

BAB I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini petani menghadapi tantangan penurunan tingkat produktivitas hasil pertanian. Sebagai negara agraris, Indonesia memiliki wilayah pertanian yang sangat luas, dengan padi sebagai komoditas utama yang banyak dibudidayakan. Padi merupakan tanaman bernilai ekonomi tinggi sekaligus menjadi bahan pangan pokok masyarakat dan sebagai sistem ketahanan pangan nasional Indonesia. Oleh sebab itu, menjaga dan meningkatkan produktivitas padi menjadi hal yang sangat penting. Dalam memantau perkembangan serta pertumbuhan tanaman padi, diperlukan adanya inovasi melalui pemanfaatan teknologi.

Salah satu upaya dalam meningkatkan produktivitas padi dapat dilakukan dengan memperbaiki teknik budidaya (Prasetyo, 2003). Ada dua metode tanam yang digunakan petani yaitu metode hambur benih langsung (*direct seeding*) dan pindah tanam (*transplanting*). Pindah tanam (*transplanting*) sudah ada sejak dulu dan paling sering digunakan oleh petani untuk metode tanam tanam. Awalnya para petani banyak yang memanfaatkan metode pindah tanam (*transplanting*), kemudian beralih ke hambur benih langsung (*direct seeding*). Banyak petani terutama di Kabupaten Maros yang menggunakan kedua metode tanam tersebut. Maka dari itu perlu dilakukan analisis untuk melihat hasil produksi dari kedua metode ini. Pemantauan hasil produktivitas tanaman dan kondisi lahan ini bisa dilakukan dengan memanfaatkan teknologi penginderaan jauh.

Penginderaan jauh memberikan detail tanpa melakukan interaksi langsung dengan sesuatu atau wilayah yang dianalisis. Penginderaan jauh dilakukan dengan melakukan pengelolaan sinyal digital yang diperoleh dari instrumen penginderaan jauh seperti *drone* dan satelit yang dapat memberikan informasi berupa kondisi lahan, bentuk lahan dan potensi lahan serta hasil produktivitas yang ada pada lahan pertanian. Selain itu, *biofisik* tanaman seperti umur tanaman padi dan fase pertumbuhan tanaman dapat diketahui dengan menerapkan teknologi penginderaan jauh (Jaya, 2014).

Informasi mengenai kondisi tanaman padi yang memiliki vegetasi baik dapat dilihat dari nilai indeks vegetasi. Indeks vegetasi atau besaran nilai kehijauan vegetasi dapat diperoleh dari sinyal digital. Ada beberapa indeks vegetasi yang dapat digunakan pada penelitian yaitu NDVI (*Red Green Blue Vegetation Index*) dan NDRE (*Enhancement Vegetation Indeks*) yang dapat digunakan untuk mengetahui reflektan gelombang elektromagnetik pada perubahan tingkat kehijauan vegetasi tanaman menggunakan sensor pasif.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Graha & Putra, (2022) menunjukkan bahwa analisis data citra satelit Landsat 8 yang dilakukan secara temporal terhadap ciri-ciri dan perubahan kenampakan citra yang kemudian dianalisis hubungannya dengan parameter pertumbuhan tanaman padi diperoleh model monitoring pertumbuhan tanaman padi di lapangan dengan data tingkat kehijauan (*vegetation index*) yang diturunkan dari citra satelit Landsat 8. Penelitian ini juga menggunakan indeks vegetasi dari citra Landsat 8, dimana terdapat hubungan yang erat antara parameter pertumbuhan tanaman padi dengan nilai indeks vegetasi dari citra satelit Landsat 8, pada penelitian selanjutnya perlu memperhatikan umur tanaman padi serta

memastikan citra satelit yang digunakan terbebas dari awan tebal yang dapat mengganggu hasil analisis yang diperoleh.

Adapun penelitian sebelumnya oleh (Adi Purba *et al.*, 2011) bahwa model matematika menyediakan perangkat untuk mempelajari karakteristik pertumbuhan tanaman padi pada beberapa perlakuan di dua lokasi berbeda. Model matematika menggunakan dua jenis model untuk menggambarkan pertumbuhan tanaman yaitu tinggi tanaman padi mengikuti fungsi monomolekuler dan jumlah anakan mengikuti fungsi *polynomial*. Melihat peluang tersebut, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan dua metode tanaman yang berbeda di satu lokasi penelitian menggunakan data citra *sentinel 2* menggunakan parameter pertumbuhan tanaman padi seperti tinggi tanaman, jumlah anakan, *Ground cover* dan produksi.

Uraian berikut menunjukkan perlunya dilakukan penelitian tentang model pertumbuhan tanaman padi berdasarkan indeks vegetasi pada berbagai metode tanam dengan menggunakan data citra *sentinel 2*.

1.2. Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan model pertumbuhan tanaman padi dari metode pindah tanam (*transplanting*) dan metode hambur benih langsung (*direct seeding*) menggunakan indeks vegetasi citra sentinel 2.

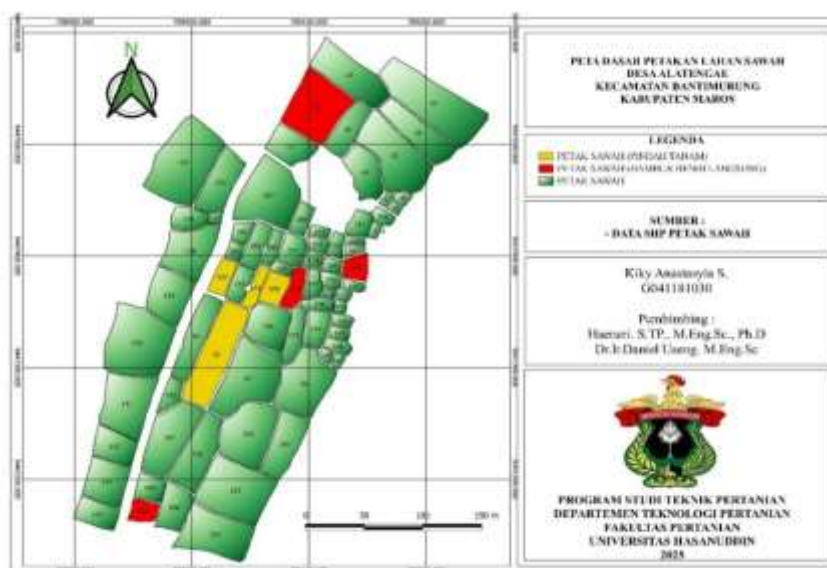
Kegunaan dari penelitian ini adalah memberikan informasi berupa perbandingan pertumbuhan tanaman padi menggunakan metode pindah tanam (*transplanting*) dan metode hambur benih langsung (*direct seeding*) kepada petani dan penelitian selanjutnya.

BAB II. METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan selama bulan Oktober-Desember 2021 atau dimulai pada fase akhir vegetatif sampai panen padi di Desa Alatengae, Kecamatan Bantimurung, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan.

2.2 Gambar Lokasi Penelitian



Gambar 1. Peta petakan lahan sawah

Berdasarkan Gambar 1, daerah petakan sawah yang di tandai dengan *polygon* berwarna merah merupakan daerah sampel yang menggunakan metode hambur benih langsung (*direct seeding*) beserta petakan sawah yang digunakan yang terdiri atas petakan 51, 260, 269 dan 279, sedangkan yang di tandai *polygon* berwarna kuning merupakan daerah sampel yang menggunakan metode pindah tanam (*transplanting*) beserta petakan sawah yang digunakan yang terdiri atas petakan 78, 150, 151 dan 153 (berdasarkan wawancara petani dan pengecekan langsung di lapangan). **Total luasan seluruh petakan sawah yang digunakan dalam penelitian ini adalah 7.281,241 m² atau sekitar 0,7281 hektar.** Namun untuk pengambilan data lapangan diberikan perlakuan yang sama seperti mengambil data tinggi tanaman, jumlah anakan, *ground cover* dan menghitung hasil produksi, serta varietas sama yaitu ciliwung.

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop, meteran, *selfie stick*, *handphone*, alat tulis menulis, *software excel*, *software Quantum GIS* dan *software Canopeo*.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer berupa hasil wawancara dengan petani mengenai umur tanaman, varietas ciliwung dan metode

tanam, data survei lapangan yang mencakup tinggi tanaman, jumlah anakan, *ground cover* dan hasil produksi padi per petak, serta dokumentasi pengamatan lapangan sedangkan data sekunder berupa data citra sentinel 2 Kabupaten Maros.

2.4 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan beberapa tahap yaitu :

2.4.1 Perlakuan Penelitian

Metode tanam yang digunakan adalah pindah tanam dan tanam benih langsung (tabela). Tabela dibedakan menjadi 2 jenis berdasarkan cara penanaman benih yaitu hambur benih langsung dan tabela menggunakan alat. Penelitian ini, metode tanam yang digunakan adalah tabela jenis hambur benih langsung.

Pada metode pindah tanam, jarak tanam yang diterapkan adalah 25×25 cm, yang merupakan jarak tanam terkecil dalam metode ini. Jarak tanam ini dipilih untuk memaksimalkan penggunaan lahan sekaligus memastikan bahwa setiap tanaman memiliki ruang yang cukup untuk tumbuh dan berkembang. Sementara itu, pada metode hambur benih langsung (*direct seeding*), dimana proses penyebaran benih dilakukan secara acak tanpa pola jarak tanam tetap. Kondisi ini menyebabkan kerapatan tanaman per satuan luas menjadi lebih padat, yang pada gilirannya dapat memicu persaingan antar tanaman dalam memperebutkan unsur hara dan sinar matahari. Selain itu, metode hambur benih langsung lebih rentan terhadap serangan gulma karena tidak adanya pengaturan jarak yang rapi seperti pada *pindah tanam*.



Gambar 2. Petak Lahan Sawah Metode Hambur Benih Langsung dan Pindah Tanam

2.4.2 Pengambilan Data

2.4.2.1 Pengumpulan data perimer

Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara dengan petani yang memiliki lahan sawah sebagai sampel pada penelitian ini. Pengambilan data dimulai bulan Oktober hingga Desember 2021 mencakup fase akhir vegetatif (31 HST) hingga panen. Data primer yang dikumpulkan meliputi :

- a. Umur Tanaman.
Dicatat dalam Hari Setelah Tanam (HST) di mulai dari 31-90 HST.
- b. Tinggi Tanaman

Diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun atau malai tertinggi. Pada tanaman yang belum membentuk bulir, pengukuran dilakukan dari tanah hingga pucuk daun, sedangkan pada tanaman yang sudah berbulir, pengukuran dilakukan dari tanah hingga ujung malai (Louise, 2016).

c. Jumlah Anakan

Batang padi baru yang tumbuh dari batang utama (batang induk padi). Pengamatan dilakukan dengan menghitung jumlah anakan baru secara keseluruhan.

d. *Ground Cover*

Petak sawah difoto dari ketinggian 1 meter dengan posisi kamera tegak lurus terhadap permukaan tanaman.

e. Produksi

Gabah ditimbang langsung dilahan setelah panen dengan satuan Ton/Ha (berat basah). Hasil produksi tanaman padi di lokasi penelitian dibedakan menjadi tiga kelas yaitu produksi rendah: 1-4,9 ton/ha, produksi sedang: 5-6,9 ton/ha, produksi tinggi ≥ 7 ton/ha, (Gunawan I & Kartika, 2012).

f. Metode Tanam yang digunakan adalah Pindah tanam dan hambur benih langsung.

Pengamatan pertumbuhan padi dilakukan mulai fase 31 HST hingga panen yang terbagi menjadi dua tahap utama yaitu fase vegetatif (31-60 HST) dan fase generatif (61 HST hingga panen). Fase vegetatif mencakup perkecambahan, pembentukan anakan dan pertumbuhan aktif sedangkan fase generatif meliputi pembungaan, pembentukan malai dan pemasakan bulir padi. Data produksi padi diambil saat panen dengan menimbang gabah per petak sawah untuk menghitung produktivitas. Pada metode hambur benih langsung digunakan alat berbentuk persegi berukuran 25×25 untuk menghitung pertumbuhan tanaman padi.

2.4.2.2 Pengumpulan data sekunder

Proses pengumpulan data sekunder dilakukan dengan pengunduhan data citra *sentinel* 2 pada laman <https://scihub.copernicus.eu/> akuisisi bulan Oktober-Desember 2021.

2.5 Tahap Pengolahan Citra

2.5.1 Koreksi Atmosferik

Tahap pertama pengolahan data yaitu data citra *sentinel* dengan melakukan koreksi atmosferik untuk meningkatkan hasil yang akurasi citra satelit untuk memperbaiki nilai pantulan atau pancaran spektral objek yang di amati, kurang sesuai dengan nilai spektral piksel. Koreksi atmosferik dapat dilakukan menggunakan fitur *Semi-Automatic Clasification Plugin* pada *Software* QGIS. Hal ini dilakukan dengan cara mengubah nilai radian ke nilai pantulan menggunakan *software* QGIS. Selanjutnya mengolah data indeks vegetasi NDVI dan NDRE dengan menggunakan band 4, band 5 dan band 8.

2.5.2 Cropping Area

Cropping area dilakukan agar citra yang akan diamati lebih jelas, sehingga akan lebih fokus dalam pengolahan citra untuk memotong citra digunakan fitur *Eextract by Mask* pada *software* QGIS.

2.5.3 Pengolahan Indeks NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*)

NDVI adalah indeks yang mengukur tingkat kehijauan tanaman dengan membandingkan refleksi cahaya merah dan inframerah dekat (NIR). Indeks ini menunjukkan keberadaan, kondisi vegetasi, biomassa, dan tingkat kehijauan relatif Faizal, (2005). Vegetasi sehat menyerap lebih banyak cahaya merah dan memantulkan lebih banyak NIR, sedangkan tanaman stres atau mati memantulkan lebih banyak cahaya merah. NDVI digunakan dalam pertanian, kehutanan, dan pengelolaan sumber daya alam untuk memantau kesehatan vegetasi Nurazizah *et al.*, (2024). Analisis NDVI secara kuantitatif mengukur kehijauan dalam rentang 0,2 hingga 0,8, yang mencerminkan kerapatan tutupan lahan dan kondisi vegetasi. Untuk memantau vegetasi, tingkat kecerahan pada saluran cahaya merah (*Red*) dan saluran cahaya inframerah dekat (*Near Infrared*) dibandingkan guna menentukan nilai NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) sebagai berikut : (Huete *et al.*, , 1999).

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

Keterangan :

(NIR) : Reflektansi pada spektrum inframerah, (Red) : Reflektansi pada spektrum merah
Proses perhitungan nilai indeks vegetasi NDVI dengan memasukkan, *Band 4* dan *Band 8* yang telah di *cropping* area, setelah itu klik *tools raster*, kemudian cari *tools raster calculator* untuk menghitung nilai NDVI berdasarkan persamaan 1 yang dilakukan pada *software* QGIS.

2.5.4 Pegolahan Indeks NDRE (*Normalized Difference Red Edge*).

Nilai NDRE pada padi bervariasi selama pertumbuhan, dengan nilai rendah pada awal tanam (± 1 bulan) dan masa pemasakan (>90 hari), serta nilai tinggi pada usia ± 60 hari. Padi mencapai kehijauan tertinggi pada usia 60-64 hari, dipengaruhi oleh kandungan nitrogen dalam klorofil (Sari *et al.*, 2019). Indeks vegetasi NDRE memanfaatkan perbedaan reflektansi antara panjang gelombang tepi merah (*red edge*) dan inframerah dekat (NIR) dengan panjang gelombang sekitar 700 nm untuk mengukur kepadatan dan kondisi vegetasi Thompson, (2019). NDRE lebih sensitif dibanding NDVI karena mampu menembus daun lebih dalam, dengan rentang nilai -1 hingga +1. Klorofil pada 705 nm berkorelasi erat dengan produksi vegetasi. Estimasi serapan nitrogen menunjukkan korelasi tinggi ($r = 0,97$), dan NDRE memiliki korelasi tertinggi ($r = 0,80$) dalam mengukur nitrogen tanaman. Rumus algoritma NDRE ditunjukkan pada persamaan 2. Untuk menghitung indeks vegetasi dengan menggunakan rumus NDRE (*Normalized Difference Red Edge*) dengan persamaan yaitu (Qudriyah *et al.*, 2022) :

$$NDRE = \frac{(NIR-Red_{Edge})}{(NIR+Red_{Edge})} \quad (2)$$

Keterangan :

NDRE : *Normalized Difference Red Edge*, NIR : Reflektan kanal infra merah dekat
Red Edge : Reflektan Spektrum Merah Tepi

Proses perhitungan nilai indeks vegetasi NDRE dengan memasukkan *band 8*, *Band 5* yang telah di *cropping area*, setelah itu klik *tools raster*, kemudian cari *tools raster calculator* untuk menghitung nilai NDVI berdasarkan persamaan 1 yang dilakukan pada *software QGIS*.

2.5.5 Analisis Regresi dan Analisis Korelasi

- a. Analisis Regresi sebuah koefisien yang mengukur besarnya pengaruh (X) nilai indeks vegetasi citra terhadap variabel terikat (Y) produktivitas. Analisis regresi linear dari NDVI dan NDRE terhadap produktivitas. Untuk mengetahui seberapa baik kemampuan model regresi linear indeks vegetasi NDVI dan NDRE dalam menduga produktivitas dapat diketahui pada koefisien determinannya (R^2). Rentang nilai koefisien determinan (R^2) berada diantara 0 hingga 1. Nilai yang rendah (R^2) menunjukkan kapasitas model linear yang terbatas dalam melakukan pendugaan David & Aurino R A Djamaris, (2018) Hubungan garis lurus atau linear adalah jenis hubungan paling dasar yang ada antara variabel X dan Y atau berbentuk hubungan linear yang di sebut regresi linear dengan persamaan matematika persamaan linear didapatkan dari hasil analisis yang disebut analisis linear yang merupakan analisis hubungan sebab akibat antara variabel dependen dan variabel *independent* adalah sebagai berikut (David & Aurino R A Djamaris, 2018).

$$Y = a + bx \quad (3)$$

Dimana Y= subjek dalam variabel terikat yang diprediksikan, A= parameter inercept, b = parameter koefisien regresi variabel bebas, x = subjek pada variable tidak terikat yang mempunyai jumlah tertentu.

- b. Analisis Korelasi dinotasikan R^2 , bernilai -1 smpai +1 serta menunjukkan arah kekuatan hubungan linear antara dua variabel. Korelasi antara dua variabel dapat positif (tingkat yang lebih tinggi dari satu variabel di kaitkan dengan tingkat yang lebih tinggi dari yang lain) atau negatif (tingkat yang lebih tinggi dari satu variabel di kaitkan dengan tingkat yang lebih rendah dari yang lain). Besar kecilnya koefisien korelasi menunjukkan kekuatan hubungan tersebut. Misalnya memiliki nilai korelasi (R^2) sebesar 0,8 menunjukkan hubungan yang positif dan kuat antara kedua variabel, sedangkan korelasi (R^2) sebesar -0,2 menunjukkan hubungan negatif dan lemah untuk kedua variabel (David & Aurino R A Djamaris, 2018).

Tabel 1. Interval Korelasi.

Interval Koefisien	Tingkat Hubungan
0,80-1,000	Sangat Kuat
0,60-0,799	Kuat
0,40-0,599	Cukup Kuat
0,20-0,399	Rendah
0,00-0,199	Sangat Rendah

Sumber : (Kuncoro, 2017)

- c. Pada tahap ini dilakukan analisis regresi dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, *ground cover*, dan produksi. Persamaan yang digunakan untuk analisis regresi dapat dilihat di persamaan 3. Analisis regresi ini dilakukan untuk menduga jumlah

tinggi tanaman, jumlah anakan, *ground cover* dan produksi berdasarkan nilai indeks dari data citra. Selain itu, juga dilakukan analisis korelasi antara indeks vegetasi dengan Hari Setelah Tanam (HST) dan indeks vegetasi dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, *ground cover* dan produksi. Analisis korelasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui arah dan tingkat hubungan dari dua variabel yang di analisis. Nilai koefisien korelasi diperoleh dari akar R^2 , setelah nilai koefisien korelasi diketahui maka akan ditentukan tingkat hubungan antara indeks vegetasi dengan tinggi tanaman, jumlah anakan, *ground cover* dan produksi. Interval hubungan korelasi antara variabel x dan y dapat dilihat pada Tabel 1.

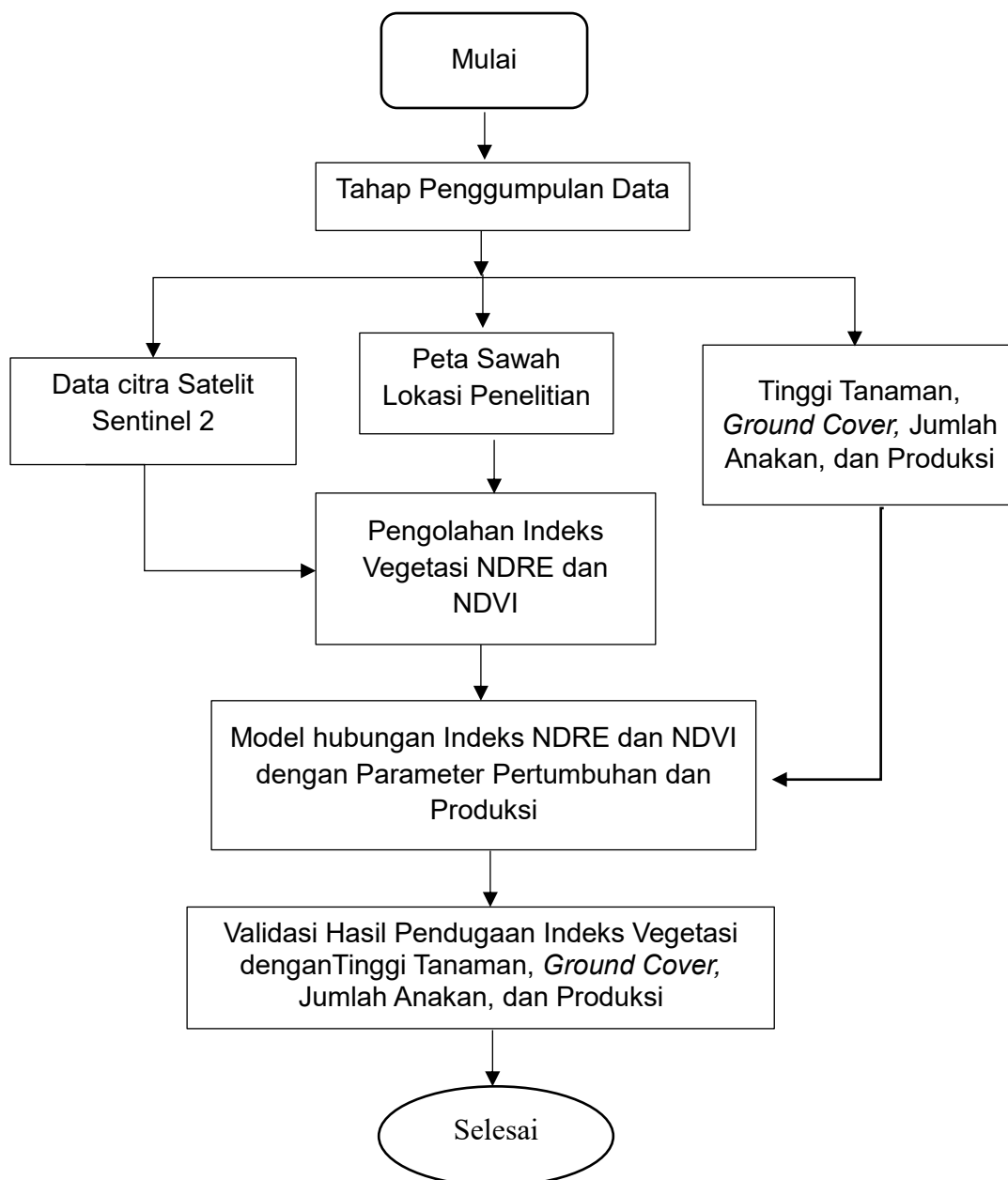
2.6 Model Pertumbuhan Dan Validasi Model

Proses yang dilakukan untuk menemukan kesesuaian antara model pertumbuhan tanaman padi dengan metode tanam menggunakan citra sentinel 2 serta data primer (lapangan). Parameter yang digunakan yaitu data primer (lapangan) serta citra sentinel pada proses kalibrasi menggunakan grafik perbandingan X dan Y dengan menggunakan analisi regresi. Nilai atau hasil data yang terukur semakin dekat dengan garis regresi linear X dan Y, maka prediksi model dari nilai sebenarnya hasil dari parameter tanaman semakin baik.

Validasi model bertujuan untuk mengetahui tingkat akurasi terhadap produktivitas prediksi tanaman padi dari hasil kalibrasi model sejauh mana dapat membedakan antara kedua metode tanaman menggunakan indeks vegetasi. Apabila hasil dari kedua variabel sama atau hampir sama maka model dapat digunakan dalam mensimulasikan pertumbuhan tanaman padi serta dapat memprediksi produktivitas tanaman padi di wilayah kabupaten Maros.

2.7 Bagan Alir

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan yang tersajikan pada gambar berikut:



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian.