

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) telah menetapkan beberapa DAS prioritas berdasarkan tingkat kerusakan lahan, potensi bencana lingkungan, serta kebutuhan mendesak untuk rehabilitasi dan konservasi. DAS Saddang ditetapkan sebagai DAS prioritas karena beberapa faktor, termasuk tingginya tingkat degradasi lahan, konversi lahan hutan menjadi lahan pertanian dan pemukiman. Daerah Aliran Sungai (DAS) Saddang terdiri dari lima sub DAS yang tersebar di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat. Sub-DAS Saddang Hulu, Sub-DAS Masuppu, Sub-DAS Mataallo, Sub-DAS Mamasa, dan Sub-DAS Saddang Hilir serta terdiri dari 6 (enam) kabupaten atau 76 kecamatan (Rachmayanti et al., 2022). DAS Saddang memiliki morfologi yang bervariasi mulai dari dataran rendah di bagian hilir hingga pegunungan di bagian hulu.

Tutupan lahan dapat diartikan sebagai sebuah kenampakan material fisik permukaan bumi. Tutupan lahan mampu memvisualisasikan hubungan antara proses alami dan proses sosial (Derajat et al., 2020). Tutupan lahan merupakan komponen penting untuk memahami dan mengelola ekosistem, keanekaragaman hayati, dan perubahan lingkungan (Paul & Ramirez, 2018). Menurut Dephut, 2003 dalam (Darkono, 2006), Tutupan lahan (*Land Cover*) merupakan komponen penting dalam mendukung kehidupan pada suatu kawasan, jika penutupan lahan ataupun vegetasi hutannya semakin baik maka dapat diasumsikan bahwa keanekaragaman pada kawasan tersebut tinggi. Kualitas lingkungan dan keanekaragaman hayati dalam suatu kawasan akan terpengaruh oleh perubahan penutupan lahan, baik secara alami maupun oleh aktivitas manusia. Kondisi penutupan lahan sangat berpengaruh dalam menjaga keseimbangan ekologi, sosial budaya, ekonomi, teknologi serta ilmu pengetahuan pada suatu wilayah. Penutupan lahan dapat berubah karena faktor alami, seperti perubahan iklim, bencana alam, dan kebakaran, atau karena aktivitas manusia, seperti penggundulan hutan dan pembangunan, yang disebabkan oleh permintaan yang terus meningkat untuk lahan (Kubangun et al., 2016).

Ketika tutupan hutan berkurang dan digantikan oleh lahan terbuka atau terbangun, albedo permukaan meningkat, menyebabkan lebih banyak radiasi matahari yang diserap. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa daerah dengan tutupan vegetasi yang tinggi, cenderung memiliki suhu permukaan yang lebih rendah dibandingkan dengan lahan yang telah diubah menjadi lahan terbangun. Suhu permukaan lahan adalah suhu pada lapisan terluar dari suatu objek. Untuk tanah terbuka, ini adalah suhu pada lapisan terluar tanah, sedangkan untuk vegetasi seperti hutan adalah suhu pada kanopi tumbuhan dan pada tubuh air adalah suhu pada permukaan air (Wiweka, 2014 dalam Putra et al., 2018). Suhu di suatu tempat meningkat karena kurangnya vegetasi atau lahan terbuka hijau. Hal ini berdampak pada kualitas lingkungan. Suhu permukaan daratan meningkat sebagai akibat dari penurunan luasan vegetasi (Firdaus et al., 2019). Deforestasi dapat mengurangi jumlah penyerapan panas alami seperti pepohonan dan tanah yang lembab, sedangkan penggunaan lahan perkotaan dapat meningkatkan konsentrasi bahan penghasil panas seperti aspal dan beton (Latue &

Rakuasa, 2023). Perubahan suhu permukaan lahan akibat perubahan tutupan lahan tidak hanya berdampak pada ekosistem lokal, tetapi juga pada kualitas hidup manusia. Peningkatan suhu permukaan dapat memperburuk kondisi iklim mikro dan meningkatkan risiko terjadinya bencana lingkungan, seperti kekeringan atau banjir.

Salah satu metode untuk pemantauan data perubahan penutupan lahan serta suhu permukaan lahan yaitu metode penginderaan jauh (Zurqani et al. 2019 dalam Fikri et al., 2021). Dalam penginderaan jauh, suhu permukaan lahan dapat didefinisikan sebagai suatu permukaan rata-rata dari suatu permukaan, yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda. Data citra satelit Landsat dapat menghasilkan suhu permukaan (*Land Surface Temperature*). Estimasi nilai *Land Surface Temperature* (LST) diperoleh dari saluran (*Band*) *thermal* yang dianalisis menggunakan *radiative transfer equation*, sedangkan informasi kerapatan vegetasi diperoleh melalui *normalized difference vegetation* (NDVI) (Nugroho et al., 2016). Teknologi penginderaan jauh telah banyak digunakan dalam memberikan informasi spasial yang beragam di permukaan bumi salah satunya dalam hal pemantauan tutupan lahan dan suhu permukaan lahan (Firdaus et al., 2019). Namun selama ini dalam pemrosesan data geospasial atau dengan metode penginderaan jauh masih menggunakan metode klasifikasi berbasis pixel dengan bantuan software yang mempunyai kelemahan pada pemrosesan datanya yang lama dan membutuhkan komputer dengan performa tinggi serta ketersediaan data bebas awan (Muhammad & Lam, 2023). Hal ini tentu membutuhkan banyak uang dan waktu, terutama ketika menganalisis dengan cakupan wilayah yang luas (Fikri et al., 2021) Pengolahan data penginderaan jauh terus berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, terutama dalam hal kebutuhan akan proses pengolahan gambar. Akibatnya, sistem pengolahan data berbasis internet, juga dikenal sebagai *cloud computing*, sangat dibutuhkan saat data besar tersedia (Nugroho et al., 2019 dalam Rizaldi et al., 2022).

Teknologi *Google Earth Engine* (*GEE*) mampu menjawab persoalan tersebut. *Platform* komputasi berbasis *cloud*, yang memberikan pilihan baru kepada para peneliti yang tertarik melakukan analisis data penginderaan jauh yang lebih efisien untuk perhitungan kompleks atau tugas pemrosesan skala besar (Dong et al., 2020). *Google Earth Engine* (*GEE*) adalah *platform* terbaru yang mampu menangani pemrosesan data skala besar untuk Penginderaan Jauh, memberi pengguna akses gratis untuk melakukan pemrosesan dan analisis data spasial berbasis internet. *GEE* menawarkan repositori data dalam kisaran petabyte, yang berisi berbagai jenis citra satelit seperti Landsat, Sentinel, MODIS dll. *GEE* membuat pemrosesan data lebih efisien dan efektif dari segi waktu dan biaya, dilihat dari tersedianya algoritma untuk menghasilkan gambar komposit bebas awan, yang bermanfaat untuk studi penutupan lahan (Muhammad & Lam, 2023), serta untuk pemantauan suhu permukaan lahan (Prayogo, 2021).

Untuk menjalankan sistem yang ada di *Google earth engine* menggunakan bahasa pemrograman *java script* dan *python* (Google Developers n.d.). Dengan memanfaatkan citra Landsat 8 dan analisis di *GEE*, kita dapat memetakan perubahan tutupan lahan dari tahun ke tahun (Rizaldi et al., 2022) kemudian menghubungkannya dengan variasi suhu permukaan yang juga dapat diperoleh dari platform *GEE*. Dengan menggunakan data citra, suhu permukaan lahan dapat dihitung menggunakan kanal

termal (*Thermal Infrared Sensor*) yang terdapat pada satelit tersebut (Hardianto, 2019). Data ini kemudian dapat diolah di *GEE* untuk memperoleh distribusi spasial suhu permukaan dan dianalisis hubungannya dengan perubahan tutupan lahan.

Citra Landsat 8 memiliki dua sensor, Landsat 8 mengorbit Bumi pada ketinggian rata-rata 705 km dan sudut inklinasi 98,2°. Sensor Operasional Land Imager (OLI) memiliki 9 saluran (band), termasuk band pankromatik beresolusi tinggi, dan sensor Infra Red Thermal (TIRS) memiliki 2 band termal. Landsat 8 melakukan liputan pada area yang sama setiap 16 hari kecuali untuk lintang kutub tertinggi. (Sampurno & Thoriq, 2016). Telah banyak dilakukan pemetaan tutupan lahan menggunakan citra landsat 8. Karakteristik resolusi spasial, spektral, dan temporal citra Landsat sangat membantu peneliti melakukan berbagai jenis analisis. Dibandingkan dengan citra satelit lain, yang membutuhkan informasi tambahan untuk pengolahan citra, karakteristik citra Landsat sangat membantu peneliti melakukan berbagai jenis analisis (Vol et al., 2021).

Penelitian tentang hubungan antara perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan telah dilakukan di berbagai wilayah. Namun, masih diperlukan penelitian yang lebih spesifik pada sebuah ekosistem lanskap yang lengkap seperti di DAS Saddang untuk memahami seperti apa karakteristik dari wilayah ini. Oleh karena itu, penelitian ini akan memberikan kontribusi dalam literatur perubahan lingkungan di Indonesia, khususnya dalam pemahaman dampak lokal dari perubahan global. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa perubahan tutupan lahan di berbagai daerah seringkali berkorelasi dengan peningkatan suhu permukaan (Putra et al., 2018). Oleh karena itu, perlu untuk melakukan analisis yang lebih mendalam untuk memahami tren yang ada di DAS Saddang. Analisis hubungan antara tutupan lahan dan suhu permukaan di DAS Saddang juga dapat memberikan informasi praktis bagi pengambil kebijakan dan masyarakat. Data yang diperoleh dapat digunakan untuk merumuskan kebijakan pengelolaan lahan yang lebih baik serta meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya menjaga tutupan lahan. Dengan pengetahuan yang tepat, kolaborasi antara masyarakat dan pemerintah dapat lebih efektif dalam melindungi lingkungan.

Secara keseluruhan, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perubahan tutupan lahan dan hubungannya terhadap suhu permukaan lahan di DAS Saddang dengan memanfaatkan *platform GEE* dan data citra Landsat 8. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi pemahaman yang lebih baik tentang dinamika lingkungan dan membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik untuk mendukung program keberlanjutan ekosistem.

1.2 Tujuan Dan Kegunaan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk :

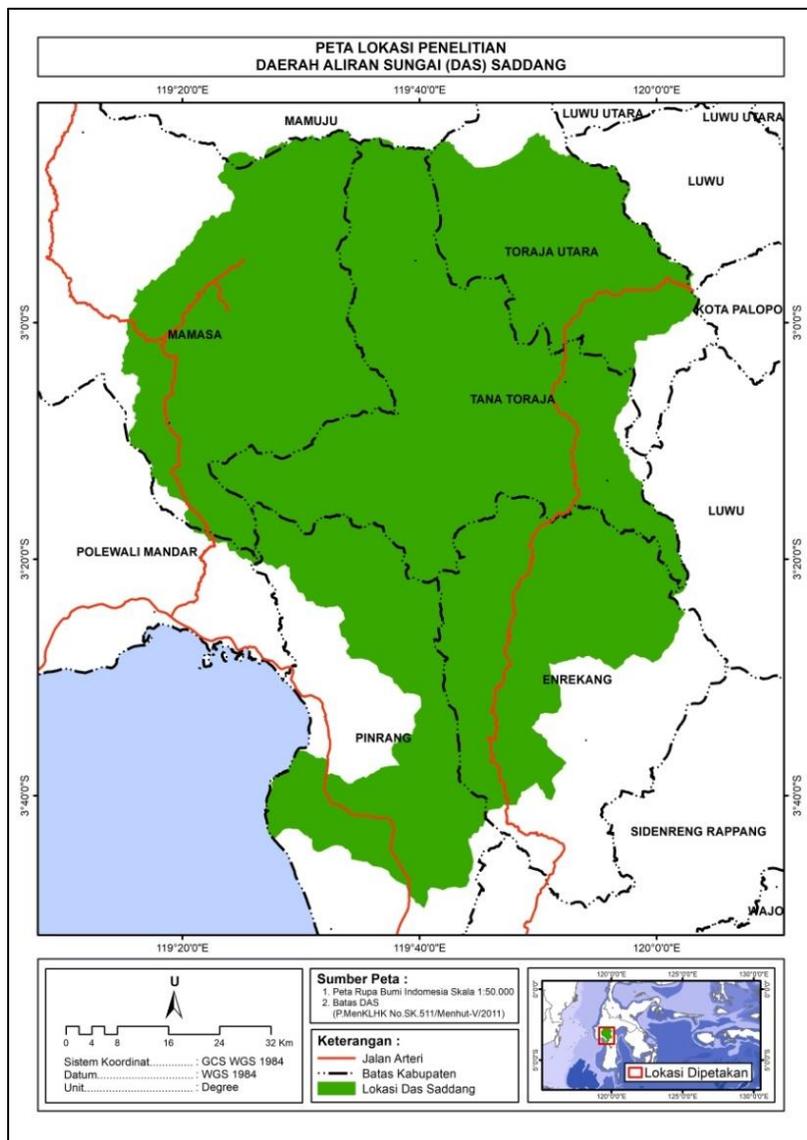
1. Mengetahui perubahan tutupan lahan tahun 2014 dan 2024 di DAS Saddang
2. Mengetahui perubahan suhu permukaan lahan tahun 2014 dan 2024 di DAS Saddang
3. Mengetahui hubungan perubahan tutupan lahan dengan suhu permukaan di DAS Saddang

Adapun kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi dan data Perubahan Tutupan Lahan dan Suhu Permukaan Lahan di DAS Saddang dari tahun 2014 – 2024. Diharapkan juga penelitian ini dapat menjadi bahan dasar pertimbangan dalam menentukan arah kebijakan kedepannya.

BAB II METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Maret 2024 – Januari 2025 melalui tiga tahapan kegiatan, yaitu studi literatur, penyiapan data, pengolahan data, serta kegiatan lapangan. Studi literatur dan pengelolaan data dilakukan di Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan, Universitas Hasanuddin Sedangkan kegiatan lapangan dilaksanakan di lokasi penelitian yakni di Wilayah DAS Saddang. Adapun lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

2.2.1 Alat:

1. Laptop, sebagai alat yang untuk mengakses *platform GEE* dan untuk pemrosesan software
2. *Platform Google Earth Engine* digunakan untuk memproses data citra dalam mengidentifikasi penutupan dan suhu permukaan lahan.
3. *Software Ms. Office* digunakan untuk mengolah data dan laporan.
4. *Software Arcgis 10.4* digunakan untuk mengolah lebih lanjut hasil identifikasi data penutupan lahan dan suhu permukaan lahan dari *output GEE*.
5. *Receiver GPS*, sebagai alat untuk mencari dan mengambil titik di lapangan.
6. *Software Statistic Product and Service Solution (SPSS)* versi 23, untuk perhitungan statistik.
7. Kamera, sebagai alat mengambil dokumentasi di lapangan.

2.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

Table 1. Bahan Penelitian

No	Bahan	Kegunaan	Sumber
1.	Citra Landsat 8 Collection 2 Tier 1 TOA Reflectance	Sebagai bahan analisis untuk penutupan lahan dan suhu permukaan lahan	Diakses langsung pada <i>platform Google Earth Engine</i>
2.	Batas Das	Sebagai bahan untuk mengetahui batas lokasi penelitian	Peraturan Menteri Kehutanan RI No.SK.511/Menhut-V/2011
3.	Data Ketinggian <i>SRTM V3 product (SRTM Plus)</i> resolusi 30m	Sebagai bahan analisis untuk ketinggian DAS Saddang	Diakses langsung pada <i>platform Google Earth Engine</i>

3.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur dilanjutkan dengan menyiapkan data yang akan digunakan berupa citra landsat 8 yang dapat diperoleh pada *Platform GEE* yang kemudian dipotong dengan batas kajian yakni batas DAS Saddang. Data selanjutnya diolah melalui tiga tahapan yakni pengeloaan data, uji validasi dan analisis data.

2.3.1 Penyiapan Data

Penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data batas DAS Saddang Kemudian melakukan proses panggilan citra landsat 8 di *platform Google Earth Engine*.

Selanjutnya dilakukan *filtering* data citra yakni memilih data citra pada masing-masing waktu kajian yang akan dianalisis di *GEE*. Setelah itu dilakukan *cloud masking* pada citra yang terpanggil. Masking awan dilakukan untuk mengganti tutupan awan dan bayangannya dari citra yang akan diolah. Hal ini akan melibatkan beberapa citra dari berbagai waktu untuk mengganti area yang tertutupi awan. Perinsip *cloud masking* adalah mengganti data tutupan awan dengan data tutupan yang tidak terganggu awan pada waktu yang berbeda. Namun hal ini tidak sepenuhnya dapat menghilangkan tutupan awan pada daerah yang selalu di tutupi oleh awan. Penghilangan awan pada citra landsat 8 di *GEE* menggunakan *function* yang di bangun menggunakan script berikut.

```
// Cloud Masking
function l8CloudMask(img){
  var qa = img.select('QA_PIXEL');
  var cloud = 1 << 5;
  var cloudShadow = 1 << 3;
  var cloudBitwise = qa.bitwiseAnd(cloud);
  var cloudShadowBitwise = qa.bitwiseAnd(cloudShadow);
  var cloudBitwise_eq0 = cloudBitwise.eq(0);
  var cloudShadowBitwise_eq0 = cloudShadowBitwise.eq(0);
  var mask = cloudBitwise_eq0.and(cloudShadowBitwise_eq0);
  var imagery_mask = img.updateMask(mask);
  return imagery_mask;
}
var cloud_masked_landsat_23 = landsat8_23.map(l8CloudMask).median();
```

Gambar 2. Script *cloud masking* citra landsat 8 di *GEE*

Setelah citra telah bersih dari awan maka tahapan selanjutnya adalah memotong citra sesuai dengan batas luar lokasi penelitian atau aoi. Pemotongan citra pada *GEE* menggunakan algoritma *.clip* berdasarkan batas lokasi penelitian yaitu DAS Saddang.

2.3.2 Pengolahan Citra

Pada tahapan pengelolaan citra, data yang telah disiapkan kemudian diinterpretasi untuk melihat penutupan lahan ditahun 2014 dan tahun 2024, langkah yang dilakukan sebagai berikut :

1. Kombinasi Warna

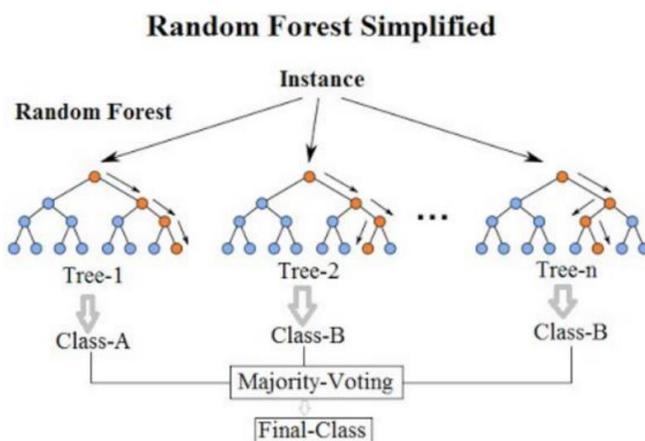
Citra satelit landsat memiliki panjang gelombang dan fungsi disetiap band yang berbeda. Sehingga citra satelit dapat digunakan melakukan kombinasi band (kombinasi warna) yang sesuai dengan tujuan penelitian Kombinasi warna yang digunakan dalam pengklasifikasian penutupan lahan, melibatkan beberapa pilihan kombinasi band citra, dapat dilihat pada tabel berikut ini. pada penelitian ini akan menggunakan kombinasi RGB Natural Color menggunakan band 4,3,2.

```
// Membuat Kombinasi Band
var vizParams = {
  bands: ['SR_B4', 'SR_B3', 'SR_B2'],
  min: 0,
  max: 0.3,
  gamma: 1.4,
};
Map.addLayer(image, vizParams, '432 Natural');
```

Gambar 3. Sript Kombinasi band citra landsat 8 di *GEE*

2. Klasifikasi Tutupan Lahan

Penelitian ini menggunakan metode klasifikasi terbimbing (*supervised classification*) menggunakan algoritma *Random Forest*. Algoritma *Random Forest* adalah algoritma yang menghasilkan banyak pohon keputusan, di mana kelas sampel diprediksi melalui penggabungan prediksi dari semua pohon keputusan yang ada (Azhar & Pardede, 2021 dalam Rizaldi et al., 2022). Keadaan di mana RF membentuk sebuah hutan (hutan) dengan sejumlah pohon keputusan, dan tahap akhir, suara terbanyak (*voting*), digunakan sebagai penentuan kelas dalam input data yang tersedia. (Rizaldi et al., 2022).



(Sumber : Rizaldi et al., 2022)

Gambar 4. Ilustrasi Cara kerja Random Forest algoritma

Sebelum melakukan klasifikasi tutupan lahan terlebih dahulu di buat *training sample* untuk melatih machine learning dalam mengklasifikasikan tutupan lahan setiap piksel citra pada pada penelitian ini menggunakan jumlah training sample sebanyak 358 titik sample. Sebaran training sample dapat dilihat pada lampiran 4. Setelah itu baru dapat dilakukan klasifikasi, dalam hal ini digunakan klasifikasi *Random Forest* (`ee.Classifier.smileRandomForest`) yang tersedia pada algoritma data *processing Google Earth Engine*.

```

//Membuat Klasifikasi Penutupan Lahan dengan Algoritma Random Forest
var classifier = ee.Classifier.smileRandomForest(6).train({
  features: trainingset,
  classProperty: 'lc',
  inputProperties: bands
});
//Menjalankan Klasifikasi
var classified = image.select(bands).classify(classifier);
  
```

Gambar 5. Script klasifikasi RF pada *platform GEE*

Melalui *Machine learning* data hasil foto udara dapat di klasifikasikan tutupan lahan berdasarkan nilai digital number dari setiap piksel yang telah dilatih. Untuk kelas tutupan lahan mengacu pada Badan Standardisasi Indonesia SNI 7645 (2014).

3. Perhitungan NDVI

Informasi kerapatan vegetasi dapat diperoleh melalui perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) (Nugroho et al., 2016). NDVI diperoleh menggunakan perhitungan berikut.

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{NIR+RED}$$

Keterangan:

NDVI = (Band 5 – Band 4) / (Band 5 + Band 4),

RED = nilai DN pada Band merah

NIR = nilai DN pada Band Infram.

Adapun algoritma perhitungan NDVI pada *platform google earth engine* dapat dilihat pada gambar berikut

```
var ndvi = image.normalizedDifference(['B5', 'B4']).rename('NDVI');
var ndviParams = {
  min: -1,
  max: 1,
  palette: ['red', 'orange', 'yellow', 'green']
};
Map.addLayer(ndvi, ndviParams, "NDVI tahun " + year)
```

Gambar 6. Script NDVI di GEE

4. Perhitungan LST

Suhu permukaan lahan diperoleh dengan menggunakan metode perhitungan LST dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$LST = \frac{BT}{[1 + \lambda \times \frac{BT}{\rho}]} \times \ln(LSE)$$

Keterangan:

BT = *Brightness Temperature* (°K),

λ = panjang gelombang rata-rata Band 10,

ρ = $(h \cdot c / \sigma)$ sebesar 14.380 mK,

c = kecepatan cahaya (3×10^8 m/s),

σ = konstanta Boltzmann senilai $1,38 \times 10^{-23}$ J/K,

h = konstanta Plank senilai $6,626 \times 10^{-34}$

LSE = *Land Surface Emissivity*

Tingkat panas terpancar kembali ke luar angkasa dari permukaan bumi akibat sinar matahari radiasi disebut Suhu Permukaan Lahan (LST),

Selanjutnya emisivitas *land surface temperature* diperoleh dari saluran (*Band termal*) yang dianalisis menggunakan *radiative transfer equation* dan NDVI (Nugroho et al., 2016).

Proses kalkulasi suhu permukaan lahan dengan citra satelit Landsat OLI ditunjukkan pada Proporsi vegetasi (Pv) dihitung dengan membagi luas total vegetasi berdasarkan area proyeksi vertikal di atasnya tanah, (Indriyani et al., 2023) :

$$Pv = \left(\frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2$$

Pehitungan nilai Min dan Max NDVI pada *GEE* dapat dilihat pada gambar berikut

```

'/ Nilai Minimum NDVI
var min = ee.Number(ndvi.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.min(),
  scale: 30,
  geometry: aoi,
  maxPixels: 1e9
}).values().get(0));
print(min, 'NDVI min');
'/ Nilai Maksimum NDVI
var max = ee.Number(ndvi.reduceRegion({
  reducer: ee.Reducer.max(),
  geometry: aoi,
  scale: 30,
  maxPixels: 1e9
}).values().get(0));
print(max, 'NDVI max');

```

Gambar 7. Script perhitungan nilai Min dan Max NDVI pada *GEE*

Land Surface Emissivity (LSE), suatu fitur intrinsik material alami, sering digunakan untuk menilai komposisi material, khususnya mineral silikat, bahkan meskipun berfluktuasi dengan sudut pandang dan kekasaran permukaan

$$LSE = 0.004 \times Pv + 0.986$$

Keterangan:

0,004 = nilai rata-rata emisivitas vegetasi yang berkategori rapat

0,986 = nilai emisivitas standar lahan terbuka.

Adapun algoritma mencari nilai estimasi menggunakan nilai PV dari Min dan Max NDVI pada *platform google earth engine* dapat dilihat pada gambar berikut

```

// Mencari nilai FV (Fractional vegetation)
var fv =(ndvi.subtract(min).divide(max.subtract(min))).pow(ee.Number(2)).rename('FV');
print(fv, 'fv');

//Mencari nilai Emissivitas
var a= ee.Number(0.004);
var b= ee.Number(0.986);
var LSE =fv.multiply(a).add(b).rename('LSE');

```

Gambar 8. Script perhitungan nilai PV dan Emmisitivitas

Selanjutnya perhitungan LST pada penelitian ini dilakukan pada *platform google earth engine*. Serangkaian proses perhitungan suhu permukaan lahan dimulai dengan pengambilan data citra satelit yang telah terkoreksi *surface reflectance*. Adapun algoritma mencari nilai LST pada *platform google earth engine* dapat dilihat pada gambar berikut

```

// Melakukan Select pada band thermal
var thermal= cloud_masked_landsat_13.select('B10')
var LST = thermal.expression(
  '(Tb/(1 + (0.00115* (Tb / 1.438))*log(LSE)))-273.15',{
  'Tb': thermal.select('B10'),
  'LSE': LSE.select('LSE')
}).rename('LST');
var lst_aoi = LST.clip(aoi);
var lst_param = {min: 20, max:30, palette: [
  'green','limegreen', 'yellow', 'orange', 'red']};
Map.addLayer(lst_aoi, lst_param, 'LST tahun 2014 ')

```

Gambar 9. Script perhitungan LST di GEE

Dalam perhitungan LST dengan memanggil *band thermal* (ST_B10) nilainya merupakan dalam satuan kelvin sehingga perlu dilakukan pengurangan dengan nilai 273,15 untuk memperoleh data suhu ke dalam nilai derajat celcius. Didasarkan pada sebaran suhu permukaan, kelas suhu dibagi menjadi kelompok-kelompok, dan luasan distribusi suhu permukaan dihitung untuk setiap kelompok. Untuk mengetahui perubahan, hasil perhitungan luasan pada masing-masing peta dibandingkan satu sama lain berdasarkan tahunnya.

5. Pengelolaan data ketinggian dari DEM SRTM

Pemodelan peta menggunakan Data DEM bertujuan untuk melihat topologi pada wilayah DAS Saddang dengan bantuan teknologi *virtual reality* dan komputer grafis, visualisasi model relief rupabumi tiga dimensi yang menyerupai keadaan sebenarnya di dunia nyata. (Tempfli, 1991 dalam Nugroho et al., 2016). Susunan nilai digital menunjukkan distribusi spasial karakteristik medan, yang diwakili oleh nilai sistem koordinat horisontal X Y, dan karakteristik medan diwakili oleh ketinggian medan dalam sistem koordinat Z. (Frederic J. Doyle, 1978 dalam Nugroho et al., 2016)

Pada penelitian ini digunakan data *SRTM V3 Digital Elevation* resolusi 30m. Adapun algoritma pada *platform google earth engine* dapat dilihat pada gambar berikut

```

Imports (1 entry)
  var aoi: Table projects/ee-melisadestysostenes01/assets/DAS_Saddang
1 var srtm = ee.Image("USGS/SRTMGL1_003");
2 print(srtm);
3 var aoi_srtm = srtm.clip(aoi)
4 Map.addLayer(aoi_srtm, {min:0,max:3500,
5 palette:['darkgreen', 'green', 'yellow', 'orange', 'red']})
6 print(aoi_srtm)
7 var elevation = srtm.select('elevation');
8 Export.image.toDrive({
9 image:elevation,
10 description:'Ketinggian_Saddang',
11 region: aoi,
12 scale : 30,
13 maxPixels :1e13});

```

Gambar 10. Script perhitungan ketinggian dari data SRTM di GEE

2.3.3 Uji Validasi

1. Groundcheck Lapangan

Pengecekan dan pengambilan data lapangan dimaksudkan untuk mencocokkan penutupan lahan hasil interpretasi citra satelit tahun 2024 dengan keadaan sebenarnya di lapangan. Pengecekan lapangan diawali dengan menentukan

titik koordinat perwakilan pada setiap kelas penutupan lahan. Penetapan penentuan sampel digunakan adalah *controlling sampling* yang merupakan teknik penentuan sampel dengan pertimbangan tertentu.

Sampel yang diambil didasarkan pada tren perubahan penutupan lahan. Selain itu sampel juga diambil dengan pertimbangan aksesibilitas pada tiap kelas penutupan lahan dan luasan masing-masing kelas. Sampel koordinat perwakilan yang telah ditentukan kemudian dilakukan proses pengecekan di lapangan berdasarkan titik-titik koordinatnya masing-masing untuk melihat kesesuaian antara hasil interpretasi dengan kenyataan di lapangan. Untuk melakukan uji akurasi interpretasi gambar, titik koordinat GPS digunakan sebagai acuan. Selain itu, gambar yang relevan dari setiap jenis penutupan lahan di lapangan juga diambil.

2. Uji Akurasi Tutupan Lahan

Uji akurasi ini dilakukan untuk melihat tingkat kesalahan yang terjadi pada hasil pengolahan data penginderaan jauh citra yang dilakukan sehingga dapat ditentukan seberapa besar persentase keakuratan dari klasifikasi tersebut. Metode *confusion matrix* digunakan untuk menghitung akurasi interpretasi citra. Setelah memperoleh data tabel *confusion matrix* maka selanjutnya akan dilakukan pengujian akurasi dengan menggunakan perhitungan *kappa accuracy*. Menurut Jaya (2014) dalam Muhammad, et. Al. (2016), secara matematis akurasi kappa disajikan sebagai berikut:

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^r X_{ii} - \sum_{i=1}^r X_{i+} X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+} X_{+i}} 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

K = Nilai Kappa

r = jumlah baris dalam matriks konfusi

X_{ii} = Nilai diagonal dari matriks kontingensi baris ke-i dan kolom ke-i

X_{+i} = Jumlah piksel dalam kolom ke-i

X_{i+} = Jumlah piksel dalam baris ke-i

N = Banyaknya piksel dalam contoh

Akurasi yang disyaratkan kedalam kriteria utama dengan tingkat ketelitian minimum mencapai > 85% (Lillesand & Kiefer, 1990).

2.3.4 Analisis Data

Pada bagaian analisis data dilakukan analisis deskriptif untuk menggambarkan perubahan yang ada baik pada tutupan lahan, Indeks Vegetasi, dan Suhu Permukaan Lahan (LST) kemudian melakukan analisis spasial dengan melakukan *overlay* antara 2 data pada tahun awal 2014 dan tahun perbandingan kondisi saat ini yaitu tahun 2024 kemudian dilihat perubahan dari kedua data tersebut. Selanjutnya data suhu permukaan tahun 2014 dan 2024 juga *dioverlay* dengan data penutupan lahan masing-masing tahun terkait untuk melihat keterkaitannya. Analisis ini akan memunculkan sebaran jenis penutupan lahan disertai dengan kisaran suhu permukaannya. Hubungan antara penutupan lahan dan suhu permukaan lahan didapatkan dengan melihat perubahan penutupan lahan yang terjadi dan melihat kisaran suhu yang berubah akibat adanya perubahan penutupan lahan.

Untuk melihat keeratan hubungan antara tutupan lahan dengan suhu permukaan lahan digunakan aplikasi SPSS Ver 23. Analisis menggunakan korelasi pearson untuk menyatakan ada atau tidaknya hubungan antara variabel X dengan

variabel Y. Menurut Cohen (1988) Nilai Pearson Correlation dikelaskan menjadi 3 bagian, yaitu rendah dengan rentang nilai 0,1 – 0,29, sedang = 0,3 – 0,49, dan kuat = 0,5 – 1.

Setelah itu, untuk menyatakan besarnya pengaruh dari variabel satu terhadap yang lainnya dilakukan analisis regresi linear berganda pada tutupan lahan untuk melihat pengaruh luasan jenis tutupan lahan terhadap rata-rata suhu permukaan suatu unit lahan dalam hal ini digunakan batas kecamatan yang masuk dalam DAS Saddang. Terdapat enam 13variable bebas (Hutan, Lahan terbangun, Lahan Terbuka, Padang Rumput, Sawah, dan Badan air) dan satu 13variable terikat, yaitu suhu permukaan rata-rata, untuk menggambarkan pengaruh. Dibuat dengan menggunakan analisis linear berganda. Analisis regresi yang dikenal sebagai regresi linier berganda menghubungkan satu (satu) variabel terikat dengan dua (dua) atau lebih variabel bebas yang dianggap atau mungkin mempengaruhi perubahan variabel terikat dalam penelitian ini (Miro, 2005 dalam Hardianto, 2019). Model untuk regresi linier berganda adalah:

$$Y = \alpha + b_1X_1 + b_2X_2 + \dots + b_6X_6 \dots \dots \dots (2)$$

Dimana:

Y	= Suhu Permukaan
α	= intersep atau konstanta regresi
b_1	= koefisien regresi
X1	= Hutan
X2	= Lahan Terbangun
X3	= Lahan Terbuka
X4	= Padang Rumput
X5	= Sawah
X6	= Badan Air

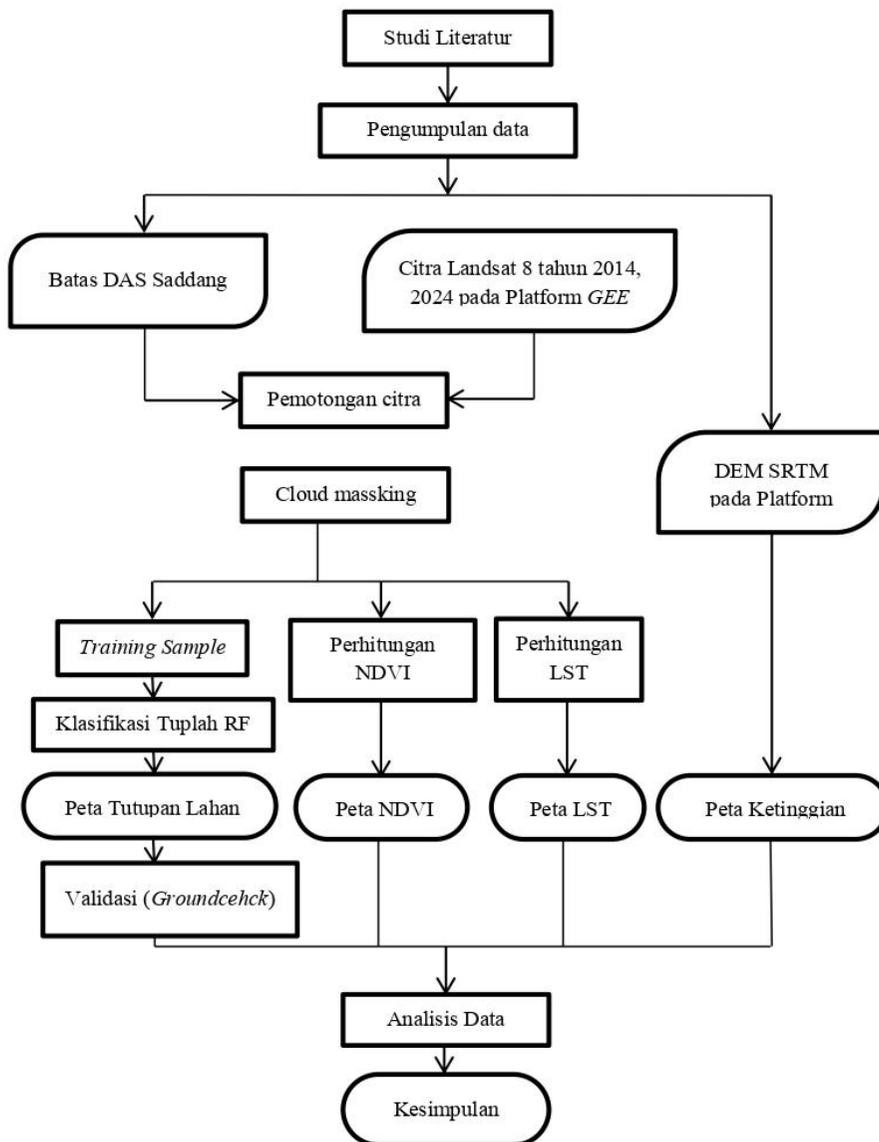
Dasar pengambilan keputusan Uji t parsial berdasarkan nilai signifikasi pada tabel *Coefficients* :

- jika nilai signifikasi > 0.05, maka variabel independen (X) secara parsial tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)
- jika nilai signifikasi < 0.05, maka independen (X) secara parsial berpengaruh terhadap variabel dependen (Y).

Dasar pengambilan keputusan Uji f simultan berdasarkan nilai signifikasi pada tabel ANOVA :

- jika nilai signifikasi > 0.05, maka variabel independen (X) secara simultan tidak berpengaruh terhadap variabel dependen (Y)
- jika nilai signifikasi < 0.05, maka independen (X) secara simultan berpengaruh terhadap variabel dependen (Y).

3.4 Diagram Alir Penelitian



Gambar 11. Diagram alir penelitian

Keterangan : 