Band 2	Biru	0,452-0,512	30	Pemetaan batimetri dan membedakan antara tanah dan vegetasi.
Band 3	Hijau	0,533-0,590	30	Mempertegas warna vegetasi untuk mengetahui kesehatan tanaman.
Band 4	Merah	0,636-0,673	30	Membedakan tingkat kemiringan vegetasi.
Band 5	Near Infared (NIR)	0,851-0,879	30	Mempertegas kadar biomassa dan garis pantai.
Band 6	Short-wave Infared (SWIR) 1	1,566-1,651	30	Membedakan kadar lengas antara tanah dan vegetasi; menembus awan tipis.
Band 7	Short-wave Infared (SWIR) 2	2,107-2,294	30	Meningkatkan kadar perbedaan lengas tanah dan vegetasi serta penembusan awan tipis.
Band 8	Pankromatik	0,503-0,676	15	Mempertajam tampilan citra
Band 9	Cirrus	1,363-1,384	30	Meningkatkan deteksi awan cirrus.
Band 10	TIRS 1	10,60-11,19	100	Pemetaan suhu permukaan dan perhitungan kelembaban tanah.
Band 11	TIRS 2	11,50-12,51	100	Meningkatkan deteksi suhu permukaan dan kelembaban tanah.

(Sumber: Hakim, 2019).

## 2.6 Klasifikasi Citra

Menurut Indarto *et al.*, (2020), klasifikasi citra dapat dibedakan menjadi dua yaitu klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) dan klasifikasi tidak terbimbing (*unsupervised classification*). Secara prinsip ke dua jenis teknik klasifikasi tersebut dapat menggunakan berbagai macam algoritma yang ada. Pada klasifikasi terbimbing, titik kritis metode ada pada jenis dan jumlah training area yang digunakan untuk proses klasifikasi. Kombinasi kanal yang dipilih juga akan menentukan hasil klasifikasi. Klasifikasi tidak terbimbing dapat menggunakan berbagai algoritma pengelompokan (*clustering-algorithm*). Klasifikasi tidak terbimbing menggabungkan piksel hanya berdasarkan kemiripan karakteristik piksel dan dilambangkan oleh nilai digital.

Klasifikasi merupakan suatu proses pengelompokan nilai reflektansi dari setiap objek ke dalam kelas-kelas tertentu sehingga mudah dikenali. Penelitian ini menggunakan teknik klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Klasifikasi *supervised* ini melibatkan interaksi analisis secara intensif, dimana analisis menuntun proses klasifikasi dengan identifikasi objek pada citra (*training area*). Sehingga pengambilan sampel perlu dilakukan dengan mempertimbangkan pola spektral pada setiap panjang gelombang tertentu, sehingga diperoleh daerah acuan yang baik untuk mewakili suatu objek tertentu (Hidayah dan Suharyo, 2018).

Proses klasifikasi dengan pemilihan kategori informasi yang diinginkan dan memilih training area untuk tiap kategori penutup lahan yang mewakili sebagai kunci interpretasi merupakan klasifikasi terbimbing (*supervised classification*). Klasifikasi terbimbing digunakan data penginderaan jauh multispektral yang berbasis numerik, maka pengenalan polanya merupakan proses otomatis dengan bantuan komputer. Konsep penyajian data dalam bentuk numeris atau grafik atau diagram klasifikasi terbimbing yang didasarkan pada pengenalan pola spektral (*spectral pattern recognition*) (Yollanda, 2011).

Metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Maximum Likelihood*. Metode ini mengasumsikan bahwa statistik untuk setiap kelas dalam setiap band biasanya didistribusikan dan menghitung probabilitas bahwa suatu piksel diberikan milik kelas tertentu. Kecuali ambang probabilitas dipilih, semua piksel diklasifikasikan. Setiap piksel ditugaskan

untuk kelas yang memiliki probabilitas tertinggi. Jika probabilitas tertinggi lebih kecil dari ambang batas yang ditentukan, piksel tetap tidak terklasifikasi, begitupula sebaliknya (Hidayah dan Suharyo, 2018).

Klasifikasi *maximum likelihood* merupakan salah satu metode klasifikasi berdasarkan algoritma statistik parametrik dimana terdapat asumsi bahwa data penginderaan jauh nilai dari setiap kelas pada masing-masing saluran (kanal) band terdistribusi normal dan menghitung probabilitas suatu piksel untuk masuk dalam kelas tertentu. Ambang batas nilai probabilitas dari piksel (*threshold*) ditentukan dalam proses klasifikasi. Apabila nilai probabilitas tertinggi dari suatu piksel lebih rendah dibandingkan ambang batas yang ditentukan, maka piksel tersebut akan masuk ke dalam kelas tidak terklasifikasi. Piksel data diklasifikasikan ke kelas yang memiliki nilai terdekat atau tingkat kemiripan tertinggi, oleh karena itu algoritma ini dinamakan *maximum likelihood*. Klasifikasi ini merupakan algoritma yang secara statistik dianggap paling akurat (Wibawa, 2020).

Sistem klasifikasi penutupan lahan yang umum digunakan dalam memperoleh informasi spasial penutupan lahan berbasis data satelit penginderaan jauh dengan menggunakan data citra. Menurut Wiweka *et al* (2012), proses klasifikasi citra pada sistem klasifikasi penutupan lahan sesuai kelas dan warna sebagai berikut:

#### 1. Hutan

Hutan adalah sebuah kawasan yang ditumbuhi dengan lebat oleh pepohonan dan tumbuhan lainnya. Kawasan-kawasan semacam ini terdapat di wilayah-wilayah yang luas di dunia dan berfungsi sebagai penampung karbon dioksida (*carbon dioxide sink*), habitat hewan, modulator arus hidrologika, serta pelestari tanah dan merupakan salah satu aspek biosfera bumi yang paling penting. Karakteristik hutan yaitu rona terang sampai dengan agak gelap, warna hijau tua campur muda atau coklat kekuningan untuk jenis tanaman tertentu, tekstur halus sampai agak kasar, pola teratur, biasanya bentuknya persegi panjang, adanya jaringan jalan dan lahan terbangun dan kenampakan seragam.

#### 2. Lahan Terbuka

Lahan terbuka adalah areal yang digarap karena tidak subur atau menjadi tidak subur setelah digarap serta tidak ditumbuhi tanaman. Kelas lahan terbuka merupakan kelas lahan tanpa vegetasi yang terdiri dari beberapa objek penutup

lahan, seperti: lahan kosong, pasir, bekas galian tambang, endapan lahar, tanah timbul, batuan dan salju abadi. Karakteristik lahan terbuka yaitu rona agak terang, warna kemerahan atau keunguan, tekstur halus, pola tidak teratur, situs pada dataran rendah sampai dengan curam.

### 3. Permukiman

Permukiman adalah kumpulan perumahan dengan segala unsur serta penelitian yang berkaitan dengan yang ada di dalam permukiman. Hal-hal yang dapat dijadikan patokan dalam interpretasi permukiman yaitu dekat dengan akses transportasi seperti sungai dan jalan, memiliki bentuk terpadu yang sejenis bangunan, pola perkembangan selalu kontinyu pada posisi topografi datar, cenderung dekat dengan tempat usaha seperti pabrik, ladang, perkebunan dan pertanian, cenderung dengan lokasi sumberdaya alam yang mempunyai tingkat kebutuhan hidup air, udara yang segar dan tingkat kesuburan, memiliki warna yang lebih kontras dibandingkan dengan objek yang lain, penutupan awan yang cenderung sedikit, dapat dilihat berdasarkan perkembangan kultur karakteristik warna yang cenderung sama dalam satu region dan terdapat titik warna yang terpusat berkembang meluas dengan gradasi semakin merendah.

### 4. Perkebunan

Perkebunan adalah tegakan hutan yang di buat dengan menanam atau pembenihan dalam proses penghijauan atau reboisasi. Lahan perkebunan dapat menggunakan beberapa patokan seperti adanya warna vegetasi yang luas dan rata, warna vegetasi cenderung lebih terang karena kehijaun tinggi, berwarna seperti lahan terbuka saat belum ditanami, adanya batasan-batasan yang tegas dalam suatu areal yang luas, tidak terpaku pada topografi. Karakteristik warnanya yaitu rona terang, warna hijau muda atau coklat kekuningan, tekstur dari halus sampai agak kasar dan biasanya bentuknya persegi panjang sesuai dengan topografi wilayahnya, pola teratur dan terdapat jaringan jalan.

### 5. Pertanian Lahan Kering Campur

Pertanian kering campur merupakan seluruh kenampakan yang merupakan campuran areal pertanian, perkebunan dan Semak belukar. Karakteristik warnanya yaitu rona agak terang, warna merah muda dengan bercak hijau, tekstur agak kasar, bentuk dan pola tidak teratur dan berasosiasi dengan permukiman.

## 6. Sawah

Sawah adalah suatu bentuk lahan pertanian yang secara fisik memiliki permukaan yang rata, dilakukan di lahan basah dan memerlukan banyak air. Sawah dapat diidentifikasi dengan kondisi penampakan pada citra seperti, ada pembatas hingga akan membentuk pola atau kotak-kotak, memiliki permukaan yang rata sehingga tekstur akan tampak halus, memerlukan air sehingga akan memerlukan sistem irigasi seperti adanya jalur irigasi yang dekat dengan badan air. Karakteristik warnanya yaitu rona agak terang sampai gelap, warna biru dengan bercak hijau muda.

## 7. Semak Belukar

Semak belukar adalah kawasan bekas hutan lahan kering yang telah tumbuh kembali, didominasi oleh tanaman rendah dan tidak menampakkan lagi bekas alur bercak penebangan. Semak belukar merupakan lahan bervegetasi rendah yang tidak ditujukan untuk tujuan komersil seperti perkebunan, tegalan, sawah dan sebagainya. Semak belukar sering tertukar oleh penggunaan lahan bervegetasi yang lain seperti perkebunan dan sawah fase vegetatif, karena mempunyai tekstur yang relatif sama sehingga menyebabkan terjadinya kekeliruan dalam interpretasi. Semak belukar mempunyai ciri-ciri yaitu memiliki vegetasi yang rendah dan tekstur yang halus, lahan tidak ditujukan untuk tujuan komersil mungkin cenderung di area yang sulit dilakukan pengelolaan dalam segi pertanian, merupakan tanaman bekas hutan lahan kering umumnya pada wilayah hutan, tidak memiliki pola tidak ada tanda batas kepemilikan, tidak memerlukan irigasi seperti tidak ada saluran irigasi. Klasifikasi warnanya yaitu rona agak terang, warna hijau muda ke kuningan, tekstur agak kasar, pola tidak teratur, asosiasi dengan hutan alam dan topografi landau sampai curam.

## 8. Badan air

Beberapa objek penutup seperti sungai, waduk, danau, kolam, rawa dan tambak mempunyai dominasi penampakan permukaan berupa air. Hal ini mengakibatkan objek-objek tersebut mempunyai karakteristik yang hampir mirip yaitu karakteristik air yang menyerap energi gelombang, sehingga penampakannya pada citra menjadi lebih gelap dibandingkan penutup lahan lainnya. Karakteristik warnanya yaitu rona gelap, warna biru kehitaman, tekstur halus dan pola tidak teratur.

Tabel 3. Sistem Klasifikasi Data Citra Landsat 8 untuk Tutupan Lahan

No.	Simbol	Keterangan	R (0-255)	G (0-255)	B (0-255)
1	Aw	Awan	210	210	210
2	B	Semak Belukar	146	174	47
3	Hp	Hutan Primer	76	115	0
4	Hg	Hutan Gambut	247	180	103
5	Hr	Hutan Rawa	173	164	254
6	Hs	Hutan Sekunder	2	219	0
7	Hv	Mangrove	0	208	219
8	Kd	Pemukiman Desa	217	198	0
9	Kk	Pemukiman Kota	255	199	174
10	L	Ladang	183	223	134
11	P	Perkebunan	170	255	0
12	S	Sawah	255	255	115
13	T	Lahan Terbuka	255	127	127
14	W	Badan Air	0	0	255
15	Wi	Tambak	0	255	255
16	Wr	Rawa	246	164	254
17	Bn	Bandara	254	0	208
18	I	Industri	20	164	171
19	Pi	Pelabuhan	202	0	219

(Sumber: Wiweka *et al.*, 2012).

## 2.7 Uji akurasi

*Groundcheck* dan uji akurasi merupakan suatu proses memvalidasi hasil analisis digital dengan pengukuran yang dilakukan di lapangan. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk uji akurasi adalah dengan menggunakan matriks kesalahan. Tabel matriks kesalahan tidak hanya digunakan untuk memperoleh akurasi seluruh kategori, tetapi juga akurasi tiap kategori. Akurasi ketelitian pemetaan dilakukan dengan membuat matrik kontingensi atau matrik kesalahan (*confusion matrix*). Angka dalam matriks diagonal merupakan hasil klasifikasi dan data lapangan yang benar atau sesuai. Apabila angka-angka pada diagonal utama tersebut dijumlahkan dan kemudian dibagi dengan jumlah sampel maka akan didapatkan akurasi seluruh kategori. *United States Geological Survey* (USGS) telah menetapkan tingkat ketelitian klasifikasi citra dapat diterima pada ketelitian >85% (Derajat *et al.*, 2020).

Uji akurasi hasil klasifikasi dilakukan untuk mengetahui tingkat ketelitian dari hasil peta yang dihasilkan melalui proses klasifikasi citra secara digital. Metode uji akurasi yang digunakan adalah dengan matriks kesalahan (*confusion matrix*) untuk mengetahui nilai akurasi kappa dan *overall*. Semakin tinggi nilai uji akurasi maka peta yang dihasilkan akan semakin akurat, begitu pun sebaliknya semakin kecil nilai akurasi maka peta yang dihasilkan tidak akurat. Uji akurasi yang dianjurkan yakni menggunakan kappa karena memperhitungkan seluruh bagian dalam matriks kesalahan sedangkan *overall* hanya memperhitungkan piksel yang terklasifikasi secara benar. Akurasi kappa disebut juga dengan indeks kappa (Wibawa, 2020).

Tabel 4. Matrix Kesalahan (*Confusion Matrix*)

Data Referensi	Klasifikasi Kelas				Jumlah	Producer's Accuracy
	A	B	C	D		
A	$X_{ii}$				$X_{i+}$	$X_{ii}/ X_{i+}$
B						
C						
D						
Total	$X_{i+}$				N	
User's Accuracy	$X_{ii}/ X_{i+}$					

(Sumber: Derajat *et al.*, 2020)

## 2.8 Sistem Informasi Geografis

Menurut Pramono (2020), ketepatan informasi tutupan lahan akan memberikan kemudahan dalam pemantauan terhadap perubahan tutupan lahan. Pembuatan peta tutupan lahan dapat memanfaatkan teknologi penginderaan jauh dan Sistem Informasi Geografis (SIG), diproses menggunakan perangkat lunak. Gambaran perubahan secara spasial dapat dilakukan dengan pemanfaatan sistem Informasi Geografis, dimana SIG adalah suatu teknologi baru yang pada saat ini menjadi alat bantu (*tools*) yang sangat esensial dalam menyimpan, memanipulasi, menganalisis, dan menampilkan kembali kondisi-kondisi alam dalam bantuan data atribut dan spasial. Sistem SIG terdiri dari beberapa komponen berikut:

### 1. Perangkat keras

Pada saat ini Sistem Informasi Geografis (SIG) tersedia untuk berbagai platform perangkat keras mulai dari PC Desktop, *workstation*, hingga *multiuser* host yang dapat digunakan oleh banyak orang secara bersamaan dalam jaringan

komputer yang luas, berkemampuan tinggi, memiliki ruang penyimpanan (*hardisk*) yang besar, dan mempunyai kapasitas memori (RAM) yang besar. Walaupun demikian fungsionalitas SIG tidak terikat secara ketat terhadap karakteristik-karakteristik fisik perangkat keras ini sehingga keterbatasan memori pada PC pun dapat diatasi. Adapun perangkat keras yang sering digunakan adalah komputer, *mouse*, *digitizer*, *printer*, *plotter* dan *scanner*.

## 2. Perangkat Lunak

Perangkat lunak memiliki sistem operasi yang terdiri dari program-program yang mengawasi jalannya operasi sistem dan mengendalikan komunikasi yang terjadi di antara perangkat-perangkat keras yang terhubung ke sistem komputer yang bersangkutan. Beberapa perangkat lunak aplikasi yang digunakan untuk menjalankan tugas-tugas seperti menampilkan atau mencetak peta mengakses program-program sistem operasi untuk menjalankan fungsi-fungsinya.

## 3. Data dan Informasi Geografi

Sistem Informasi Geografis (SIG) dapat mengumpulkan dan menyimpan data dan informasi yang diperlukan baik secara tidak langsung dengan cara mengimpornya dari perangkat-perangkat lunak SIG yang lain maupun secara langsung dengan cara mendigitasi data spasialnya dari peta dan memasukkan data atributnya dari label-label dan laporan dengan menggunakan keyboard.

ArcGIS merupakan salah satu di antara sekian banyak perangkat lunak yang digunakan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). ArcGIS memiliki kemampuan yang tinggi dalam pembuatan peta digital hingga analisis spasial yang dapat dimanfaatkan dalam perencanaan wilayah. ArcGIS mengandung sejumlah aplikasi sistem informasi geografis dengan fungsinya masing-masing. Misalnya yakni ArcReader, ArcCatalog, ArcMap dan ArcView. ArcReader ialah aplikasi yang termasuk ekstensi ArcGIS 3D *Analyst*, dengan kemampuan untuk menayangkan informasi geografis berbentuk kenampakan 3D yang dinamis. ArcCatalog dipergunakan dalam pengorganisasian dan pengelolaan seluruh informasi geografis misalnya *services* SIG, metadata, *toolboxes* untuk geoprosesing, *geodatabases*, data-data *format file*, serta peta. ArcMap ialah aplikasi utama pada ArcGIS, yang bisa dipergunakan dalam *editing* dan *mapping*, serta guna analisa dan *query* yang mengacu pada peta. ArcToolbox termasuk koleksi dari *tools* geoprosesing.

ArcView digunakan untuk melakukan pertukaran data seperti membaca dan menuliskan data dari data ke dalam format perangkat lunak SIG lainnya. Dengan menggunakan *software* ArcView, data spasial raster yang dituliskan dalam format-format perangkat lunak SIG dan penginderaan jauh lain dapat dibaca. ArcReader merupakan program untuk menampilkan peta dan data GIS diterbitkan dalam format ESRI property menggunakan ArcPublisher (Rahmat *et al.*, 2021).

Proses spasial analisis peta tutupan lahan pada ArcGIS sebagai berikut:

1. Menyiapkan data yang digunakan seperti data citra landsat 8 tahun 2016, tahun 2019 dan tahun 2022 dan shp DAS Bialo.
2. Membuka *software* ArcGIS 10.6.1, pilih *Add Data* kemudian masukan data citra landsat 8 yang ingin diolah.
3. Melakukan penggabungan citra band 1 sampai band 7 dengan cara: *ArcToolbox* > *Raster* > *Raster Processing* > *composite band*. Selanjutnya mengecek *coordinate system* wilayah penelitian yaitu *WGS\_1984\_UTM\_Zone\_50S*.
4. *Add Data* – *Shp DAS Bialo*. Melakukan pemotongan citra sesuai wilayah penelitian: Klik icon *ArcToolbox* > *Raster* > *Raster Processing* > *Clip*.
5. Melakukan penajaman citra menggunakan band 8 (NIR): *ArcToolbox* > *Raster* > *Raster Processing* > *Create Pan-sharpened Raster Data*.
6. Melakukan analisis tutupan lahan menggunakan metode *supervised: classification* > *training sample manager*. Kemudian membuat kelas klasifikasi tutupan lahan dengan cara membuat polygon sesuai klasifikasi tutupan lahan yang dibuat. Menggunakan *tools maximum likelihood classification* untuk memperoleh hasil klasifikasi tutupan lahan.
7. Mengubah data raster ke polygon, kemudian melakukan layout peta.