

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kelembaban tanah (*soil moisture*) merupakan salah satu faktor penting yang fundamental dalam bidang pertanian. Kelembaban tanah merupakan kunci optimalisasi penggunaan suatu lahan pertanian terutama lahan sawah. Lahan sawah membutuhkan tingkat kelembaban tanah tertentu, apabila kelembaban tanah rendah dapat mempengaruhi rendemen dan mutu hasil panen bahkan terindikasi mengalami kekeringan, sedangkan apabila tingkat kelembaban sangat tinggi dapat menyebabkan puso (Setyawan dkk., 2018).

Kelembaban tanah dapat digunakan untuk menentukan tanggal tanam yang tepat, perencanaan pengairan atau irigasi yang baik dan efektif dalam lahan sawah, pengelolaan maupun penanggulangan hama pada tanaman, serta memprediksi perolehan hasil pertanian (Chaudhary dkk., 2022). Menurut data Dinas Pertanian dan Perkebunan Provinsi Jawa Tengah tahun 2019, Kabupaten Pati merupakan salah satu Kabupaten yang berkontribusi dalam bidang pertanian di mana menjadi daerah penghasil padi tertinggi ke-lima di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten Pati memiliki letak yang strategis dan kondisi alam yang baik dan berpotensi besar dalam bidang pertanian. Akan tetapi, pengelolaan lahan pertanian di Kabupaten Pati belum maksimal karena pada musim kemarau sering terjadi kekeringan sehingga mengakibatkan tidak adanya aktivitas menanam padi di lahan sawah.

Terdapat penurunan produktivitas padi pada tahun 2021 sebesar 44.000 ton dari tahun sebelumnya di mana pada tahun 2020 produktivitas padi di Kabupaten Pati mencapai 593.000 ton (BPS, 2022). Penurunan tersebut terjadi akibat adanya gagal panen yang menimbulkan lahan sawah menjadi lahan puso. Luas lahan puso di tahun 2021 mencapai 33.855 hektare atau mengalami kenaikan sebesar 710 hektare dari tahun sebelumnya. Kondisi tersebut disebabkan oleh adanya kekeringan lahan di beberapa wilayah di Kabupaten Pati. Data dari Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) mencatat bahwa terdapat sebanyak 384 kawasan di Kabupaten Pati termasuk dalam wilayah rawan bencana kekeringan di sepanjang tahun 2018-2021. Pada bulan Agustus 2023, sebanyak 11.200 hektare area persawahan tidak dapat ditanami.

Pemantauan kondisi kelembaban tanah secara konvensional dapat dilakukan melalui beberapa metode pengukuran *in-situ* seperti metode *time-domain reflectometry*, metode *cosmic-ray neutron*, maupun metode gravimetri. Namun, untuk pemantauan kelembaban tanah dengan metode konvensional memiliki kemampuan terbatas (Bauer-Marschallinger dkk., 2019). Sehingga, identifikasi kelembaban tanah dalam skala yang besar dapat memanfaatkan teknologi penginderaan jauh sistem aktif maupun sistem pasif, karena data yang digunakan berupa data digital yang dapat mencakup wilayah yang luas dan membutuhkan waktu relatif singkat (Minacapilli dkk., 2009).

Identifikasi kelembaban tanah menggunakan citra Landsat 8-9 didasarkan pada indeks spektral yang berhubungan dengan perubahan kandungan air tanah. Sensor OLI/OLI-2 pada Landsat 8-9 berperan dalam memetakan karakteristik kelembaban tanaman dan tanah, serta kualitas air di lahan basah, sungai, dan pesisir (Young dkk., 2017). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk identifikasi dan estimasi kelembaban tanah menggunakan citra Landsat 8-9 yaitu NDMI (*Normalized Difference Moisture Index*), di mana dapat mendeteksi kelembaban suatu tanah sebagai indikator kualitas tanah (Bidgoli dkk., 2020). Menurut (Lobell dan Asner, 2002), indeks NDMI menggunakan *band* SWIR pada Landsat dapat menyediakan informasi kelembaban permukaan tanah. Sehingga, nilai NDMI memungkinkan interpretasi identifikasi langsung kelembaban suatu area lahan pertanian (Mihai dan Horoias, 2022). Berdasarkan penelitian (Cahyono dkk., 2022), deteksi kelembaban tanah dengan menggunakan algoritma SAVI dan NDMI diperoleh korelasi linear antara SAVI atau NDMI dengan kelembaban tanah hasil data lapangan. NDMI menunjukkan koefisien linearnya lebih baik dari pada SAVI sebesar 94.6%.

Berdasarkan masalah serta fakta tersebut, maka perlu adanya suatu penelitian untuk menganalisis pemanfaatan citra Landsat 8-9 untuk memetakan sebaran tingkat kelembaban tanah pada lahan sawah. Hal ini dapat menjadi pertimbangan dalam memantau kondisi kelembaban tanah di wilayah Kabupaten Pati. Penelitian tersebut diharapkan dapat memberikan informasi untuk dapat dimanfaatkan oleh pemerintah maupun masyarakat untuk pemantauan kondisi kelembaban tanah agar dapat membuat keputusan yang tepat dalam meningkatkan

perencanaan penggunaan lahan, pemilihan tanaman pertanian dan pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

I.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis hasil transformasi algoritma NDMI untuk menghitung tingkat kelembaban tanah pada sawah di Kabupaten Pati?
2. Bagaimana analisis perubahan sebaran tingkat kelembaban tanah pada musim kemarau tahun 2021-2023 dan hasil validasi berdasarkan survei lapangan menggunakan *hygrometer* di lahan sawah Kabupaten Pati?

I.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan dan manfaat seperti berikut.

I.3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang dilakukan adalah:

1. Untuk mengetahui hasil transformasi algoritma NDMI untuk menghitung tingkat kelembaban tanah pada sawah di Kabupaten Pati.
2. Untuk mengetahui hasil analisis perubahan sebaran tingkat kelembaban tanah pada musim kemarau tahun 2021-2023 dan hasil validasi berdasarkan survei lapangan menggunakan *hygrometer* di lahan sawah Kabupaten Pati.

I.3.2 Manfaat Penelitian

Sedangkan manfaat penelitian yang dilakukan meliputi:

1. Aspek Keilmuan

Penelitian ini dapat berkontribusi dalam berbagai macam riset tentang penginderaan jauh dan penerapannya dalam menyajikan informasi mengenai tingkat kelembaban tanah untuk manajemen lahan di bidang pertanian.

2. Aspek Kerekayasaan

Penelitian dapat digunakan sebagai rujukan guna mengetahui estimasi nilai kelembaban pada lahan pertanian sawah menggunakan teknik penginderaan jauh yang lebih efektif dalam menghemat waktu, biaya, maupun tenaga. Selain itu, dapat digunakan juga untuk *monitoring* lahan pertanian berupa

sawah dengan cara menentukan tingkat kelembaban atau pengairan yang tepat.

I.4 Batasan Masalah

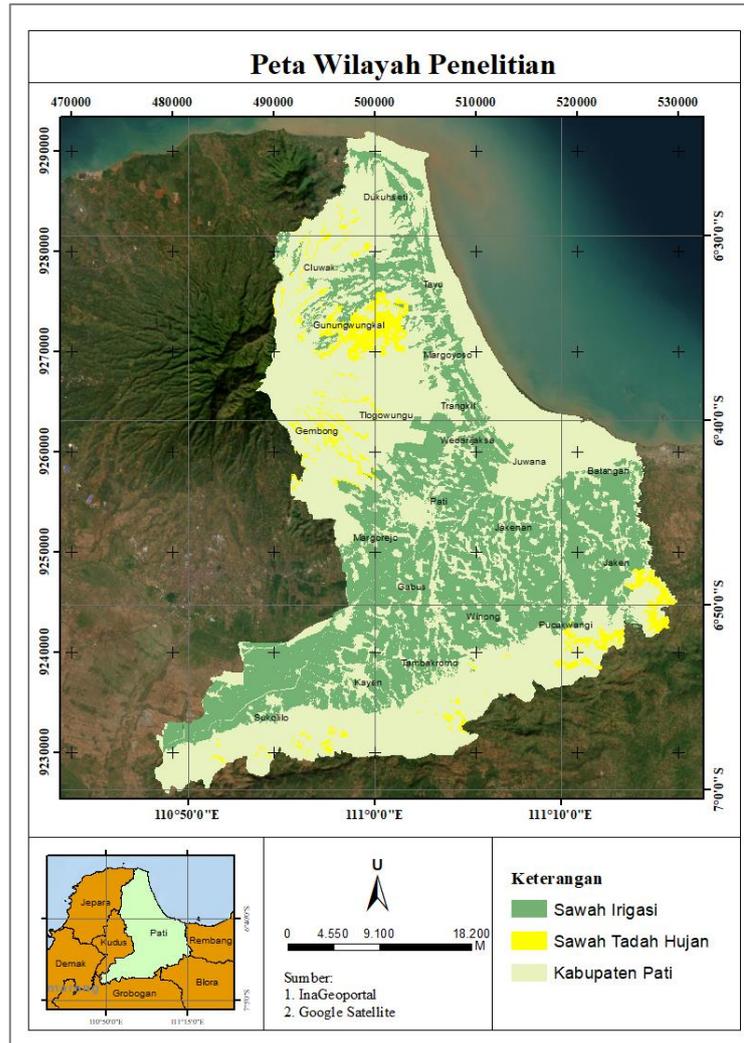
Suatu penelitian harus terdapat batasannya, berikut batasan masalah dalam tugas akhir ini yang meliputi:

1. Batas administrasi Kabupaten Pati Skala 1:50.000 dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (DPUR) Kabupaten Pati.
2. Lahan pertanian yang menjadi fokus penelitian berupa sawah irigasi dan sawah tadah hujan.
3. Penetapan kelas penutup lahan dengan algoritma *Random Forest* berdasarkan SNI 7645-1:2014 berupa perairan, pemukiman dan lahan terbangun, kebun dan tegalan, hutan, dan sawah.
4. Penentuan indeks kelembaban tanah pada lahan pertanian sawah berdasarkan algoritma NDMI.
5. Validasi hasil pengolahan menggunakan data sampel kelembaban tanah yang didapatkan dari hasil survei lapangan menggunakan alat *hygrometer*.
6. Uji korelasi dengan metode *Pearson Correlation* untuk mengetahui hubungan NDMI dengan kelembaban tanah.
7. Uji regresi linear sederhana antara kelembaban berdasarkan hasil NDMI dengan kelembaban tanah hasil survei lapangan.
8. Peta kelas kelembaban tanah pada lahan sawah Kabupaten Pati dengan skala 1:50.000.

I.5 Ruang Lingkup Penelitian

Setiap penelitian tugas akhir memiliki ruang lingkup yang melingkupi 2 hal yaitu wilayah penelitian, serta peralatan dan data penelitian sebagai berikut.

I.5.1 Wilayah Penelitian



Gambar I-1 Peta Wilayah Penelitian (BIG, 2022)

I.5.2 Peralatan dan Data Penelitian

Peralatan dan data yang dibutuhkan dalam penelitian meliputi:

1. Peralatan Penelitian

Peralatan yang diperlukan untuk menunjang penelitian yang dilakukan berupa perangkat keras berupa laptop dan perangkat lunak yang terdiri dari beberapa *software*, antara lain:

- Laptop Dell Intel(R) Core(TM) i5-3360M CPU @ 2.80GHz, 4GB On Board 8GB RAM DDR4.
- Hygrometer*

Alat ukur *hygrometer* digunakan untuk mengukur kelembaban tanah di lapangan **Gambar I-2**.



Gambar I-2 Alat Ukur *Hygrometer*

- c. Avenza Maps
Aplikasi Avenza Maps merupakan aplikasi *open source* yang dapat di-*install* di *smartphone* digunakan untuk memperoleh data koordinat titik validasi saat survei lapangan.
- d. Kamera *smartphone* digunakan untuk pengambilan dokumentasi penelitian.
- e. Microsoft Office Word 2016 digunakan dalam proses penulisan laporan.
- f. Microsoft Office Excel 2016 digunakan dalam proses perhitungan data.
- g. QGIS 3.32.3 digunakan untuk pengolahan dari *pre-processing* sampai *layouting* dan analisis data spasial.
- h. RStudio digunakan untuk proses perhitungan uji statistik.

2. Data Penelitian.

Adapun data penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel I-1**.

Tabel I-1 Data Penelitian

No	Nama Data	Jenis Data	Keterangan
1.	Citra Landsat 8-9 OLI-2/TIRS-2	Digital	Data citra Landsat 8-9 diunduh melalui <i>website</i> Earth Explorer USGS yang dengan resolusi spasial 30 meter dengan akuisisi tahun 2019- 2023.
2.	Citra SPOT 6 Tahun 2022	Digital	Diperoleh dari Badan Riset Inovasi Nasional (BRIN) akuisisi tahun 2022 dengan resolusi spasial 1,5 m x 1,5 m yang akan digunakan untuk uji geometrik citra.
3.	Batas Administrasi Kabupaten Pati	<i>Shapefile</i>	Data batas administrasi dengan skala 1:50.000 digunakan untuk memotong citra supaya sesuai dengan lokasi yang akan diteliti, data diambil dari Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang (DPUTR) Kabupaten Pati.
4.	Data Sungai	<i>Shapefile</i>	Data digunakan untuk analisis keberadaan sumber perairan terhadap sawah yang diambil dari Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang (DPUTR) Kabupaten Pati.
5.	Data Curah Hujan Harian	Cetak	Didapat dari BMKG dengan rentang waktu curah hujan harian di bulan Agustus tahun 2021, Agustus tahun 2022, dan Agustus tahun 2023.
6.	Kelembaban Tanah Hasil Validasi Lapangan	Cetak	Data validasi hasil survei lapangan berupa titik koordinat pengambilan sampel dan hasil perhitungan dari alat <i>hygrometer</i> yang nantinya dibutuhkan untuk perhitungan kebenaran validasi.
7.	Tutupan Lahan Hasil Validasi Lapangan	Cetak	Data validasi hasil survei lapangan berupa tutupan lahan hasil pengolahan.

I.6 Metodologi Penelitian

Metodologi dalam penelitian ini diuraikan dalam sistematika penelitian dan diagram alir penelitian.

I.6.1 Sistematika Penelitian

Sistematika penelitian yang dilakukan terbagi atas empat tahapan diantaranya:

1. Tahapan Persiapan

Tahapan persiapan terdiri dari beberapa pelaksanaan kegiatan berupa identifikasi masalah yang akan dilakukan dalam penelitian dilanjutkan dengan studi literatur, survei pendahuluan, pengumpulan data, dan kontrol kualitas data dengan melakukan *pre-processing* berupa kalibrasi radiometrik, dan *cloud masking*, pemotongan citra, dan uji verifikasi geometrik.

2. Tahapan Pengolahan Data

Tahap ini dilakukan pengolahan data berupa pengolahan algoritma NDMI menggunakan citra Landsat 8-9 untuk mendapatkan nilai kelembaban tanah. Kemudian melakukan pengolahan klasifikasi terbimbing menggunakan metode *Random Forest* untuk mendapatkan tutupan lahan pertanian.

3. Tahapan Analisis Data

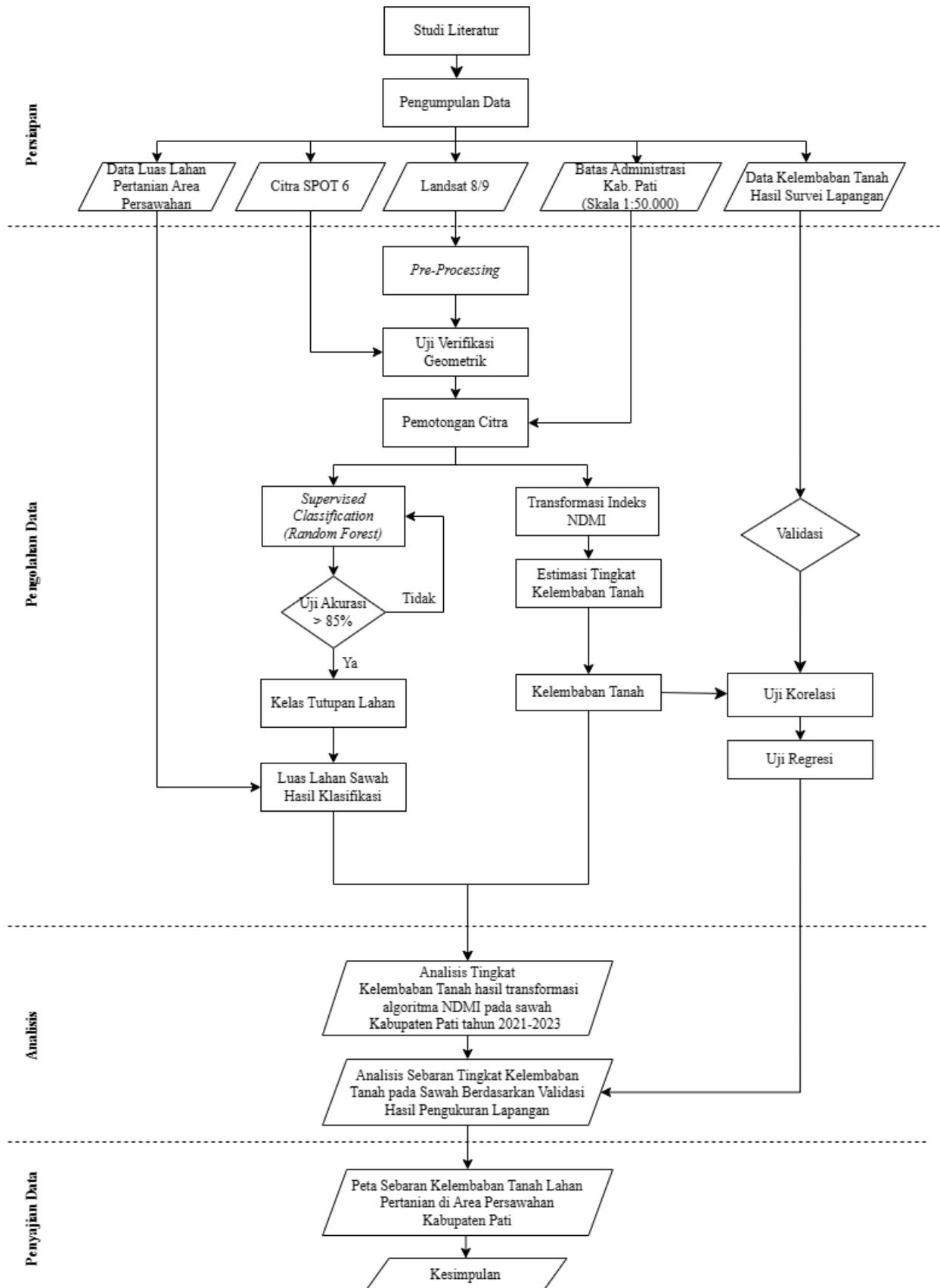
Tahap ini berupa analisis pola lahan pertanian berdasarkan hasil pengolahan klasifikasi. Kemudian dianalisis pengaruh dari kelembaban tanah tersebut terhadap pola lahan pertanian sawah yang ada di Kabupaten Pati.

4. Tahapan Validasi

Tahap validasi merupakan tahapan akhir pada penelitian ini. Tahap validasi berupa pengecekan data kelembaban tanah di lahan pertanian dan melakukan validasi lahan pertanian yang berubah menjadi bukan lahan pertanian berdasarkan hasil pengolahan, apabila tidak sesuai maka dilakukan analisis ulang hingga sesuai.

I.6.2 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi empat tahapan seperti pada **Gambar I-3**.



Gambar I-3 Diagram Alir Penelitian

I.7 Sistematika Penulisan Penelitian

Sistematika penulisan dalam laporan penelitian ini diharapkan memberikan gambaran dari struktur laporan secara jelas dan terarah. Berikut sistematika yang dibuat:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memaparkan latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, batasan masalah, ruang lingkup penelitian, metodologi penelitian, sistematika penulisan tugas akhir, dan sistematika kerangka berpikir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini memaparkan kajian penelitian terdahulu, kajian wilayah penelitian berupa aspek geografis, aspek morfologi dan topografi, serta aspek wilayah pertanian dan kajian pustaka yang membantu serta mendukung penelitian yang akan dilaksanakan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan metode secara rinci yang akan digunakan mulai dari tahapan persiapan, tahapan pengumpulan data, tahapan pengolahan data, tahapan analisis, tahapan validasi, dan penyajian data sampai pembuatan laporan.

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab ini berisikan mengenai hasil dari penelitian dan penjelasan analisis dari penelitian yang telah dilakukan diantaranya hasil dan analisis verifikasi ketelitian geometrik, hasil dan analisis tutupan lahan, hasil dan analisis kelembaban tanah berdasarkan algoritma NDMI, hasil dan analisis perubahan tingkat kelembaban tanah pada lahan sawah, hasil dan analisis validasi data kelembaban tanah, dan hasil analisis uji statistika.

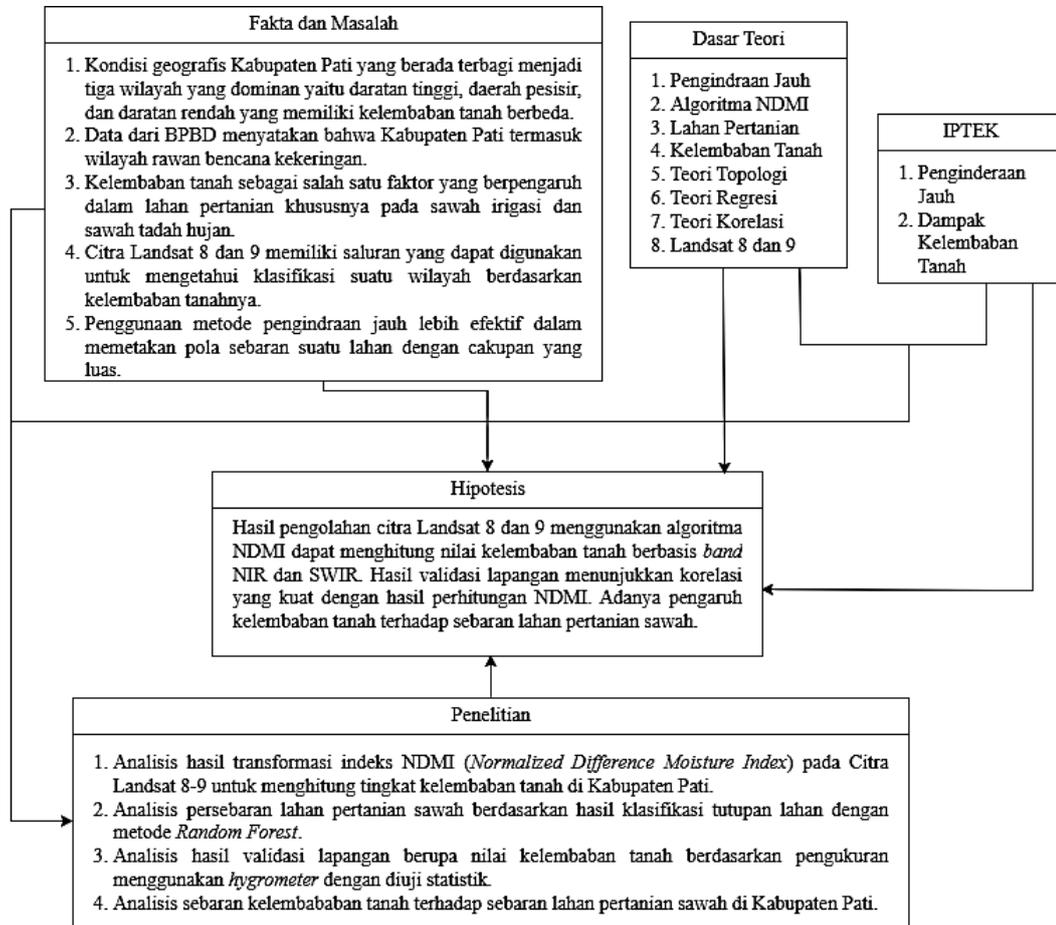
BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan simpulan dari hasil penelitian beserta saran-saran yang nantinya dapat digunakan untuk peneliti selanjutnya agar penelitian yang dilakukan lebih baik.

I.8 Sistematika Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir memuat garis besar penelitian yang akan dilakukan.

Sistematika kerangka berpikir seperti pada **Gambar I-4**.



Gambar I-4 Kerangka Berpikir