

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Kota sebagai pusat pertumbuhan dengan jumlah penduduk yang terus meningkat. Pertumbuhan kota dapat dilihat dari meningkatnya aktivitas sosial ekonomi dan pergerakan mobilitas penduduk yang memerlukan ruang untuk permukiman. Perkembangan pembangunan kota berlangsung dengan sangat pesat (Hardianto, 2019). Dalam perkembangan dan pertumbuhan kota, tiga hal yang selalu ada yaitu pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan alih fungsi lahan (Kumar & Singh Sangwan, 2013). Alih fungsi lahan pertanian yang tinggi berkontribusi pada peningkatan suhu lokal, sebuah fenomena yang dikenal sebagai efek pulau panas perkotaan (urban heat island) (Rosa & Prasada, 2018). Lahan sawah, yang sering berdekatan dengan perkotaan dan cenderung berada di wilayah bertopografi datar, adalah yang paling rentan terhadap alih fungsi (Dewi & Syamsiyah, 2020).

Dalam periode 2013-2020, lahan sawah yang luas dan berperan sebagai penyejuk alami lingkungan mengalami penurunan signifikan sebesar 149 hektar atau 7,36%. Lahan ini sebagian besar dikonversi menjadi area terbangun seperti permukiman, perdagangan, kebun campuran, dan pekarangan. Lahan sawah yang sebelumnya memiliki kemampuan untuk menyerap panas matahari, mengatur kelembapan udara, dan mendinginkan lingkungan, digantikan oleh permukaan keras seperti beton dan aspal yang menyerap dan memantulkan panas. Konversi ini menyebabkan penurunan vegetasi dan hilangnya kemampuan tanah untuk menyimpan air, yang berujung pada pengurangan efek pendinginan alami di kawasan tersebut. Faktor yang mendorong alih fungsi ini, seperti meningkatnya kebutuhan perumahan akibat pertumbuhan penduduk dan tingginya nilai jual lahan sawah, mempercepat degradasi lingkungan. Dampaknya tidak hanya dirasakan secara lokal tetapi juga menyumbang pada perubahan iklim mikro di wilayah tersebut. Suhu rata-rata di daerah perkotaan cenderung meningkat, yang pada gilirannya dapat memperburuk kualitas udara, meningkatkan kebutuhan energi untuk pendinginan, serta memperburuk kenyamanan dan kesehatan masyarakat (Asra, 2020).

Beberapa kasus menunjukkan jika di suatu lokasi terjadi alih fungsi lahan, maka dalam waktu yang tidak lama lahan di sekitarnya juga beralih fungsi secara progresif. Menurut Irawan dalam Iqbal & Sumaryanto (2016) hal tersebut disebabkan oleh dua faktor. Pertama, sejalan dengan pembangunan kawasan perumahan atau industri di suatu lokasi alih fungsi lahan, maka aksesibilitas di lokasi tersebut menjadi semakin kondusif untuk pengembangan industri dan pemukiman yang akhirnya mendorong meningkatnya permintaan lahan oleh investor lain atau spekulasi tanah sehingga harga lahan di sekitarnya meningkat. Kedua, meningkatnya harga lahan dapat menjadi faktor pendorong bagi petani lain di sekitarnya untuk melakukan penjualan lahan.

Penggunaan lahan, perubahan penggunaan lahan, dan kehutanan sering disebut sebagai LULUCF (*Land Use, Land Use Change and Forestry*) memiliki peran penting dalam siklus karbon global. Perubahan tutupan lahan memiliki peran penting terhadap naiknya nilai suhu permukaan, hal ini diakibatkan oleh lahan terbangun memberikan pantulan panas yang lebih tinggi dibandingkan vegetasi (Janah & Bioresita, 2023). Safitri et al. (2022) mengutip dalam *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* (2007)

bahwa suhu rata - rata global meningkat dengan laju  $0,74^{\circ}\text{C} \pm 0,18^{\circ}\text{C}$  selama seratus tahun terakhir dan kurang lebih 1,6 miliar ton karbon diemisikan setiap tahun akibat perubahan penggunaan lahan. Kondisi tutupan lahan sangat terkait dengan suhu permukaan lahan (*Land Surface Temperature/LST*). LST adalah suhu yang terdapat pada permukaan luar suatu objek, yang dipengaruhi oleh radiasi yang diserap oleh permukaan tersebut. Ketika tutupan lahan vegetasi berkurang, suhu permukaan lahan akan meningkat. Sebaliknya, semakin padat tutupan vegetasi, semakin rendah suhu permukaan lahan (Solihin & Putri, 2021).

Perubahan suhu permukaan yang disebabkan oleh alih fungsi lahan dapat memiliki dampak signifikan pada lingkungan, terutama di Kawasan Perkotaan Kabupaten Sidenreng Rappang. Penurunan luas lahan pertanian yang berfungsi sebagai penyejuk alami dapat menyebabkan peningkatan suhu lokal, menciptakan efek pulau panas perkotaan. Suhu yang lebih tinggi dapat mengganggu keseimbangan ekosistem, mempengaruhi kualitas udara, dan meningkatkan kebutuhan energi untuk pendinginan, sehingga berdampak pada kenyamanan dan kesehatan masyarakat.

Pemerintah telah menyadari pentingnya keberadaan vegetasi dengan mengatur ruang terbuka hijau (RTH). Ruang Terbuka Hijau (RTH) sebagai ruang alami memainkan peran yang sangat penting bagi suatu kota dalam mengatasi berbagai permasalahan lingkungan. Pengembangan RTH merupakan salah satu upaya strategis untuk menjaga keseimbangan iklim mikro sekaligus mengatasi penurunan kualitas lingkungan. Keberadaan RTH berdampak pada penurunan suhu udara, peningkatan kelembaban, dan menciptakan suasana kota yang lebih nyaman (Heksaputri, 2011). Ketentuan mengenai proporsi Ruang Terbuka Hijau (RTH) diatur dalam Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang, yang menetapkan bahwa setiap wilayah kota harus menyediakan RTH minimal sebesar 30% dari total luas wilayah. Proporsi ini terbagi menjadi 20% RTH publik dan 10% RTH privat (Prihandono, 2010).

Kabupaten Sidenreng Rappang (Sidrap) dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu pusat pertumbuhan wilayah di Sulawesi Selatan yang mengalami transformasi pesat pada penggunaan lahannya. Dengan berbagai rencana pembangunan, aktivitas ekonomi, dan pertumbuhan penduduk yang tinggi, Sidrap menghadapi tantangan besar dalam mempertahankan tutupan vegetasi dan penyediaan RTH. Konversi lahan vegetasi menjadi lahan terbangun meningkatkan suhu permukaan secara signifikan, sehingga analisis dan evaluasi keberadaan RTH di kawasan ini sangat mendesak untuk dilakukan. Pemilihan tahun 2015 dan 2024 dalam penelitian ini didasarkan pada dinamika pembangunan pesat di Sidrap dalam sepuluh tahun terakhir. Tahun 2015 dijadikan sebagai baseline sebelum intensifikasi pembangunan, sedangkan tahun 2024 merepresentasikan kondisi terbaru pasca pembangunan dan upaya penghijauan.

Salah satu metode untuk menggambarkan dampak perubahan lahan dan suhu permukaan adalah dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh. Teknologi ini memungkinkan analisis suhu permukaan bumi secara efisien melalui data dari satelit termal. Berbagai sensor inframerah termal dari satelit tersedia dengan resolusi yang sesuai untuk tingkat kabupaten, seperti sensor dari citra Landsat 8 (Wiweka, 2014). Saat ini, inovasi dalam teknik penginderaan jauh yang terintegrasi dengan sistem informasi *geografis* telah membawa dampak besar dalam pengolahan data. Salah satu kemajuan

terbaru adalah pemrosesan citra berbasis *cloud computing*, yang memungkinkan analisis data dilakukan dengan lebih cepat dan efisien dibandingkan metode konvensional. Platform seperti *Google Earth Engine* (GEE) telah menjadi alat penting bagi peneliti dan profesional di bidang ini, karena GEE memungkinkan pemrosesan citra satelit secara real-time dan pengelolaan data dalam jumlah besar. Dengan pendekatan ini, analisis perubahan tutupan lahan dan suhu permukaan dapat dilakukan dengan lebih akurat dan cepat, mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam perencanaan pengembangan Ruang Terbuka Hijau di Perkotaan Kabupaten Sidenreng Rappang. Integrasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga membuka kesempatan baru untuk penelitian dan aplikasi praktis di berbagai sektor.

## **1.2 Tujuan dan Kegunaan**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah

1. Mengetahui suhu permukaan di Kawasan Perkotaan Kabupaten Sidenreng Rappang pada tahun 2015 dan 2024.
2. Mengetahui hubungan antara penutupan lahan dan kerapatan vegetasi dengan suhu permukaan di Kawasan Perkotaan Kabupaten Sidenreng Rappang.
3. Memberikan rekomendasi arahan pengembangan ruang terbuka hijau di Kawasan Perkotaan Kabupaten Sidenreng Rappang.

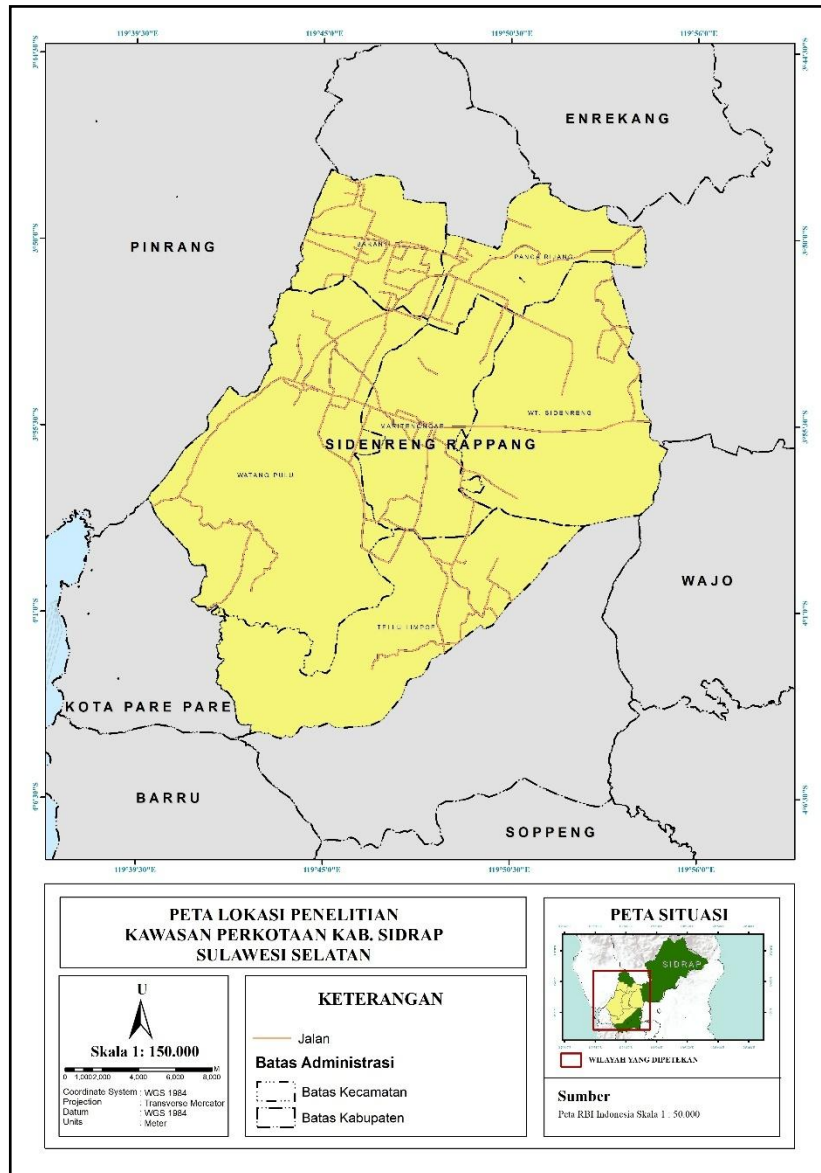
Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi serta memberikan masukan bagi Pemerintah Provinsi dan Kabupaten/Kota mengenai pengaruh penggunaan lahan terhadap suhu permukaan, yang akan membantu perencanaan pengembangan Ruang Terbuka Hijau berdasarkan distribusi suhu permukaan.

## BAB II

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2024 – Juli 2025 melalui dua tahapan kegiatan, yaitu kegiatan lapangan dan analisis data. Kegiatan lapangan dilaksanakan di Kawasan Perkotaan Kabupaten Sidrap Provinsi Sulawesi Selatan. Sedangkan analisis data dilakukan di Laboratorium Perencanaan dan Sistem Informasi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Peta Lokasi Penelitian.

## 2.2 Alat dan Bahan

### 2.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Aplikasi *Avenza Maps* untuk pengambilan titik lokasi di lapangan; smartphone untuk mendokumentasikan kegiatan; laptop yang dilengkapi dengan perangkat lunak *Chrome* untuk mengakses platform *Google Earth Engine*, yang digunakan dalam pengolahan citra; perangkat lunak ArcGIS untuk pembuatan *layout* peta; *Microsoft Excel* untuk pengolahan data statistik; serta *Microsoft Word* untuk penulisan laporan.

### 2.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Bahan Penelitian.

No	Jenis Data	Kegunaan	Sumber
1.	Citra Landsat 8 OLI/TIRS Tahun Perekaman 2015 dan 2024	Sebagai bahan Untuk mengolah data penutupan lahan, UVI dan suhu permukaan lahan	Diakses langsung pada platform <i>Google Earth Engine</i> ( <a href="https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LC08_C02_T1_L2">https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/LANDSAT_LC08_C02_T1_L2</a> )
2	Peta RTH Kabupaten Sidenreng Rappang Tahun 2019	Sebagai bahan untuk analisis <i>overlay</i>	Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten SIDRAP
3	Peta RTRW Kabupaten Sidrap 2012-2032	Sebagai bahan untuk mengetahui batas lokasi penelitian	Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kabupaten SIDRAP

## 2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian ini diawali dengan studi literatur untuk mengidentifikasi referensi yang relevan dari penelitian sebelumnya. Pengumpulan data dilakukan dengan memanfaatkan citra Landsat 8 OLI/TIRS melalui platform *Google Earth Engine* (GEE). Pra-pemrosesan citra meliputi tahapan seperti cloud masking, scaling factor, filtering, dan cropping untuk meningkatkan akurasi analisis.

Tahap berikutnya adalah pengolahan data citra untuk menghasilkan peta tutupan lahan menggunakan metode klasifikasi berbasis algoritma *Random Forest* Data suhu

permukaan (LST) dihitung dari Thermal Band (Band 10) untuk menganalisis distribusi suhu.

Selanjutnya, dilakukan analisis overlay dilakukan menggunakan ArcGIS untuk mengidentifikasi keterkaitan antara keberadaan RTH, nilai UVI, dan tutupan lahan terhadap suhu permukaan. Setelah *overlay*, dihitung statistik deskriptif berupa rata-rata suhu per kecamatan dan divisualisasikan dalam tabel. Terakhir, wilayah tanpa RTH diidentifikasi untuk merumuskan rekomendasi pengembangan RTH berdasarkan kondisi suhu permukaan.

### 2.3.1 Pengolahan Data Penutupan Lahan

**Kombinasi Band.** Kombinasi *band* digunakan dalam pengklasifikasian penutupan lahan merujuk pada beberapa variasi kombinasi *band*, yang melibatkan beberapa pilihan kombinasi *band*, seperti yang disajikan pada **Tabel 2**.

**Tabel 2.** Kombinasi band Landsat 8.

Kombinasi Band (Landsat 8)	Keterangan
4-3-2	<i>Natural Color</i> , untuk memvisualisasikan warna natural pada citra.
5-4-2	<i>Vegetation Analysis</i> , untuk memvisualisasikan vegetasi dengan kenampakan yang hijau.
5-6-4	<i>Land/Water</i> , untuk memvisualisasikan badan air dan lahan terbuka.
7-6-4	<i>False Color</i> , untuk memvisualisasikan lingkungan perkotaan atau permukiman.

Sumber: <https://shorturl.at/5Hffy>

**Klasifikasi Penutupan Lahan.** Klasifikasi citra dilakukan dengan menerapkan metode *machine learning* menggunakan algoritma *random forest*. Pengklasifikasi yang menggunakan metode *Random Forest* hanya memerlukan pengaturan dua parameter. Algoritma *Random Forest* dapat menangani data kategorikal, data yang tidak seimbang, serta data dengan nilai yang hilang. Selain itu, pengklasifikasi ini memberikan informasi tentang tingkat kepentingan relatif dari berbagai fitur selama proses klasifikasi, yang sangat berguna untuk pemilihan fitur. *Random forest* juga dapat mendeteksi *outlier* dengan menggunakan analisis kedekatan dan dapat diterapkan dalam pembelajaran tanpa pengawasan (Pal, 2005). Klasifikasi citra dilakukan dengan menggunakan data Landsat 8 dari tahun 2015 dan 2024 melalui platform *Google Earth Engine*. Dengan cara menentukan area latihan (*Training Area*) yang mewakili setiap kategori menggunakan data dari *Google Earth* sebagai referensi. Pengambilan contoh dilakukan berdasarkan tampilan warna yang terlihat pada citra atau melalui pengamatan visual (Pal, 2005). Algoritma untuk mengklasifikasikan

tutupan lahan pada citra Landsat dengan menggunakan metode *Machine Learning Random Forest* dapat dilihat pada **Gambar 2**.

```

Map.centerObject(sidrap, 10);

function maskS2clouds(image) {
  var qa = image.select('QA_PIXEL');
  var cloudBitMask = 1 << 4; // Bit ke-10 untuk awan
  var cirrusBitMask = 1 << 3; // Bit ke-11 untuk cirrus
  var mask = qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)
    .and(qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0));
  return image.updateMask(mask).divide(1);
}

// Applies scaling factors
function applyScaleFactors(image) {
  var opticalBands = image.select('SR_B.').multiply(0.0000275).add(-0.2);
  var thermalBands = image.select('ST_B.*').multiply(0.00341802).add(149.0);
  return image.addBands(opticalBands, null, true)
    .addBands(thermalBands, null, true);
}

//***** Tahun 2015 *****
var landsat2015 = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C02/T1_L2')
  .filterDate('2015-01-01', '2015-12-31')
  .map(maskS2clouds)
  .map(applyScaleFactors)
  .median()
  .clip(sidrap);
var visualization2015 = {
  min: 0.0,
  max: 0.3,
  gamma: 1,
  bands: ['SR_B4', 'SR_B3', 'SR_B2'],
};

Map.addLayer(landsat2015, visualization2015, 'RGB 2015');

// Area of Interest (AOI)
var aoi =
  Lahan_Bervegetasi.merge(Lahan_Bervegetasi_Budidaya).merge(Lahan_Terbuka).merge(Lahan
_Terbangun).merge(Tubuh_Air);

var bands = ['SR_B4', 'SR_B3', 'SR_B2', 'SR_B5', 'SR_B6', 'SR_B7', 'SR_B1'];
var input2015 = landsat2015.select(bands);

var training2015 = input2015.sampleRegions({
  collection: aoi,
  properties: ['class'],
  scale: 30
});

var classifier2015 = ee.Classifier.smileRandomForest(50).train({
  features: training2015,
  classProperty: 'class',
  inputProperties: bands
});

var classified2015 = input2015.classify(classifier2015);

var RGBParam2015 = {
  min: 0,
  max: 4,
}

```

```

    palette: ['green', 'yellow', 'red', 'black', 'blue']);
Map.addLayer(classified2015, RGBParam2015, 'Supervised 2015');
//***** Tahun 2024 *****
var landsat2024 = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C02/T1_L2')
    .filterDate('2024-01-01', '2024-12-31')
    .map(maskS2clouds)
    .map(applyScaleFactors)
    .median()
    .clip(sidrap);

var visualization2024 = {
  min: 0.0,
  max: 0.3,
  gamma: 1,
  bands: ['SR_B4', 'SR_B3', 'SR_B2'],
};

Map.addLayer(landsat2024, visualization2024, 'RGB 2024');

var input2024 = landsat2024.select(bands);

var training2024 = input2024.sampleRegions({
  collection: aoi,
  properties: ['class'],
  scale: 30
});

var classifier2024 = ee.Classifier.smileCart().train({
  features: training2024,
  classProperty: 'class',
  inputProperties: bands
});

var classified2024 = input2024.classify(classifier2024);

var RGBParam2024 = {
  min: 0,
  max: 4,
  palette: ['green', 'yellow', 'red', 'black', 'blue']};

Map.addLayer(classified2024, RGBParam2015, 'Supervised 2024');

```

**Gambar 2.** Skrip *machine learning random forest* untuk klasifikasi tutupan lahan pada *Google Earth Engine*.

Penelitian ini menggunakan citra Landsat 8 dengan komposit 6 band, yaitu biru, hijau, merah, inframerah dekat, inframerah tengah 1, dan inframerah tengah 2 atau band 2,3,4,5,6, dan 7. Kombinasi tampilan untuk analisis vegetasi yaitu 542 pada Landsat 8. *Training area* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan tipe poligon untuk *training area* dengan mempertimbangkan nilai *spectral* dari masing-masing kelas penutupan lahan.

Dalam proses interpretasi penutupan lahan menggunakan skala 1:50.000 yang bersifat rinci, klasifikasi kemudian disederhanakan menjadi lima kelas utama lahan bervegetasi non budidaya, bervegetasi budidaya, lahan terbangun, lahan terbuka, dan tubuh air untuk keperluan analisis di *Google Earth Engine (GEE)*. Pendekatan ini sejalan dengan penelitian Limehuwey et al. (2025) yang menerapkan lima kelas dalam studi di Kota Ambon dan mendapati bahwa lahan permukiman memiliki suhu tertinggi,

sedangkan hutan memiliki suhu terendah. Hal ini mendukung argumen bahwa klasifikasi lima kategori mampu merepresentasikan distribusi suhu permukaan secara lebih detail. Metode ini tidak hanya mempermudah pemrosesan data di GEE, tetapi juga meningkatkan akurasi interpretasi hasil yang relevan untuk perumusan kebijakan RTH dan strategi mitigasi suhu di wilayah perkotaan. Informasi lebih rinci mengenai klasifikasi tersebut disajikan pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Klasifikasi Penutupan Lahan dalam penelitian.

<b>Kelas Penutupan Lahan</b>	<b>Skala 1: 50.000</b>
Lahan Bervegetasi Non Budidaya	Hutan Lahan Kering, Hutan Lahan Basa, Semak dan Belukar
Lahan Bervegetasi Budidaya	Sawah, Ladang , Pertanian Lahan Kering dan Perkebunan
Lahan Terbangun	Permukiman
Lahan Terbuka	Lahan Terbuka dan Lahan Tidak Terbangun
Tubuh Air	Danau atau Waduk, Rawa, Sungai dan Tambak

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2014)

**Penentuan Titik Sampel.** Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan menggunakan metode *purposive-random sampling*, yaitu kombinasi antara pemilihan lokasi secara bertujuan (*purposive*) dan pemilihan titik secara acak (*random*). Penentuan lokasi sampel dilakukan secara *purposive* dengan mempertimbangkan keberadaan jalan sebagai acuan utama. Pemilihan titik dilakukan untuk pengecekan lapangan, dan akan digunakan untuk uji akurasi (Dewi & Syamsiyah, 2020). Jumlah titik sampel dipilih secara spesifik dan merata pada setiap kelas penutup lahan untuk memastikan seluruh kelas terwakili menggunakan persamaan *cross-sectional*.

$$n = \frac{Z^2 [p(1 - p)]N}{Z^2[p(1 - p)] + (N - 1)E^2} \quad (1)$$

**Uji Akurasi Penutupan Lahan.** Pengujian ketelitian atau akurasi hasil interpretasi adalah langkah krusial dalam aplikasi penginderaan jauh, karena kelayakan hasil interpretasi bergantung pada tingkat ketelitian yang dicapai. Peta penutupan lahan yang dibuat kemudian diuji akurasi. Uji akurasi dilakukan dengan membuat sampel acak pada peta dan memverifikasi tipe penutupan lahan di lapangan melalui metode *ground check*, yaitu membandingkan hasil klasifikasi dengan kondisi nyata di lokasi tertentu yang diobservasi langsung. Akurasi perhitungan interpretasi citra dilakukan dengan metode *Confusion Matrix*. Setelah data dari tabel *Confusion Matrix* diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan pengukuran akurasi menggunakan perhitungan *kappa accuracy*.

**Tabel 4.** Matriks Kesalahan (Confusion Matrix).

		Data Acuan (Pengecekan Lapangan)			Total Kolom
		A	B	C	
Data Hasil	A	$X_n$			$\sum_{+n}$
Klasifikasi	B		$X_n$		
Citra	C			$X_n$	
Total Baris		$\sum_{+n}$			N

Sumber : Diadaptasi dari (Congalton, 1991)

Menurut dalam Jaya Sampurno & Thoriq (2016), saat ini akurasi yang diinginkan dalam evaluasi hasil interpretasi adalah *Kappa Accuracy*, karena *Overall Accuracy* dapat memberikan estimasi yang terlalu tinggi dan tidak selalu mencerminkan kebenaran data. *Kappa Accuracy* mengukur kesepakatan antara hasil klasifikasi dan data referensi, dengan hubungan kemungkinan kesepakatan yang terjadi secara kebetulan. Oleh karena itu, *Kappa Accuracy* dianggap lebih dapat diandalkan dan sering disebut sebagai indeks kappa, yang memberikan Gambaran lebih akurat mengenai kualitas klasifikasi yang dilakukan. Nilai akurasi yang memenuhi syarat yang ditetapkan oleh USGS Amerika yang menyatakan ketelitian interpretasi lebih dari 85%. Apabila tingkat keakurasian sudah melebihi 85% maka sudah menunjukkan ketelitian yang cukup tinggi. Akurasi kappa secara matematis disajikan sebagai berikut:

$$Kappa (k) = \frac{N \sum X_n - \sum X_{n+} X_{+n}}{N^2 - \sum X_{n+} X_{+n}} \times 100 \quad (2)$$

Dimana, N adalah total data (piksel) yang diuji,  $X_n$  adalah nilai diagonal matriks baris ke-n dan kolom ke-n,  $X_{n+}$  adalah jumlah piksel dalam baris ke-n dan  $X_{+n}$  adalah jumlah piksel dalam kolom ke-n

### 2.3.2 Analisis Urban Vegetation Index (UVI)

Urban Vegetation Index (UVI) merupakan indeks yang digunakan untuk mengukur tingkat vegetasi khususnya di kawasan perkotaan dengan mempertimbangkan pengaruh spektral dari pita *Near-Infrared* (NIR), *Red* (merah), dan *Blue* (biru) pada citra satelit (He et al., 2020). UVI berguna untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan kondisi tutupan vegetasi yang berperan penting dalam mitigasi efek *urban heat island* serta menjaga kualitas lingkungan di area perkotaan (Khan et al., 2021). Indeks ini dihitung berdasarkan kombinasi kanal spektral *Near-Infrared* (NIR), *Red* (merah), dan *Blue* (biru) pada citra satelit.

Indeks ini memberikan informasi yang lebih detail dibandingkan indeks vegetasi tradisional seperti NDVI, karena penambahan pita biru membantu mengurangi pengaruh atmosfer dan meningkatkan akurasi dalam memetakan vegetasi di lingkungan urban yang kompleks (Zhang et al., 2019). UVI dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$UVI = \frac{NIR (band 5) - RED (band 4)}{NIR (band 5) + RED (band 4) + BLUE (band 2)} \quad (3)$$

Di mana NIR adalah reflektansi pada pita *Near-Infrared*, Red adalah reflektansi pada pita merah, dan Blue adalah reflektansi pada pita biru (He et al., 2020). Tidak seperti NDVI yang hanya menggunakan dua kanal (NIR dan Red), UVI menambahkan kanal biru untuk memperbaiki akurasi deteksi vegetasi di wilayah perkotaan yang kompleks, terutama dengan banyaknya permukaan kedap air seperti aspal dan bangunan (Zhang et al., 2019).

Keunggulan UVI dibandingkan dengan NDVI dan EVI cukup signifikan dalam konteks lingkungan urban. UVI memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap vegetasi jarang atau bercak vegetasi kecil yang tersebar di kawasan padat bangunan, dan lebih efektif dalam membedakan vegetasi dari permukaan non-vegetasi (He et al., 2020). Penambahan kanal biru juga membantu mengurangi pengaruh atmosfer yang dapat mengganggu interpretasi spektral, serupa dengan pendekatan yang dilakukan pada EVI, namun UVI dioptimalkan untuk wilayah perkotaan (Sayer, 2021).

Dalam penelitian ini, nilai UVI diklasifikasikan ke dalam empat kelas, yaitu: < 0 dikategorikan sebagai Tidak Ada Vegetasi, 0 -0.2 sebagai Vegetasi Rendah, 0.2 – 0.4 sebagai Vegetasi Sedang, dan >0.4 sebagai Vegetasi Tinggi. Klasifikasi ini mengacu pada pendekatan yang digunakan dalam penelitian Mega Nurzihan et al. (2023) terhadap indeks MSARVI, karena keduanya sama-sama mengukur tingkat kerapatan vegetasi menggunakan kombinasi spektral NIR, merah, dan biru (Bintang Wicaksana, 2024).

UVI telah digunakan dalam berbagai aplikasi perkotaan, seperti penilaian distribusi ruang hijau, analisis efek pulau panas perkotaan (*urban heat island*), serta pemantauan kesehatan vegetasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa UVI berkorelasi negatif secara signifikan terhadap suhu permukaan di mana peningkatan tutupan vegetasi yang ditunjukkan oleh nilai UVI yang lebih tinggi dapat menurunkan suhu permukaan dan membantu mitigasi dampak perubahan iklim di perkotaan (Khan et al., 2021).

Dengan mempertimbangkan konteks kajian yang berfokus pada kawasan urban, penggunaan UVI dinilai lebih tepat dibandingkan indeks vegetasi lainnya seperti NDVI atau EVI, karena mampu memberikan representasi yang lebih akurat terhadap distribusi vegetasi dan kondisi lingkungan di wilayah perkotaan yang kompleks. Pemrosesan analisis UVI sesuai persamaan (3) diatas sepenuhnya dikodekan dalam JavaScript menggunakan Platform Editor Kode yang ada di *Google Earth Engine*. Adapun algoritma yang digunakan dalam analisis UVI dapat dilihat pada **Gambar 3**.

```
// Define the area of interest (AOI)
Map.centerObject(sidrap,10);

// Load a Landsat 8 Collection 2 Level-2 image
var image = ee.ImageCollection('LANDSAT/LC08/C02/T1_L2')
  .filterBounds(sidrap)
  .filterDate('2015-01-01', '2015-12-31')/Ganti sesuai tanggal yang diinginkan
  .sort('CLOUD_COVER')
  .first();

// Select the relevant bands (Collection 2 uses 'SR_Bx' instead of 'Bx')
var NIR = image.select('SR_B5'); // Near-Infrared
```

```

var R = image.select('SR_B4'); // Red
var B = image.select('SR_B2'); // Blue

// Calculate UVI
var UVI = NIR.subtract(R).divide(NIR.add(R).add(B)).rename('UVI');

// Center and visualize
Map.centerObject(sidrap, 10);
Map.addLayer(UVI, {min: -0.5, max: 1, palette: ['red', 'yellow', 'green']}, 'UVI');

// Add RGB visualization (SR_B4, SR_B3, SR_B2)
Map.addLayer(image, {bands: ['SR_B4', 'SR_B3', 'SR_B2'], min: 0, max: 30000}, 'RGB
Image');

// Print to console
print('UVI Image:', UVI);

//Eksport Data
Export.image.toDrive({
  image: UVI,
  description: 'UVI_2015',
  folder: 'PENELITIAN',
  scale: 30,
  maxPixels: 600000000,
  region: sidrap,
  fileFormat: 'GeoTIFF'
});

```

**Gambar 3.** Skrip perhitungan *Urban Vegetation Index (UVI)* Citra Landsat 8 pada *Google Earth Engine*.

### 2.3.3 Analisis Nilai Land Surface Temperature (LST)

Perhitungan nilai suhu permukaan lahan dilakukan dengan menghitung nilai *LST* yang didapat dari mengekstrak *Thermal Band* pada Citra Landsat 8, yang digunakan untuk mengetahui distribusi dan transformasi suhu permukaan Tahun 2015 dan Tahun 2024. Adapun beberapa tahapan perhitungan nilai *LST* menurut (Sejati et al., 2019) adalah sebagai berikut:

**Konversi *digital number (DN)* menjadi *spectral radiance (L<sub>λ</sub>)*.** Konversi *Digital Number (DN)* menjadi nilai spektral radian menggunakan informasi yang disediakan oleh band thermal Landsat 8 OLI Band 10. Berikut persamaan yang digunakan:

$$L_{\lambda} = MLQ_{cal} + AL \quad (4)$$

Dimana  $L_{\lambda}$  adalah TOA Spectral Radiance, ML adalah *Band-specific multiplicative* yang didapat dari metadata nilai (*RADIANCE\_MULT\_BAND\_10 Landsat 8*), AL adalah *Band-specific additive* yang didapat dari metadata nilai (*RADIANCE\_ADD\_BAND\_10 Landsat 8*),  $Q_{cal}$  adalah *Digital Number*.

**Perhitungan *Land Surface Temperature*.** Selanjutnya, nilai-nilai *radiance* yang didapatkan dikonversi ke nilai *LST*, nilai suhu tersebut mempunyai satuan Kelvin. *LST* didapatkan dengan menerapkan algoritma *Planck* seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}}\right) + 1} \quad (5)$$

Dimana  $T$  adalah *brightness temperature* (K),  $L_\lambda$  adalah radian spectral,  $K1$  adalah nilai konstanta dari metadata Landsat 8 ( $K1\_CONSTANT\_BAND\_10$ ),  $K2$  adalah nilai konstanta dari metadata Landsat 8 ( $K2\_CONSTANT\_BAND\_10$ ).

**Konversi *LST* ke dalam *Celcius*.** Konversi suhu permukaan dalam satuan Kelvin menjadi derajat Celcius menggunakan persamaan rumus berikut:

$$T(C) = T(K) - 273,15 \quad (6)$$

Dimana  $T(C)$  adalah Suhu *LST* dalam derajat Celcius, dan  $T(K)$  adalah Suhu *LST* dalam derajat Kelvin, dan nilai 273.15 adalah konstanta konversi Kelvin ke Celcius.

Hasil perhitungan suhu permukaan kemudian diklasifikasikan ke dalam 9 kelas suhu menggunakan metode equal interval. Rentang suhu dari kurang dari 15°C hingga lebih dari 42°C dibagi ke dalam subkelas dengan selisih rata-rata sekitar 3°C. Pemilihan metode *equal interval* dilakukan karena mampu menunjukkan variasi suhu antar jenis penutupan lahan secara detail dan tetap menjaga keterbacaan visual peta, terutama dalam membedakan area yang kontras seperti kawasan vegetasi dan lahan terbangun. Perhitungan nilai *LST* dilakukan di platform *Google Earth Engine*. Untuk menghasilkan peta suhu permukaan lahan, langkah pertama adalah merangkai skrip *JavaScript* yang digunakan untuk menghitung suhu tersebut. Algoritma yang digunakan dalam menentukan nilai *LST* dapat dilihat pada **Gambar 4**.

```

//Memanggil Citra Landsat 8
var Landsat8 = ee.ImageCollection("LANDSAT/LC08/C02/T1_L2");

//Menambahkan Lokasi Kajian
Map.addLayer(sidrap)
Map.centerObject(sidrap, 9)

//Memfilter Citra Landsat 8 Berdasarkan Wilayah
var L8sidrap = Landsat8.filterBounds(sidrap);

//Memfilter Citra Landsat 8 Berdasarkan Waktu
var L8sidrapDate = L8sidrap.filterDate('2024-01-01', '2024-12-31');/ Ganti tanggal
sesuai yang diinginkan

//Cloud Masking Citra Landsat 8
var masking = function (image) {
  var cloudshadowbitmask = (1 << 3)
  var cloudshadowmask = (1 << 3)
  var qa = image.select('QA_PIXEL')
  var maskshadow = qa.bitwiseAnd(cloudshadowmask).eq(0)
  var maskcloud = qa.bitwiseAnd(cloudshadowmask).eq(0)
  var mask = maskshadow.and(maskcloud)
  return image.updateMask(mask)
};
var L8Clear = L8sidrapDate.sort('CLOUD_COVER_LAND')
  .map(masking)
  .median();

//Clip Citra Landsat 8
var L8Clip = L8Clear.clip(sidrap);

//Scaling Factors
var scale = function applyScaleFactors(image) {
  var opticalBands = image.select('SR_B.').multiply(0.0000275).add(-0.2);
  var thermalBands = image.select('ST_B.*').multiply(0.00341002).add(149.0);
  return image.addBands(opticalBands, null, true)
    .addBands(thermalBands, null, true);
}
var L8scale = scale(L8Clip);

//Display
Map.addLayer(L8scale);

//Display Citra True Color
Map.addLayer(L8scale, imageVisParam, 'Landsat 8 True Color');

//Land Surface Temperature (LST)
//Define Thermal Band
var thermal = L8scale.select('ST_B10');

//Mendapatkan Suhu dalam Celcius
var LSTcelcius = thermal.subtract(273);
var LSTParams = {min:20, max:35,
  palette:['blue', 'limegreen', 'yellow', 'orange', 'red']};

Map.addLayer(LSTcelcius, LSTParams, 'Landsat 8 LST');

```

**Gambar 4.** Skrip perhitungan *nilai Land Surface Temperature (LST) Citra Landsat 8 pada Google Earth Engine.*

### 2.3.4 Analisis Korelasi UVI Terhadap LST

Analisis korelasi spasial dan uji regresi linear sederhana dilakukan untuk mengidentifikasi hubungan antara UVI dan LST di Kawasan Perkotaan Kab. SIDRAP pada tahun 2015 dan 2024 (Al Mukmin et al., 2016). Analisis ini menggunakan persamaan regresi sederhana sebagai berikut:

$$y = a + bx \quad (7)$$

Pada persamaan (7), variabel  $x$  merupakan variabel bebas (UVI), sedangkan variabel  $y$  adalah variabel terikat (LST). Analisis regresi linear sederhana ini menghasilkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang menggambarkan kekuatan hubungan antara variabel independen dan dependen. Selain itu, analisis ini juga menunjukkan koefisien korelasi, yang dapat bernilai negatif (-), menunjukkan hubungan berlawanan arah, atau positif (+), yang menunjukkan hubungan searah.

### 2.3.5 Analisis Overlay

Analisis *overlay* untuk mengidentifikasi keterkaitan antara keberadaan ruang terbuka hijau (RTH), nilai *Urban Vegetation Index* (UVI), dan tutupan lahan terhadap kondisi suhu permukaan. Setelah proses *overlay*, analisis dilanjutkan untuk menghitung statistik deskriptif, seperti rata-rata suhu disetiap kecamatan. Hasil analisis ini kemudian divisualisasikan dalam bentuk tabel yang menunjukkan variasi suhu disetiap kecamatan.

Selanjutnya, identifikasi wilayah yang belum memiliki RTH berdasarkan data RTH Kab. SIDRAP untuk menentukan rekomendasi arahan pengembangan RTH berdasarkan hasil identifikasi suhu. Proses analisis *overlay* ini dilakukan menggunakan perangkat lunak ArcGIS.