

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Indonesia sebagai negara yang terletak di kawasan tropis sangat mendukung berbagai komoditas pertanian untuk tumbuh, khususnya tanaman padi. Namun seiring terjadinya perubahan iklim yang tidak menentu menyebabkan terjadinya bencana alam. Dalam kondisi normal, angin muson barat bertiup dari bulan Oktober hingga Maret dengan sifat basah yang menyebabkan terjadinya musim hujan dan angin muson timur bertiup dari bulan April hingga September dengan sifat kering dan panas sehingga dapat menyebabkan terjadinya musim kemarau (Fathoni, 2014). Kedua musim tersebut tidak dapat diprediksi, sehingga dapat meningkatkan risiko terjadinya bencana alam. Salah satu bencana alam yang terjadi akibat perubahan iklim adalah kekeringan.

Kekeringan merupakan suatu kejadian bencana alam yang muncul ketika jumlah air yang tersedia di permukaan bumi tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan hidup, kegiatan pertanian, aktivitas ekonomi dan kelestarian lingkungan. Terjadinya bencana kekeringan dipengaruhi oleh faktor iklim, curah hujan, penggunaan lahan, topografi serta perilaku manusia dalam mengelola lingkungannya. Kekeringan menjadi masalah yang perlu diperhatikan ketika musim kemarau tiba karena dapat menyebabkan kekeringan lahan pertanian, khususnya pada lahan sawah karena mengalami kekurangan air sehingga kebutuhan tanaman tidak tercukupi (Inarossy & P, 2019). Menurut BNPB (2007), kekeringan pertanian merupakan kekeringan yang terjadi akibat penurunan ketersediaan kelembaban tanah yang dibutuhkan oleh tanaman sehingga pertumbuhan tanaman terganggu serta hasil panen berkurang.

Salah satu wilayah yang mengalami kekeringan pertanian pada musim kemarau adalah Kecamatan Palakka. Kecamatan Palakka yang terletak di Kabupaten Bone merupakan wilayah yang sangat penting dalam sektor pertanian terutama dalam produksi padi (BPS, 2021). Berdasarkan data bencana kekeringan dari Dinas Pertanian pada tahun 2019 teridentifikasi sekitar 500 ha lahan sawah yang mengalami dampak kekeringan dan teridentifikasi puso sekitar 185 ha. Berdasarkan kejadian kekeringan tersebut maka diperlukan penelitian untuk mengidentifikasi dan memetakan lahan sawah yang terdampak bencana kekeringan. Penelitian kekeringan berbasis penginderaan jauh telah dilakukan oleh beberapa peneliti, Rahman (2017), telah melakukan penelitian di Kabupaten Kendal pada tahun 2015 dengan tujuan untuk mengetahui sebaran kekeringan pertanian. Penelitian ini menggunakan citra landsat 8 dengan perekaman April hingga September. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa metode NDDI sangat efektif digunakan dalam pemantauan kekeringan pertanian, sehingga dapat digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan dalam mitigasi dan penanggulangan bencana kekeringan.

Bencana kekeringan yang terjadi akibat perubahan iklim memang tidak dapat dihindari, akan tetapi dapat diminimalisir dampaknya jika potensi kekeringan lahan pertanian dapat dipantau sebelumnya (Rahman *et al.*, 2017). Menurut Jamil (2013), ketersediaan peta menjadi faktor penghambat terhadap upaya dalam mengatasi masalah kekeringan, oleh karena itu diperlukan peta yang menyediakan informasi mengenai wilayah yang berpotensi mengalami kekeringan. Menurut BNPB (2007), upaya

mitigasi dan pengurangan bencana kekeringan dapat dilakukan dengan membuat peta yang menggambarkan kekeringan lahan sawah secara detail. Salah satu cara untuk mengetahui sebaran kekeringan suatu wilayah yaitu dengan memanfaatkan data penginderaan jauh berupa citra satelit Sentinel 2.

Pemanfaatan teknologi Citra Sentinel 2 dari ESA memberikan peluang besar untuk mengamati dan memahami kejadian kekeringan. Citra Sentinel 2 menyediakan data dengan resolusi spasial dan temporal yang tinggi sehingga memungkinkan analisis yang mendalam terhadap keadaan vegetasi dan kelembaban tanah (Mujiyo *et al.*, 2023). Sentinel 2 memiliki resolusi spasial 10 m, 20 m dan 60 m dan resolusi temporal 5 hari dan 10 hari (ESA, 2015). Sehingga dapat digunakan untuk menilai kekeringan lahan sawah.

Pendeteksian kekeringan lahan berbasis penginderaan jauh dapat dilakukan dengan pengolahan dan analisis indeks kekeringan berupa *Normalized Difference Drought Indeks* (NDDI). NDDI adalah indeks yang baru dan dikembangkan pada tahun 2007 oleh Gu dkk yang digunakan untuk memantau dan mendeteksi kekeringan pada lahan pertanian. NDDI digunakan karena merupakan hasil perhitungan dari transformasi NDVI dan NDWI sehingga memiliki sensitivitas yang lebih tinggi terhadap kekeringan (Dobri *et al.*, 2021). Berdasarkan uraian tersebut maka, perlu dilakukan penelitian tentang Pemetaan Kekeringan Lahan Sawah Pada Musim Kemarau Menggunakan Data Citra Sentinel 2 Di Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone untuk mengidentifikasi sebaran kekeringan lahan sawah dan diharapkan dapat memberikan informasi bagi pemerintah sekitar untuk mitigasi daerah yang berpotensi mengalami kekeringan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana sebaran kekeringan yang terjadi pada lahan sawah di Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone?
2. Berapa luas persebaran kekeringan yang terjadi pada lahan sawah di Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya dilakukan pada lahan sawah tadah hujan di Desa Bainang, Usa, Passippo, Mico, Cinennung dan Tanah Tengnga Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone.
2. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data citra Sentinel 2 perekaman 21 dan 26 September 2023. Data tambahan seperti data curah hujan hanya digunakan sebagai pendukung dalam analisis.
3. Indeks kekeringan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Normalized Difference Drought Index* (NDDI).

1.4 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan penelitian ini adalah untuk menghasilkan peta kekeringan lahan sawah menggunakan Citra Sentinel 2 berdasarkan indeks *Normalized Difference Drought Index* (NDDI) yang ada di Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone.

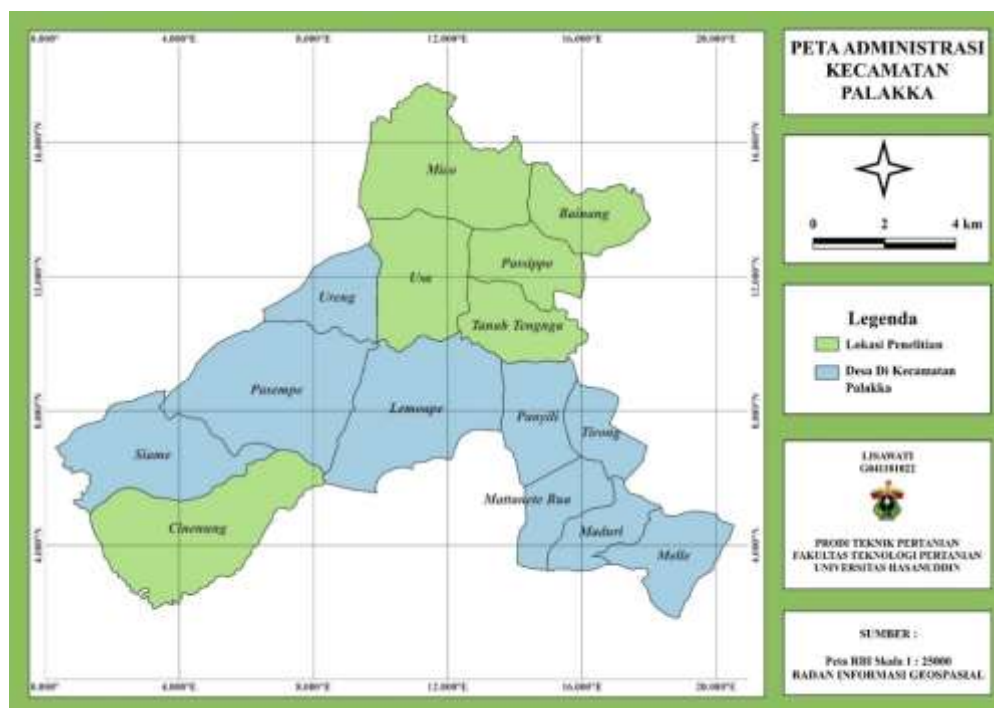
Kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai sumber informasi berupa *layout* peta sebaran kekeringan lahan sawah di Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian Pemetaan Kekeringan Lahan Sawah Pada Musim Kemarau Menggunakan Data Citra Sentinel 2 Di Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2023, pada saat tanaman padi berada pada fase vegetatif. Lokasi penelitian adalah di Desa Bainang, Usa, Passippo, Mico, Cinennung dan Tanah Tengnga, Kecamatan Palakka, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan.

2.2 Gambaran Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta Administrasi Kecamatan Palakka.

Secara geografis, Kabupaten Bone terletak pada posisi 40°13'-50°06' Lintang Selatan, serta 119°42'-120°40' Bujur Timur. Kabupaten Bone merupakan Kabupaten terluas ketiga yang ada di Provinsi Sulawesi Selatan dengan jumlah Kecamatan sebanyak 27 Kecamatan. Kecamatan Palakka merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Bone yang memiliki luas wilayah 11.532 ha yang tersebar di 15 desa. Adapun batas wilayah Kecamatan Palakka adalah sebagai berikut:

- Bagian Utara berbatasan dengan Kecamatan Awangpone.
- Bagian Timur berbatasan dengan Tanete Riattang Barat.
- Bagian Selatan berbatasan dengan Kecamatan Barebbo.
- Bagian Barat berbatasan dengan Kecamatan Ulaweng.

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Laptop, alat tulis menulis, *handphone* dan *Software* QGIS.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data Citra Sentinel 2 perekaman 21 dan 26 September, peta administrasi Kecamatan Palakka, peta lahan sawah Kecamatan Palakka, data curah hujan, [histori data kekeringan dan data monitoring kekeringan lahan sawah yang bersumber dari Balai Penyuluh Pertanian \(BPP\) Kecamatan Palakka dan Dinas Pertanian Kabupaten Bone](#).

2.4 Metode Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

2.4.1 Tahap Persiapan

Pada tahap ini dilakukan studi literatur untuk mencari referensi berupa jurnal, buku dan lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini.

2.4.2 Tahap Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini berupa data sekunder yaitu data citra Sentinel 2 yang diunduh dari laman <https://dataspace.copernicus.eu/>, peta SHP Kecamatan Palakka yang diunduh dari laman <https://tanahair.indonesia.go.id/portal-web>, Data curah hujan diperoleh dari NASA POWER Data Access Viewer <https://power.larc.nasa.gov>, histori data kekeringan serta data monitoring kekeringan lahan sawah yang bersumber dari [Balai Penyuluh Pertanian \(BPP\)](#) Kecamatan Palakka dan Dinas Pertanian Kabupaten Bone.

2.4.3 Tahap Pengolahan Data

2.4.3.1 Download Citra Sentinel 2

Sentinel 2 merupakan satelit penginderaan jauh milik *European Space Agency* (ESA) yang dilengkapi dengan sensor *Multispectral Instrument* (MSI) dan memiliki 13 *band* spektral dengan resolusi spasial bervariasi, yaitu 10 meter, 20 meter dan 60 meter, yang dirancang khusus untuk pemantauan vegetasi, kelembaban tanah, tutupan lahan dan perubahan lingkungan. Data citra Sentinel yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari citra Sentinel 2 yang diunduh melalui platform *Copernicus Open Access Hub* dengan tanggal perekaman 21 dan 26 September 2023 pada saat tanaman padi berada pada fase vegetatif, perbedaan tanggal pengambilan citra dipilih berdasarkan kriteria bebas awan, guna memastikan kualitas data reflektansi yang akurat. Kondisi citra yang bebas dari gangguan atmosfer seperti awan dan bayangan awan sangat penting untuk menghasilkan nilai indeks yang representatif (Sukojo & Prayoga, 2021). Data citra Sentinel 2 yang digunakan yaitu *band red* (*band* 4), *band nir* (*band* 8A) dan *band swir*

(band 11) yang telah terkalibrasi secara radiometrik dan atmosferik oleh *European Space Agency* (ESA). Adapun karakteristik citra sentinel disajikan pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Karakteristik Sentinel 2

Band	Saluran Spektral	Panjang Gelombang (nm)	Resolusi Spasial (m)	Kegunaan
<i>Band 1</i>	Coastal aerosol	443	60	Koreksi atmosfer, studi aerosol, pengamatan pesisir dan laut.
<i>Band 2</i>	Blue	490	10	Komposit warna alami (RGB), pemetaan air, klasifikasi awal vegetasi.
<i>Band 3</i>	Green	560	10	Komposit RGB, pemetaan tanaman muda dan area hijau.
<i>Band 4</i>	Red	665	10	Pemetaan vegetasi, pertumbuhan tanaman, perhitungan NDVI.
<i>Band 5</i>	Vegetation Red Edge	705	20	NDRE, deteksi stres tanaman, pemantauan nutrisi tanaman.
<i>Band 6</i>	Vegetation Red Edge	740	20	Estimasi indeks luas daun (LAI), kesehatan tanaman lanjutan.
<i>Band 7</i>	Vegetation Red Edge	783	20	Estimasi biomassa, monitoring pertumbuhan tanaman.
<i>Band 8</i>	Nir	842	10	NDVI, pemetaan tutupan vegetasi, identifikasi tanaman sehat.
<i>Band 8A</i>	Nir	865	20	Estimasi klorofil, analisis vegetasi stres, indeks spektral lanjutan
<i>Band 9</i>	Water vapour	945	60	Koreksi atmosfer (kandungan uap air), studi iklim.
<i>Band 10</i>	SWIR dan Cirrus	1.375	60	Deteksi awan cirrus, validasi data bebas awan.
<i>Band 11</i>	SWIR	1.610	20	NDWI, NDDI, deteksi kekeringan, kebakaran, dan tanah kering.
<i>Band 12</i>	SWIR	2.190	20	Kekeringan ekstrem, pemetaan mineral, deteksi kebakaran lanjutan.

Sumber: (ESA, 2015) dan (Perez *et al.*, 2023).

2.4.3.2 Pemotongan Citra (*Cropping*)

Hasil citra yang telah diunduh kemudian akan dipotong (*crop*) sesuai dengan shp batas administrasi Kecamatan Palakka. Pemotongan citra bertujuan untuk memperoleh tampilan citra yang lebih spesifik di daerah penelitian dan untuk memberi tanda batas administrasi daerah yang akan di teliti.

2.4.3.3 Menghitung Nilai Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan NDVI untuk mengetahui tingkat kehijauan vegetasi. NDVI dihitung menggunakan reflektansi *band* 8A (*nir*) dan *band* 4 (*red*) dari citra Sentinel 2 (Cahyono *et al.*, 2023). Reflektansi menunjukkan seberapa besar cahaya yang dipantulkan oleh permukaan vegetasi. Daun hijau menyerap cahaya merah (*red*) untuk fotosintesis dan memantulkan cahaya *nir* dalam jumlah tinggi. Perbedaan pantulan ini digunakan untuk menghitung NDVI, yang sangat sensitif terhadap kandungan klorofil dan banyak digunakan untuk memantau kondisi dan pertumbuhan tanaman. Menurut Hastina *et al.* (2023), NDVI dari Sentinel 2 berkorelasi kuat dengan produksi padi dan mencerminkan kondisi fisiologis tanaman secara spasial. Adapun perhitungan NDVI adalah sebagai berikut.

$$NDVI = \frac{Nir - Red}{Nir + Red} \quad (1)$$

Keterangan:

NDVI = *Normalized Difference Vegetation Index*,

Nir = Kanal hijau

Red = Kanal merah

Semakin tinggi nilai NDVI, maka semakin tinggi pula tingkat kehijauan atau biomassa vegetasi. Adapun klasifikasi kelas NDVI disajikan pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Klasifikasi NDVI

Nilai NDVI	Keterangan
-1 – 0,3	Non Vegetasi (1)
0,3 – 0,15	Vegetasi sangat rendah (2)
0,15 – 0,25	Vegetasi rendah (3)
0,25 – 0,35	Vegetasi sedang (4)
0,35 – 1	Vegetasi tinggi (5)

Sumber: Peraturan Menteri Kehutanan Republik Indonesia (2012)

Proses perhitungan nilai NDVI dilakukan pada *software* QGIS dengan cara memasukkan *band* 4 dan *band* 8A yang telah di *cropping* lalu mengklik *tools raster* kemudian klik *tools raster calculator* untuk menghitung nilai NDVI berdasarkan rumus pada persamaan 1. Nilai NDVI yang telah diperoleh kemudian diklasifikasikan dengan menggunakan *tools reclassify by table* kemudian memasukkan nilai klasifikasi NDVI berdasarkan Tabel 2.

2.4.3.4 Menghitung Nilai Normalized Difference Water Index (NDWI)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai NDWI untuk mengetahui kelembaban dan kondisi air pada lahan sawah. Dalam pemantauan kekeringan, NDWI dapat mengidentifikasi lahan yang mengalami kekeringan berdasarkan perubahan indeks kelembaban karena NDWI memiliki korelasi yang baik dengan curah hujan (Amalo *et al.*, 2018). Nilai NDWI dihasilkan oleh *band swir* dan *band nir*. Reflektansi *swir* menggambarkan perubahan pada kadar air vegetasi pada kanopi vegetasi sedangkan reflektansi *nir* dipengaruhi oleh struktur internal daun dan kandungan bahan kering daun (Amalo *et al.*, 2018), adapun persamaan NDWI dapat dilihat sebagai berikut:

$$NDWI = \frac{Nir - Swir}{Nir + Swir} \quad (2)$$

Keterangan:

NDWI = *Normalized Difference Water Index*, Nir = Kanal hijau, Swir = Kanal coklat kemerahan.

Tabel 3. Klasifikasi NDWI

Nilai NDWI	Tingkat Kelembaban
-0,43 – 0,1	Tidak ada air
0,1 – 0,17	Rendah
0,17 – 0,27	Agak rendah
0,27 – 0,37	Sedang
0,37 – 0,47	Agak tinggi
0,47 - 1	Tinggi

Sumber: (Aini *et al.*, 2019).

Adapun proses perhitungan nilai NDWI dilakukan pada *software* QGIS dengan cara memasukkan *band* 8A dan *band* 11 yang telah di *cropping* lalu mengklik *tools raster* kemudian klik *tools raster calculator* untuk menghitung nilai NDWI berdasarkan rumus pada persamaan 2. Nilai NDWI yang telah diperoleh kemudian diklasifikasikan dengan menggunakan *tools reclassify by table* kemudian memasukkan nilai klasifikasi NDWI berdasarkan Tabel 3.

2.4.3.5 Menghitung Nilai *Normalized Difference Drought Index* (NDDI)

Pada tahap ini dilakukan perhitungan nilai NDDI untuk mengidentifikasi sebaran kekeringan yang terjadi pada lahan sawah dengan menggabungkan informasi dari indeks vegetasi (NDVI) dan indeks kelembaban (NDWI) (Cahyono *et al.*, 2023). Adapun perhitungan untuk mendapatkan nilai indeks kekeringan NDDI dari suatu wilayah (Gu *et al.*, 2007) yaitu sebagai berikut:

$$NDDI = \frac{NDVI - NDWI}{NDVI + NDWI} \quad (3)$$

Algoritma ini cukup mudah dalam penghitungan karena didasarkan pada perbedaan yang dinormalisasi (dilakukan penambahan dan pengurangan) (Gu *et al.*, 2007). Adapun klasifikasi NDDI disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Klasifikasi NDDI

Nilai NDDI	Tingkat Kekeringan
< - 1	Kekeringan sangat ringan (1)
-1 – 0,7	Kekeringan ringan (2)
0,7 – 1,25	Kekeringan sedang (3)
1,25 – 3	Kekeringan berat (4)
> 3	Kekeringan sangat berat (5)

Sumber: (Joshi & Dongol, 2018).

Proses perhitungan nilai NDDI dilakukan pada *software* QGIS dengan cara memasukkan nilai NDVI dan NDWI lalu mengklik *tools raster* kemudian klik *tools raster calculator* untuk menghitung nilai NDDI berdasarkan rumus pada persamaan 3. Nilai NDDI yang telah diperoleh kemudian diklasifikasikan dengan menggunakan *tools*

reclassify by table kemudian memasukkan nilai klasifikasi NDDI berdasarkan Tabel 4. Nilai NDDI yang semakin tinggi mengindikasikan terjadinya kekeringan.

2.4.4 Uji Akurasi

Metode ini digunakan untuk mengevaluasi akurasi hasil klasifikasi citra dalam mengidentifikasi lahan sawah yang mengalami kekeringan dengan membandingkan hasil interpretasi citra dengan data referensi dari BPP Kecamatan Palakka. Adapun metode uji akurasi yang digunakan untuk mengetahui tingkat akurasi kekeringan lahan sawah adalah menggunakan matriks kesalahan (*confusion matrix*). Metode *confusion matrix* dilakukan dengan membandingkan antara total sampel benar dengan total matriks secara keseluruhan dikali 100% (Purwadhi. 2001). Menurut Anderson *et al.* (1976), hasil klasifikasi citra dapat dianggap dapat diterima apabila nilai akurasinya mencapai minimal 85%. Nilai ini menunjukkan batas minimal keandalan data klasifikasi untuk digunakan dalam analisis spasial dan pengambilan keputusan. Meskipun dalam praktiknya, akurasi di bawah nilai tersebut masih dapat diterima selama berada dalam kategori baik atau cukup baik, terutama jika didukung oleh validasi lapangan dan faktor teknis lain yang relevan. Nilai akurasi di kisaran 70 hingga 84% umumnya masih dianggap cukup representatif untuk beberapa kajian, terutama pada wilayah dengan kondisi kompleks atau keterbatasan data referensi (Gallego, 1995). Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung akurasi hasil klasifikasi kekeringan NDDI adalah sebagai berikut:

- a. Prosedur menghitung *User Accuracy* (Akurasi Pengguna)

$$UA = \frac{z}{n} \times 100 \% \quad (4)$$

Keterangan:

z = jumlah sampel setelah validasi yang terbukti.

n = jumlah sampel validasi (*Row*).

- b. Prosedur menghitung *Produser Accuracy* (Akurasi Pembuat)

$$PA = \frac{z}{n} \times 100 \% \quad (5)$$

Keterangan:

z = jumlah sampel setelah validasi yang terbukti.

n = jumlah sampel validasi (*column*).

- c. Prosedur menghitung *Overall Accuracy* (Akurasi Keseluruhan)

$$OA = \frac{x}{n} \times 100 \% \quad (6)$$

Keterangan:

x = jumlah nilai diagonal matriks.

n = jumlah sampel matriks.

- d. Prosedur menghitung Koefisien Kappa (Akurasi Kappa)

$$K_{hat} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i})} \quad (7)$$

Keterangan:

K_{hat} = Koefisien kappa.

N = Jumlah sampel matriks.

$$\sum_{i=1}^r x_{ii} \quad = \text{Perkalian dari penjumlahan diagonal matriks.}$$

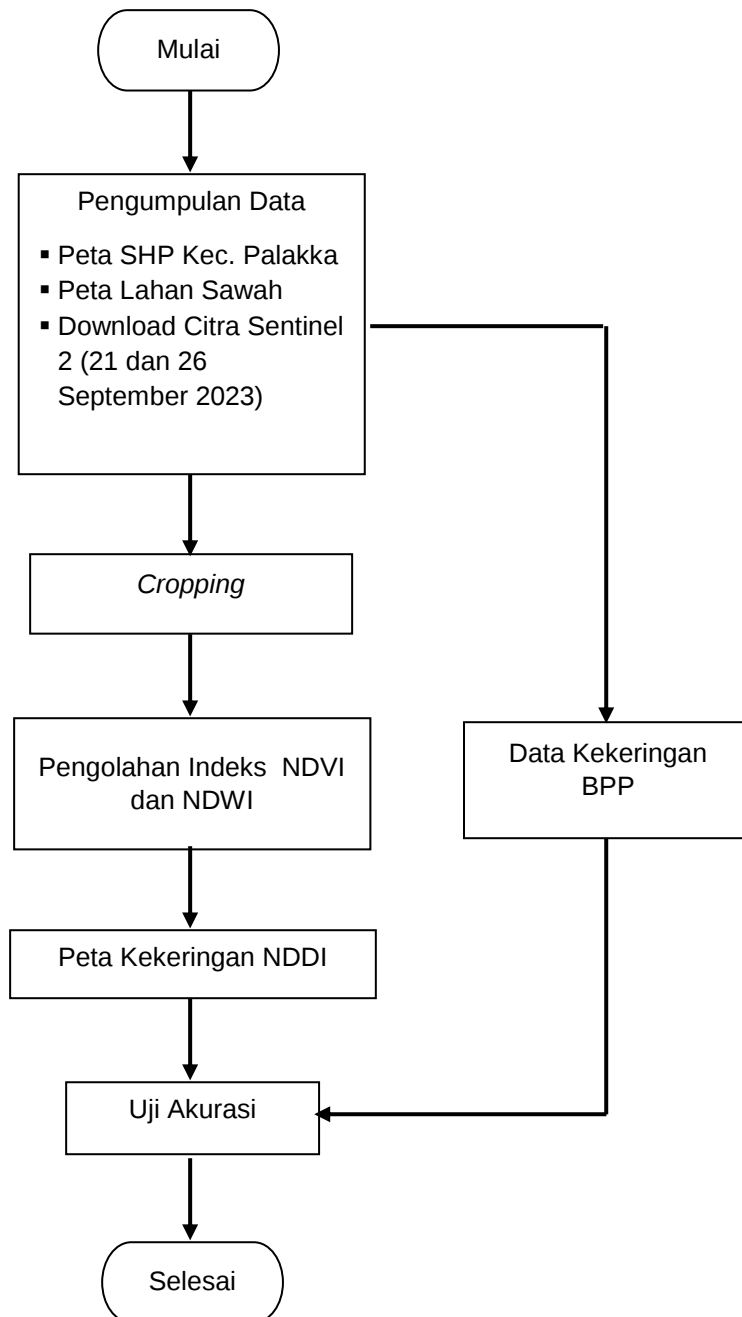
$$\sum_{i=1}^r (X_{i+} * X_{+i}) \quad = \text{Perkalian dari penjumlahan antar baris kolom matriks.}$$

2.4.5 Tata Letak Peta

Peta kekeringan lahan sawah yang telah diolah kemudian akan di atur tata letaknya. Dalam tata letak tersebut akan ditampilkan atribut lain seperti judul peta, legenda peta, skala peta dan lain sebagainya.

2.5 Bagan Alir

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang tersajikan pada gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.