

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara agraris dengan iklim tropis, dengan mayoritas penduduknya bermata pencaharian sebagai petani. Sektor hortikultura memiliki potensi dan kontribusi yang besar dalam pembangunan ekonomi Indonesia, mencakup berbagai jenis tanaman buah, sayuran, biofarmaka, dan tanaman hias. Di antara komoditas hortikultura tersebut, bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) merupakan salah satu komoditas unggulan yang memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan dan perekonomian nasional (Akbar et al., 2023). Provinsi Jawa Tengah merupakan produsen bawang merah terbesar di Indonesia yang memiliki kontribusi dominan terhadap produksi nasional. Pada tahun 2021, produksi bawang merah di Jawa Tengah mencapai 564,26 ribu ton atau sebesar 28,15% dari total produksi nasional sebesar 2 juta ton, dengan luas panen 55,98 ribu hektare (Wibowo & Surbakti, 2023). Kontribusi besar Jawa Tengah terhadap pasokan bawang merah nasional tidak terlepas dari keberadaan sentra produksi utama seperti Kabupaten Brebes yang dikenal sebagai sentra produksi terbesar dengan kontribusi mencapai 60,1% dari produksi Jawa Tengah atau sekitar 19,4% dari produksi nasional. Hal tersebut didukung oleh ketersediaan lahan yang luas, yaitu lebih dari 30.000 hektare per tahun (Prasetyo et al., 2024).

Kabupaten Demak merupakan salah satu sentra produksi bawang merah utama di Provinsi Jawa Tengah. Berdasarkan data BPS Provinsi Jawa Tengah tahun 2025, luas panen bawang merah di Kabupaten Demak mencapai 5.417 hektare dan menempati urutan kedua setelah Kabupaten Brebes yang memiliki luas panen sebesar 27.787 hektare (Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Tengah, 2026). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa bawang merah merupakan komoditas hortikultura yang memiliki peran penting dalam sektor pertanian Kabupaten Demak. Produksi bawang merah Kabupaten Demak juga memberikan kontribusi sebesar 9,18% terhadap total produksi bawang merah di Jawa Tengah dengan jumlah produksi mencapai 51,08 ribu ton (Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, 2023). Sentra budidaya bawang merah di Kabupaten Demak tersebar pada beberapa kecamatan utama, yaitu Kecamatan Mijen, Karanganyar, Wedung, Demak, dan Dempet (Amaliatussolihah et al., 2023). Besarnya kontribusi tersebut menunjukkan bahwa Kabupaten Demak memiliki peran yang cukup penting dalam mendukung ketersediaan bawang merah di tingkat regional maupun nasional. Oleh karena itu, upaya untuk menjaga

keberlanjutan dan meningkatkan produktivitas bawang merah perlu menjadi perhatian dalam pengembangan sektor pertanian di Kabupaten Demak (Solehah & Fariyanti, 2024).

Produksi bawang merah di Kabupaten Demak masih menghadapi berbagai tantangan yang dapat memengaruhi stabilitas hasil panen. Salah satu faktor yang sering menyebabkan penurunan produksi adalah kejadian cuaca ekstrem dan banjir yang terjadi secara berulang. Pada tahun 2024, banjir di wilayah Pantura menyebabkan sekitar 2.000 hektare lahan bawang merah terendam dan 2.000 hektare lainnya mengalami puso (gagal panen total), serta mengakibatkan sekitar 25.000 ton bawang merah tidak dapat ditanam pada wilayah sentra produksi (BPN, 2024). Selain faktor bencana, kondisi agroklimat Kabupaten Demak juga menjadi tantangan dalam budidaya bawang merah. Tingkat kelembapan nisbi yang relatif tinggi, curah hujan tahunan sebesar 1.800–2.400 mm, serta kondisi tanah bekas rawa dengan sistem drainase yang kurang optimal dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman bawang merah. Karakteristik lingkungan tersebut menyebabkan lahan cenderung terlalu basah pada musim penghujan dan mengalami kekeringan pada musim kemarau, sehingga berpotensi menurunkan produktivitas tanaman (Pusat Data Dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian, 2023). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengembangan budidaya bawang merah memerlukan pertimbangan yang lebih matang terhadap karakteristik biofisik wilayah. Hingga saat ini, penentuan lokasi pengembangan budidaya bawang merah di Kabupaten Demak masih belum sepenuhnya didasarkan pada analisis kesesuaian lahan berbasis data spasial yang komprehensif. Pemanfaatan lahan pertanian masih cenderung mengikuti pola budidaya yang telah ada, sehingga potensi lingkungan yang mendukung maupun faktor pembatas yang terdapat pada suatu wilayah belum dapat diidentifikasi secara optimal.

Pengembangan budidaya bawang merah memerlukan pendekatan yang mampu mengidentifikasi lokasi dengan tingkat kesesuaian lahan yang optimal berdasarkan karakteristik lingkungan wilayah. Penelitian (Cho et al., 2011) di Korea menunjukkan bahwa kondisi lingkungan berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil produksi bawang merah (*Allium cepa* var. *ascalonicum* Backer), sehingga karakteristik biofisik wilayah perlu dipertimbangkan dalam pengembangan budidaya. Perkembangan teknologi penginderaan jauh (*remote sensing*) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) memungkinkan analisis kesesuaian lahan dilakukan secara lebih efektif melalui pendekatan pemodelan spasial. Salah satu metode yang banyak digunakan adalah Maximum Entropy (MaxEnt), yaitu algoritma *machine learning* yang mampu memprediksi distribusi suatu objek berdasarkan hubungan antara data kehadiran dan variabel lingkungan (Ahmadi et al., 2023). Berbagai penelitian

menunjukkan kinerja MaxEnt yang baik dalam analisis kesesuaian lahan, seperti pada tanaman jagung (Fitzgibbon et al., 2022), memanfaatkan metode yang sama untuk memprediksi kesesuaian lahan tanaman pangan di Asia Timur dengan proyeksi peningkatan lahan sesuai hingga 81,9% (Ali et al., 2023), serta penelitian (Singh et al., 2025) yang menunjukkan tingkat akurasi model yang tinggi. Penerapan MaxEnt di Indonesia juga telah dilakukan oleh (Risda et al., 2026) untuk memodelkan habitat ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) di Selat Makassar dan menunjukkan kemampuan metode tersebut dalam mengidentifikasi hubungan antara keberadaan objek dengan faktor lingkungan. Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, MaxEnt memiliki potensi untuk digunakan dalam identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak guna mendukung budidaya yang lebih terarah dan sesuai dengan karakteristik lingkungan wilayah.

## **1.2 Rumusan Permasalahan**

Mengacu pada latar belakang yang telah diuraikan, pengembangan budidaya bawang merah di Kabupaten Demak masih menghadapi beberapa permasalahan. Pemanfaatan lahan untuk budidaya bawang merah belum sepenuhnya didukung oleh analisis kesesuaian lahan berbasis data spasial yang komprehensif, sehingga potensi dan karakteristik lingkungan pada setiap wilayah belum dapat dimanfaatkan secara optimal. Kondisi tersebut turut dipengaruhi oleh faktor agroklimat, seperti curah hujan yang tinggi dan kejadian banjir yang berulang, yang berdampak terhadap produktivitas bawang merah. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan analisis kesesuaian lahan untuk budidaya bawang merah di Kabupaten Demak menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) berbasis penginderaan jauh guna mengetahui tingkat kesesuaian lahan, faktor-faktor lingkungan yang berpengaruh, serta mengidentifikasi kawasan potensial yang dapat dikembangkan untuk budidaya bawang merah di Kabupaten Demak.

## **1.3 Tujuan dan Sasaran**

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun perencanaan pengembangan kawasan potensial budidaya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Demak berdasarkan evaluasi kesesuaian lahan eksisting menggunakan algoritma *Maximum Entropy* (MaxEnt) berbasis penginderaan jauh. Adapun sasaran untuk mencapai tujuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kondisi dan karakteristik wilayah yang mempengaruhi kesesuaian lahan untuk budidaya bawang merah di Kabupaten Demak berdasarkan variabel lingkungan.

2. Melakukan pemodelan kesesuaian lahan untuk budidaya bawang merah menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) berbasis penginderaan jauh.
3. Mengevaluasi hasil pemodelan kesesuaian lahan berdasarkan tingkat akurasi model menggunakan nilai AUC.
4. Mengidentifikasi kawasan potensial pengembangan pertanian bawang merah berdasarkan hasil analisis kesesuaian lahan.

#### **1.4 Ruang Lingkup**

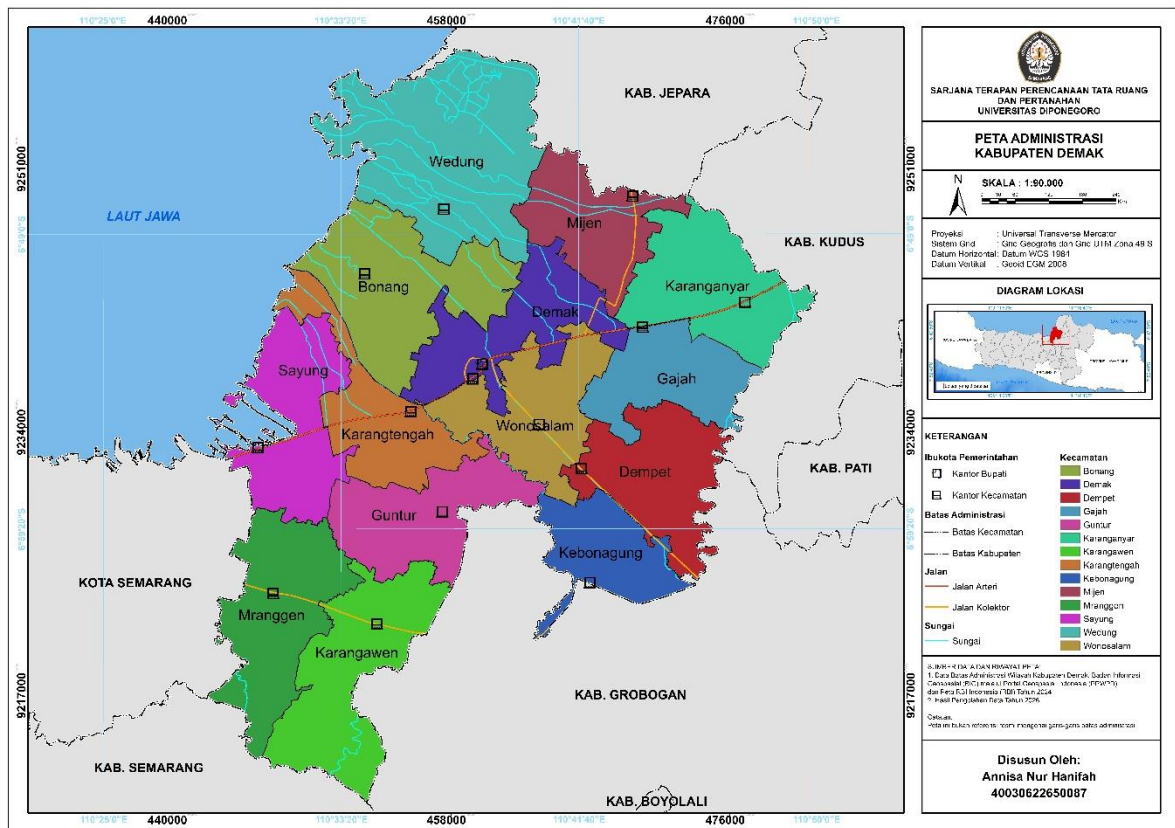
Ruang lingkup penelitian ini meliputi lingkup wilayah dan lingkup materi.

##### **1.4.1 Ruang Lingkup Wilayah**

Kabupaten Demak secara geografis terletak pada 6°43'–7°09' Lintang Selatan dan 110°27'–110°48' Bujur Timur. Secara administratif, wilayah ini berbatasan dengan Laut Jawa dan Kabupaten Jepara di sebelah utara, Kabupaten Kudus dan Kabupaten Grobogan di sebelah timur, Kabupaten Grobogan dan Kabupaten Semarang di sebelah selatan, serta Kota Semarang di sebelah barat. Kabupaten Demak merupakan salah satu kabupaten di Provinsi Jawa Tengah dengan pusat pemerintahan yang berada di Kecamatan Demak. Secara administratif, Kabupaten Demak terbagi menjadi 14 kecamatan yang meliputi 243 desa dan 6 kelurahan dengan luas wilayah mencapai 996,94 km<sup>2</sup> (Badan Pusat Statistik Kabupaten Demak, 2026). Peta wilayah administratif Kabupaten Demak disajikan pada Gambar 1.1.

Kabupaten Demak dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan salah satu sentra produksi bawang merah utama di Provinsi Jawa Tengah serta menempati peringkat kedua dalam kontribusi produksi bawang merah. Produksi bawang merah yang tinggi menunjukkan bahwa komoditas ini memiliki peran penting dalam sektor pertanian daerah. Keberadaan sentra-sentra produksi bawang merah yang tersebar di beberapa kecamatan turut mendukung posisi Kabupaten Demak sebagai salah satu daerah penghasil bawang merah utama di Jawa Tengah. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa wilayah ini memiliki potensi yang besar untuk pengembangan kawasan pertanian bawang merah (Solehah & Fariyanti, 2024).

Secara administratif, Kabupaten Demak terdiri atas 14 kecamatan dengan luas wilayah yang bervariasi. Kecamatan Wedung merupakan kecamatan dengan luas wilayah terbesar, yaitu 128,90 km<sup>2</sup>, sedangkan Kecamatan Kebonagung memiliki luas wilayah terkecil, yaitu 44,40 km<sup>2</sup>. Perbedaan luas wilayah tersebut menunjukkan adanya variasi karakteristik wilayah pada masing-masing kecamatan di Kabupaten Demak. Rincian luas wilayah setiap kecamatan di Kabupaten Demak disajikan pada Tabel 1.1.



Sumber: Hasil Analisis, 2026

**Gambar 1. 1 Peta Administrasi Kabupaten Demak**

**Tabel 1. 1 Luas Wilayah Kecamatan di Kabupaten Demak**

No.	Kecamatan	Luas (%)	Luas (Km2)
1.	Mranggen	7,82	77,97
2.	Karangawen	8,31	82,87
3.	Guntur	6,33	63,06
4.	Sayung	8,46	84,39
5.	Karangtengah	5,82	58,00
6.	Bonang	8,75	87,26
7.	Demak	6,59	65,65
8.	Wonosalam	6,31	62,87
9.	Dempet	6,44	64,23
10.	Kebonagung	4,45	44,40
11.	Gajah	5,20	51,83
12.	Karanganyar	7,17	71,53
13.	Mijen	5,42	53,99
14.	Wedung	12,93	128,90

### **1.4.2 Ruang Lingkup Materi**

Ruang lingkup materi dalam penelitian ini mencakup analisis kesesuaian lahan untuk budidaya bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) di Kabupaten Demak dengan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) berbasis penginderaan jauh dan analisis spasial. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kesesuaian lahan berdasarkan karakteristik lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan bawang merah. Proses penelitian meliputi pengolahan data variabel lingkungan, pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode MaxEnt, serta identifikasi kawasan yang berpotensi untuk pengembangan budidaya bawang merah. Materi yang dikaji dalam penelitian ini meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

#### **A. Analisis Variabel Lingkungan dan Pengolahan Data Spasial**

Tahapan ini mencakup identifikasi dan pengolahan variabel lingkungan yang berpengaruh terhadap kesesuaian lahan bawang merah, yaitu ketinggian, kemiringan lereng, suhu permukaan (*Land Surface Temperature/LST*), kelembapan permukaan (*Normalized Difference Moisture Index/NDMI*), curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, serta jarak dari sungai. Variabel-variabel tersebut diperoleh dari berbagai sumber data penginderaan jauh dan data sekunder, seperti DEMNAS, Sentinel-2, Landsat 9, RBI, CHIRPS, dan data jenis tanah. Data yang telah dikumpulkan selanjutnya diolah serta diintegrasikan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menghasilkan basis data spasial yang digunakan sebagai masukan dalam pemodelan kesesuaian lahan. Hasil pengolahan data tersebut menjadi dasar dalam analisis hubungan antara karakteristik lingkungan dan kesesuaian lahan bawang merah.

#### **B. Pemodelan Kesesuaian Lahan Bawang Merah Menggunakan Metode MaxEnt**

Tahapan berikutnya adalah pemodelan kesesuaian lahan bawang merah menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt). Pemodelan dilakukan dengan memanfaatkan data keberadaan (*presence-only*) bawang merah dan variabel lingkungan untuk mengetahui tingkat kesesuaian lahan pada setiap wilayah penelitian. Output yang dihasilkan berupa peta probabilitas kesesuaian lahan yang menunjukkan peluang suatu wilayah untuk mendukung budidaya bawang merah. Kinerja model dievaluasi menggunakan nilai *Area Under Curve* (AUC) guna mengetahui tingkat akurasi model, sedangkan pengaruh masing-masing variabel lingkungan dianalisis melalui uji *jackknife*.

#### **C. Klasifikasi dan Analisis Kesesuaian Lahan**

Hasil pemodelan probabilitas kesesuaian lahan kemudian diklasifikasikan ke dalam kelas kesesuaian lahan berdasarkan klasifikasi FAO, yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai (N) (Food and Agriculture Organization (FAO), 1976). Klasifikasi tersebut bertujuan untuk mempermudah interpretasi tingkat kesesuaian lahan secara spasial terhadap budidaya bawang merah di Kabupaten Demak. Setiap kelas menunjukkan tingkat kemampuan lahan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang merah berdasarkan karakteristik lingkungannya. Hasil klasifikasi selanjutnya digunakan sebagai dasar dalam identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah melalui analisis spasial lanjutan.

#### **D. Identifikasi Kawasan Potensial Pengembangan Bawang Merah**

Identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah dilakukan berdasarkan hasil klasifikasi kesesuaian lahan yang menunjukkan tingkat kesesuaian tinggi. Analisis difokuskan pada area yang termasuk dalam kelas sangat sesuai (S1) dan cukup sesuai (S2) karena dianggap memiliki kondisi lingkungan yang mendukung budidaya bawang merah. Area tersebut kemudian dieliminasi dengan lokasi budidaya bawang merah eksisting untuk memperoleh wilayah yang masih berpotensi dikembangkan. Hasil analisis menghasilkan informasi mengenai lokasi-lokasi yang secara lingkungan sesuai dan berpeluang menjadi kawasan pengembangan budidaya bawang merah baru di Kabupaten Demak.

#### **E. Validasi Hasil Analisis**

Validasi dilakukan untuk mengetahui tingkat kesesuaian hasil identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah dengan kondisi aktual di lapangan. Jumlah titik validasi ditentukan menggunakan rumus Cochran, sedangkan distribusi titik sampel ditetapkan melalui metode *stratified random sampling* berdasarkan kelas hasil analisis, yaitu kawasan potensial dan tidak potensial. Titik validasi dibuat menggunakan *tool Create Random Points* pada ArcGIS guna memastikan penyebaran sampel yang mewakili setiap kelas analisis. Hasil validasi digunakan untuk mengevaluasi tingkat kesesuaian antara hasil analisis spasial dengan kondisi eksisting di lapangan.

### **1.5 Tahapan/Proses**

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui serangkaian tahapan yang disusun secara sistematis, mulai dari tahap persiapan hingga menghasilkan output berupa peta kawasan potensial pengembangan bawang merah. Tahapan penelitian terdiri atas persiapan, pengumpulan data, pengolahan dan analisis data, serta tahap akhir. Setiap tahapan memiliki

peran yang saling berkaitan dalam mendukung pencapaian tujuan penelitian. Penyusunan tahapan penelitian dilakukan untuk memastikan proses penelitian berjalan secara terarah dan menghasilkan output yang sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan. Penjelasan masing-masing tahapan diuraikan sebagai berikut:

### **1. Tahap Persiapan**

Tahap persiapan diawali dengan identifikasi permasalahan yang menjadi dasar pelaksanaan penelitian. Permasalahan yang dikaji berkaitan dengan pemanfaatan lahan budidaya bawang merah di Kabupaten Demak yang belum sepenuhnya mempertimbangkan karakteristik lingkungan dan kondisi agroklimat wilayah. Kegiatan pada tahap ini meliputi penetapan tujuan dan ruang lingkup penelitian, penentuan tema dan judul, studi literatur, serta penyusunan rencana kegiatan penelitian. Selain itu, dilakukan kajian teori mengenai kesesuaian lahan, arahan pengembangan kawasan pertanian, metode *Maximum Entropy* (MaxEnt), penginderaan jauh, dan syarat tumbuh bawang merah sebagai landasan dalam pelaksanaan penelitian.

### **2. Tahap Pengumpulan Data**

Tahap pengumpulan data bertujuan untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam proses analisis, baik berupa data primer maupun data sekunder. Data sekunder yang digunakan terdiri atas delapan variabel lingkungan, yaitu curah hujan, kelembapan tanah (*Normalized Difference Moisture Index/NDMI*), kemiringan lereng, ketinggian, jenis tanah, tutupan lahan, jarak dari sungai, dan suhu permukaan (*Land Surface Temperature/LST*). Variabel tersebut diperoleh melalui pengolahan data penginderaan jauh serta data sekunder dari berbagai instansi terkait. Selain itu, data titik keberadaan bawang merah diperoleh melalui survei lapangan dan digunakan sebagai data kehadiran (*presence data*) dalam pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Data tersebut berperan dalam mengidentifikasi hubungan antara lokasi budidaya bawang merah dengan variabel lingkungan yang memengaruhi kesesuaian lahan. Setelah diperoleh hasil identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah, dilakukan pengumpulan data validasi lapangan untuk menguji kesesuaian hasil analisis dengan kondisi aktual. Jumlah titik validasi ditentukan menggunakan rumus Cochran, sedangkan distribusi titik sampel ditetapkan melalui metode *stratified random sampling* berdasarkan kelas hasil analisis.

### **3. Tahap Pengolahan dan Analisis Data**

Tahap pengolahan dan analisis data dilakukan menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) dan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk menghasilkan peta kawasan potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak. Proses analisis

dilakukan secara bertahap mulai dari pengolahan variabel lingkungan, penyusunan data titik keberadaan bawang merah, pemodelan kesesuaian lahan menggunakan MaxEnt, klasifikasi kesesuaian lahan, identifikasi kawasan potensial pengembangan, hingga validasi hasil analisis. Setiap tahapan saling berkaitan dan menjadi dasar bagi tahapan berikutnya. Rincian tahapan pengolahan dan analisis data dijelaskan sebagai berikut.

**a. Pengolahan Variabel Lingkungan**

Pengolahan dilakukan terhadap data penginderaan jauh dan data sekunder untuk menghasilkan variabel lingkungan yang digunakan dalam pemodelan kesesuaian lahan bawang merah. Variabel yang digunakan meliputi ketinggian, kemiringan lereng, kelembapan tanah (*Normalized Difference Moisture Index/NDMI*), suhu permukaan (*Land Surface Temperature/LST*), curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, dan jarak dari sungai. Masing-masing variabel diekstraksi dan diolah sesuai sumber datanya sebelum digunakan dalam analisis. Seluruh variabel kemudian diseragamkan dalam format raster, sistem proyeksi, resolusi spasial, dan batas wilayah penelitian agar dapat digunakan sebagai input dalam pemodelan MaxEnt.

**b. Penyusunan Data Titik Keberadaan Bawang Merah**

Data titik keberadaan bawang merah digunakan sebagai data kehadiran (*presence data*) dalam pemodelan MaxEnt. Data tersebut diperoleh melalui survei lapangan pada lokasi budidaya bawang merah yang tersebar di Kabupaten Demak. Setiap titik menunjukkan lokasi aktual keberadaan tanaman bawang merah pada saat pengambilan data. Data yang telah dikumpulkan selanjutnya dikonversi ke dalam format spasial dan digunakan bersama variabel lingkungan sebagai input pemodelan.

**c. Pemodelan Kesesuaian Lahan Menggunakan MaxEnt**

Pemodelan kesesuaian lahan dilakukan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) dengan memanfaatkan data keberadaan (*presence data*) bawang merah dan variabel lingkungan sebagai input model. Metode ini digunakan untuk memprediksi tingkat kesesuaian lahan berdasarkan hubungan antara lokasi budidaya bawang merah dengan karakteristik lingkungan di Kabupaten Demak. Proses pemodelan diawali dengan menjalankan model MaxEnt untuk menghasilkan peta probabilitas kesesuaian lahan dengan nilai peluang antara 0 hingga 1. Kinerja model kemudian dievaluasi menggunakan nilai *Area Under Curve* (AUC) yang diperoleh dari kurva *Receiver Operating Characteristic* (ROC) guna mengetahui tingkat akurasi model. Selain itu, pengaruh masing-masing variabel lingkungan dianalisis

menggunakan nilai *percent contribution* dan uji *jackknife* untuk mengidentifikasi variabel yang paling berperan dalam menentukan kesesuaian lahan bawang merah.

**d. Klasifikasi dan Analisis Kesesuaian Lahan**

Peta probabilitas kesesuaian lahan yang dihasilkan dari pemodelan MaxEnt selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kelas kesesuaian lahan berdasarkan klasifikasi FAO, yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai (N) (Food and Agriculture Organization (FAO), 1976). Pengelompokan tersebut dilakukan untuk mempermudah interpretasi tingkat kesesuaian lahan terhadap budidaya bawang merah secara spasial di Kabupaten Demak. Setiap kelas menunjukkan tingkat kemampuan lahan dalam mendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang merah berdasarkan karakteristik lingkungannya. Hasil klasifikasi kemudian dianalisis untuk mengetahui persebaran tingkat kesesuaian lahan pada wilayah penelitian. Kelas sangat sesuai (S1) dan cukup sesuai (S2) selanjutnya direklasifikasi sebagai kawasan potensial yang digunakan dalam tahap identifikasi kawasan pengembangan bawang merah.

**e. Identifikasi Kawasan Potensial Pengembangan Bawang Merah**

Identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah dilakukan berdasarkan hasil reklasifikasi kesesuaian lahan yang mengelompokkan kelas sangat sesuai (S1) dan cukup sesuai (S2) sebagai kawasan potensial. Analisis dilakukan menggunakan teknik *overlay* dan *raster calculator* dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menghasilkan peta kawasan potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak. Proses tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi wilayah yang memiliki tingkat kesesuaian tinggi berdasarkan hasil pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Hasil analisis berupa peta kawasan potensial yang menunjukkan sebaran wilayah yang direkomendasikan untuk pengembangan budidaya bawang merah berdasarkan karakteristik biofisik lingkungan.

**f. Validasi Hasil Analisis**

Validasi hasil analisis bertujuan untuk mengetahui tingkat kesesuaian kawasan potensial pengembangan bawang merah yang dihasilkan dengan kondisi aktual di lapangan. Jumlah titik validasi ditentukan menggunakan rumus Cochran, sedangkan persebaran titik sampel ditetapkan melalui metode *stratified random sampling* berdasarkan kelas hasil analisis, yaitu kawasan potensial dan tidak potensial. Titik validasi kemudian dibuat menggunakan *tool Create Random Points* pada perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memperoleh lokasi pengamatan yang

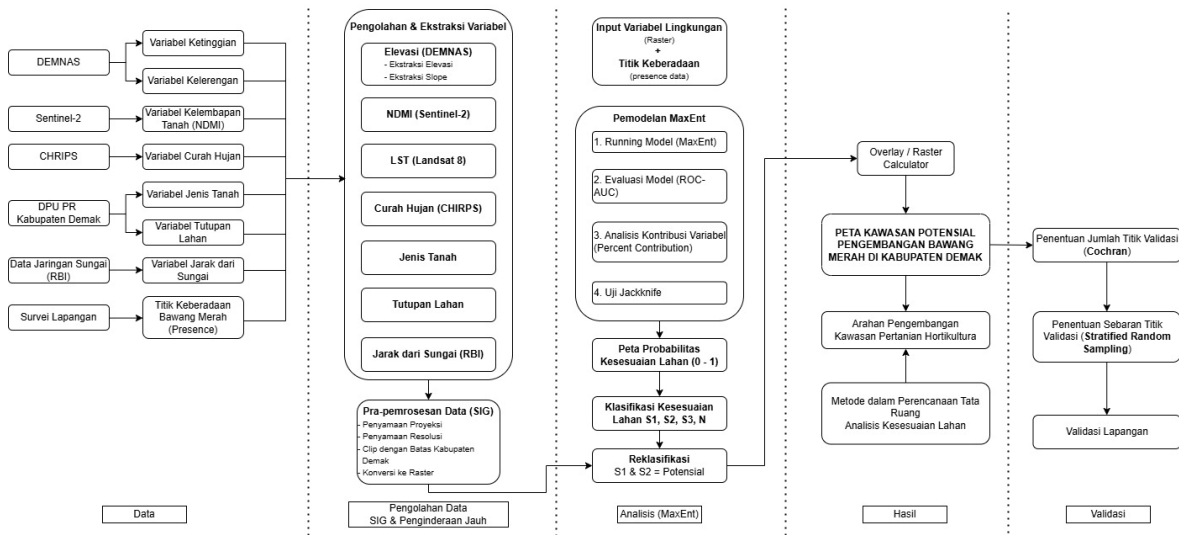
mewakili setiap kelas analisis. Selanjutnya, survei lapangan dilakukan pada titik-titik tersebut guna mengevaluasi kesesuaian hasil analisis spasial dengan kondisi eksisting berdasarkan karakteristik penggunaan lahan dan lingkungan pada masing-masing lokasi pengamatan.

Gambar 1.2 menunjukkan tahapan penelitian yang disusun secara sistematis untuk mengidentifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak. Tahapan penelitian diawali dengan pengolahan variabel lingkungan dan penyusunan data titik keberadaan (*presence data*) bawang merah yang digunakan sebagai input dalam pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt). Hasil pemodelan kemudian dievaluasi melalui nilai *Area Under Curve* (AUC), *percent contribution*, dan uji *jackknife* untuk mengetahui tingkat akurasi model serta pengaruh masing-masing variabel lingkungan terhadap kesesuaian lahan bawang merah. Peta probabilitas yang dihasilkan selanjutnya diklasifikasikan ke dalam kelas kesesuaian lahan berdasarkan klasifikasi FAO dan direklasifikasi untuk mengidentifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah. Tahap akhir penelitian meliputi validasi hasil analisis melalui penentuan jumlah titik sampel menggunakan rumus Cochran, penyebaran titik sampel dengan metode *stratified random sampling*, serta survei lapangan untuk mengevaluasi kesesuaian hasil analisis dengan kondisi aktual di lapangan.

Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi tingkat kesesuaian lahan dan menentukan kawasan potensial pengembangan budidaya bawang merah di Kabupaten Demak. Proses analisis dilakukan dengan mengolah variabel lingkungan menggunakan SIG dan penginderaan jauh, kemudian dimodelkan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk menghasilkan peta kesesuaian lahan. Hasil pemodelan selanjutnya digunakan untuk menentukan kawasan yang berpotensi dikembangkan sebagai area budidaya bawang merah baru.

Analisis kesesuaian lahan merupakan salah satu metode yang digunakan dalam Perencanaan Tata Ruang untuk menilai tingkat kecocokan suatu wilayah terhadap fungsi atau kegiatan tertentu. Metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) pada penelitian ini digunakan sebagai pendekatan dalam melakukan analisis kesesuaian lahan berdasarkan karakteristik lingkungan yang memengaruhi budidaya bawang merah. Hasil analisis tersebut menjadi dasar dalam penyusunan arahan pengembangan kawasan pertanian sehingga dapat memberikan informasi pendukung dalam

menentukan lokasi pengembangan budidaya bawang merah yang lebih sesuai dengan kondisi lingkungan di Kabupaten Demak.



Sumber: Hasil Analisis, 2026

**Gambar 1. 2 Diagram Alir Pengolahan dan Analisis Data Penentuan Kawasan Potensial Bawang Merah di Kabupaten Demak**

#### 4. Tahap Akhir

Tahap akhir merupakan tahap penyusunan dan penyajian hasil penelitian berdasarkan seluruh proses analisis yang telah dilakukan. Hasil utama penelitian berupa peta kawasan potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak yang diperoleh melalui pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) dan analisis spasial. Peta tersebut disusun berdasarkan hasil klasifikasi tingkat kesesuaian lahan serta identifikasi kawasan yang memiliki potensi untuk pengembangan budidaya bawang merah. Hasil penelitian juga dilengkapi dengan interpretasi dan pembahasan mengenai karakteristik kawasan potensial yang dihasilkan.

Hasil akhir penelitian berupa peta kawasan potensial dan kawasan tidak potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak. Informasi tersebut dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan arahan pengembangan kawasan pertanian bawang merah yang lebih terarah sesuai dengan karakteristik lingkungan wilayah. Hasil penelitian juga diharapkan dapat mendukung pengambilan keputusan dalam pengembangan sektor pertanian secara berkelanjutan. Kawasan yang direkomendasikan memiliki tingkat kesesuaian yang lebih baik untuk mendukung budidaya bawang merah di masa mendatang.

#### 1.6 Metode dan Hasil Akhir

Tahap akhir berfokus pada penyusunan dan penyajian hasil penelitian dari seluruh rangkaian analisis yang telah dilakukan. Hasil utama yang diperoleh berupa peta kawasan

potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak yang dihasilkan melalui pemodelan MaxEnt dan analisis spasial. Peta tersebut disusun berdasarkan hasil klasifikasi tingkat kesesuaian lahan serta identifikasi wilayah yang memiliki potensi untuk pengembangan budidaya bawang merah. Setiap kelas kesesuaian menggambarkan perbedaan kondisi lingkungan yang memengaruhi tingkat kelayakan lahan untuk budidaya. Hasil penelitian kemudian dilengkapi dengan interpretasi karakteristik wilayah pada masing-masing kelas kesesuaian, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai sebaran potensi pengembangan. Informasi yang dihasilkan dapat digunakan sebagai dasar dalam penyusunan arahan pengembangan kawasan pertanian yang sesuai dengan kondisi lingkungan setempat dan mendukung pengambilan keputusan dalam pengembangan sektor pertanian berkelanjutan. Peta yang dihasilkan juga dapat menjadi acuan awal dalam menentukan prioritas wilayah pengembangan bawang merah di masa mendatang.

### **1.6.1 Metode**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan pendekatan analisis spasial berbasis penginderaan jauh. Pendekatan tersebut digunakan untuk menganalisis kesesuaian lahan bawang merah di Kabupaten Demak berdasarkan karakteristik lingkungan dan data titik keberadaan bawang merah. Analisis dilakukan dengan memanfaatkan berbagai variabel lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bawang merah. Hubungan antara data keberadaan bawang merah dan variabel lingkungan kemudian dimodelkan menggunakan algoritma *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk memprediksi tingkat kesesuaian lahan secara spasial.

Metode penelitian mencakup pengumpulan data primer dan data sekunder sebagai bahan utama dalam proses analisis. Data yang diperoleh selanjutnya diolah untuk menghasilkan variabel lingkungan yang digunakan dalam pemodelan kesesuaian lahan. Tahapan analisis meliputi pemodelan menggunakan *Maximum Entropy* (MaxEnt), klasifikasi tingkat kesesuaian lahan, identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah, serta validasi hasil analisis menggunakan metode *stratified random sampling*. Melalui tahapan tersebut, penelitian ini menghasilkan informasi spasial mengenai kawasan yang berpotensi untuk pengembangan budidaya bawang merah di Kabupaten Demak.

#### **A. Kebutuhan Data**

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer berupa titik keberadaan bawang merah yang diperoleh melalui survei lapangan. Data sekunder mencakup variabel lingkungan yang digunakan dalam pemodelan kesesuaian lahan, meliputi ketinggian, kemiringan lereng, kelembapan tanah (*Normalized Difference*

*Moisture Index / NDMI*), suhu permukaan (*Land Surface Temperature / LST*), curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, serta jarak dari sungai. Seluruh data tersebut diperoleh dari hasil pengolahan data penginderaan jauh dan sumber sekunder dari berbagai instansi, antara lain DEMNAS, Sentinel-2, Landsat 9, CHIRPS, RBI, serta instansi pemerintah terkait untuk data jenis tanah. Data kemudian diolah dalam format spasial yang seragam agar dapat digunakan sebagai input dalam pemodelan menggunakan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Rincian kebutuhan data dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.2.

**Tabel 1. 2 Kebutuhan Data Penelitian**

No.	Nama Data	Jenis Data	Bentuk Data	Sumber Data
1.	Peta Ketinggian	Sekunder	Raster (GeoTIFF)	DEMNAS (BIG)
2.	Peta Kemiringan Lereng	Sekunder	Raster (GeoTIFF)	DEMNAS (BIG)
3.	Peta Kelembaban Tanah (NDMI)	Sekunder	Raster (GeoTIFF)	Citra Sentinel-2
4.	Peta Suhu Permukaan (LST)	Sekunder	Raster (GeoTIFF)	Citra Landsat 9
5.	Peta Curah Hujan	Sekunder	Raster (GeoTIFF)	CHIRPS
6.	Peta Jenis Tanah	Sekunder	Vektor (Shapefile)	DPU PR Kabupaten Demak
7.	Peta Tutupan Lahan	Sekunder	Vektor (Shapefile)	DPU PR Kabupaten Demak
8.	Peta Jarak dari Sungai	Sekunder	Raster (GeoTIFF)	Data Jaringan Sungai
9.	Titik Keberadaan Bawang Merah	Primer	Titik (Shapefile/CSV)	Survei Lapangan

Sumber: Hasil Analisis, 2026

## **B. Instrumen Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui observasi lapangan, studi literatur, serta pengolahan data spasial menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Observasi lapangan digunakan untuk memperoleh titik keberadaan bawang merah sebagai data kehadiran (*presence data*) dalam pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Kegiatan ini juga bertujuan untuk mendapatkan dokumentasi serta informasi mengenai kondisi aktual penggunaan lahan di lokasi penelitian. Data hasil observasi tersebut menjadi salah satu dasar dalam penyusunan data analisis spasial.

Pengolahan data spasial dilakukan dengan memanfaatkan data penginderaan jauh dan data sekunder untuk menghasilkan variabel lingkungan yang digunakan dalam analisis kesesuaian lahan. Variabel lingkungan tersebut meliputi ketinggian, kemiringan lereng, kelembaban tanah (*Normalized Difference Moisture Index / NDMI*), suhu permukaan (*Land Surface Temperature / LST*), curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, serta jarak dari sungai.

Seluruh data tersebut diolah dalam lingkungan Sistem Informasi Geografis agar memiliki format spasial yang seragam. Data yang telah diolah kemudian siap digunakan sebagai input dalam proses analisis lebih lanjut.

Pemilihan variabel lingkungan dalam penelitian ini didasarkan pada karakteristik biofisik yang mempengaruhi pertumbuhan bawang merah. Penentuan variabel tersebut juga didukung oleh hasil studi literatur terkait kesesuaian lahan pertanian. Variabel yang telah ditentukan digunakan sebagai input dalam pemodelan kesesuaian lahan. Proses pemodelan dilakukan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk menghasilkan sebaran tingkat kesesuaian lahan secara spasial.

### 1. Penentuan Titik Keberadaan Bawang Merah

Data titik keberadaan bawang merah diperoleh melalui survei lapangan pada lokasi budidaya bawang merah di Kabupaten Demak. Survei dilakukan untuk memperoleh data lokasi aktual budidaya bawang merah yang digunakan sebagai data kehadiran (*presence data*) dalam pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Data titik keberadaan tersebut disajikan dalam format spasial berupa titik koordinat yang kemudian digunakan sebagai input bersama variabel lingkungan dalam proses analisis kesesuaian lahan. Titik koordinat yang diperoleh selanjutnya diolah dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) agar dapat terintegrasi dengan data spasial lainnya.

Survei lapangan mencakup pengumpulan dokumentasi serta informasi mengenai kondisi aktual penggunaan lahan pada lokasi penelitian. Pengumpulan informasi tersebut dilakukan untuk memperoleh gambaran kondisi lapangan yang lebih akurat. Informasi yang diperoleh juga membantu dalam memahami karakteristik penggunaan lahan pada area budidaya bawang merah. Hasil pendataan titik keberadaan bawang merah pada masing-masing kecamatan di Kabupaten Demak disajikan pada Tabel 1.3.

**Tabel 1. 3 Distribusi Titik Keberadaan Bawang Merah per Kecamatan**

No.	Kecamatan	Jumlah Titik
1.	Mranggen	1
2.	Karangawen	2
3.	Guntur	1
4.	Sayung	1
5.	Karangtengah	1
6.	Bonang	1

7.	Demak	21
8.	Wonosalam	2
9.	Dempet	15
10.	Kebonagung	6
11.	Gajah	4
12.	Karanganyar	25
13.	Mijen	90
14.	Wedung	30
<b>Total</b>		<b>200</b>

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Berdasarkan Tabel 1.3, titik keberadaan bawang merah tersebar di beberapa kecamatan di Kabupaten Demak yang merupakan wilayah budidaya eksisting. Persebaran titik tersebut merepresentasikan kondisi aktual keberadaan bawang merah di lapangan. Data tersebut digunakan sebagai data kehadiran (*presence data*) dalam pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt). Pemanfaatan data titik keberadaan ini dilakukan untuk mendukung proses analisis spasial dalam menentukan tingkat kesesuaian lahan.

## 2. Pengumpulan Data Variabel Lingkungan

Penelitian ini menggunakan data variabel lingkungan yang diperoleh melalui studi literatur dan pengolahan data penginderaan jauh, selain data titik keberadaan bawang merah. Variabel lingkungan yang digunakan meliputi curah hujan, kelembapan tanah (*Normalized Difference Moisture Index / NDMI*), kemiringan lereng, ketinggian, jenis tanah, tutupan lahan, jarak dari sungai, serta suhu permukaan (*Land Surface Temperature / LST*). Data tersebut disusun dalam format spasial untuk mendukung proses analisis kesesuaian lahan. Seluruh variabel kemudian diolah agar memiliki keseragaman sistem proyeksi dan resolusi spasial.

Peraturan Menteri Pertanian Nomor 79 Tahun 2013 tentang Pedoman Kriteria Teknis Kawasan Pertanian menjadi acuan dalam pemilihan variabel lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini. Regulasi tersebut menegaskan bahwa faktor iklim, tanah, topografi, dan ketersediaan air merupakan komponen utama dalam penentuan kesesuaian lahan pertanian. Variabel yang dipilih dalam penelitian ini disusun untuk merepresentasikan kondisi lingkungan fisik tersebut. Pemilihan tersebut bertujuan agar faktor-faktor yang

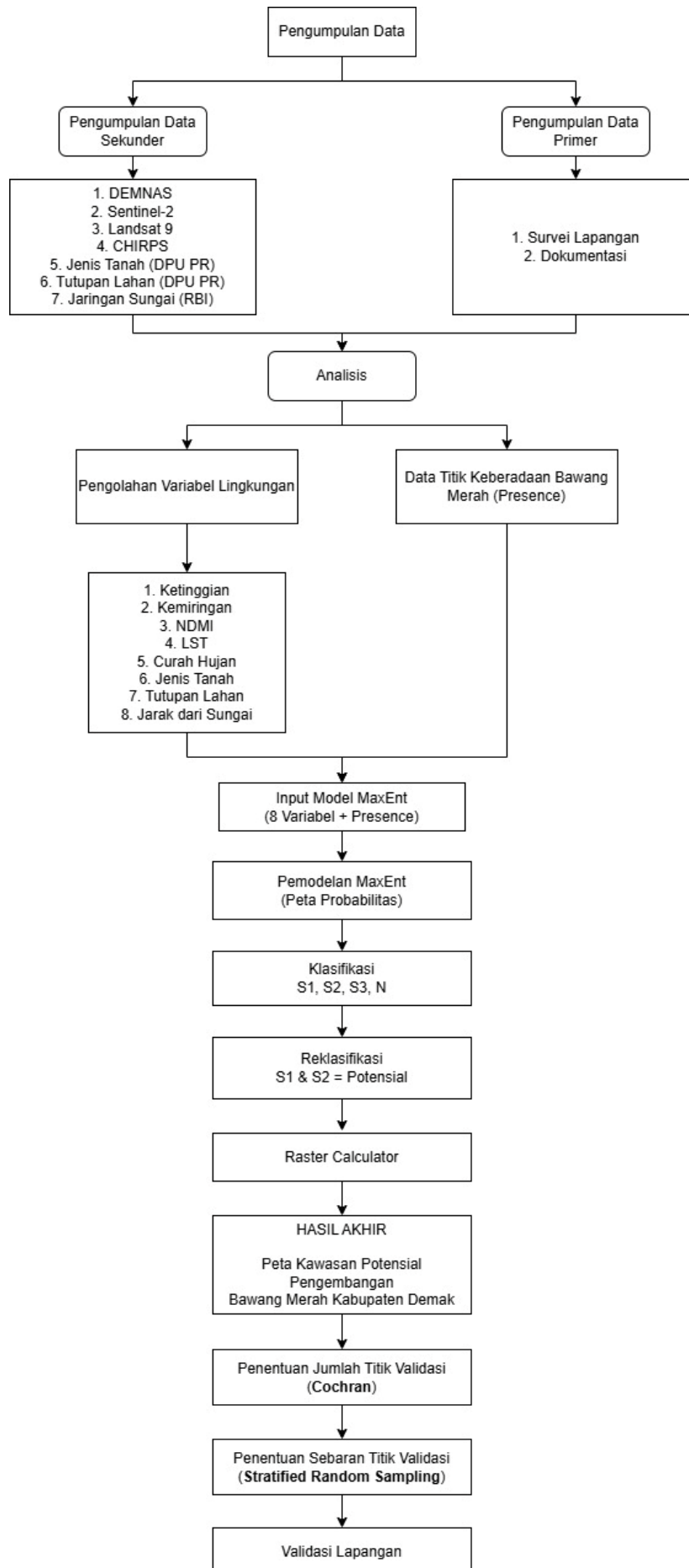
mempengaruhi pertumbuhan dan persebaran bawang merah dapat tergambarkan secara lebih menyeluruh.

Data variabel lingkungan tersebut digunakan sebagai faktor penentu kesesuaian lahan bawang merah. Variabel tersebut berperan dalam menggambarkan kondisi biofisik wilayah penelitian secara spasial dan memberikan informasi mengenai karakteristik lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Seluruh variabel kemudian diintegrasikan ke dalam proses analisis kesesuaian lahan yang dilakukan secara spasial. Analisis tersebut dilakukan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk menghasilkan sebaran tingkat kesesuaian lahan di Kabupaten Demak.

### **C. Teknik Analisis**

Teknik analisis dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan analisis spasial berbasis penginderaan jauh dan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk mengidentifikasi kesesuaian lahan serta kawasan potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak. Analisis dilakukan secara bertahap yang meliputi pengolahan variabel lingkungan, penyusunan data titik keberadaan bawang merah, pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode MaxEnt, klasifikasi tingkat kesesuaian lahan, identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah, serta validasi hasil analisis. Setiap tahapan dilakukan secara sistematis untuk menghasilkan output berupa informasi spasial yang menggambarkan tingkat kesesuaian lahan di wilayah penelitian. Alur metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 1.3.

Gambar 1.3 menunjukkan tahapan metode dan hasil akhir penelitian yang dilakukan secara sistematis mulai dari pengumpulan data primer dan sekunder, pengolahan variabel lingkungan, pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt), klasifikasi tingkat kesesuaian lahan, hingga identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak. Tahapan penelitian juga mencakup proses validasi hasil analisis menggunakan metode *stratified random sampling* berdasarkan hasil kawasan potensial yang diperoleh. Rangkaian tahapan tersebut menggambarkan alur kerja penelitian dari awal hingga diperoleh hasil akhir berupa peta kesesuaian lahan. Setiap proses dilakukan secara berurutan untuk memastikan hasil analisis yang diperoleh memiliki tingkat ketelitian yang memadai.



### Gambar 1. 3 Diagram Alir Metode dan Hasil Akhir Penelitian

#### a. Pengolahan Variabel Lingkungan

Pengolahan variabel lingkungan dilakukan untuk menghasilkan data spasial yang digunakan sebagai input dalam pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode *Maximum Entropy (MaxEnt)*. Variabel lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas delapan variabel, yaitu ketinggian, kemiringan lereng, kelembapan tanah (*Normalized Difference Moisture Index / NDMI*), suhu permukaan (*Land Surface Temperature / LST*), curah hujan, jenis tanah, tutupan lahan, serta jarak dari sungai. Seluruh variabel tersebut diolah menggunakan perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG) agar memiliki format spasial yang seragam. Pengolahan citra penginderaan jauh juga dilakukan untuk menghasilkan variabel NDMI dan LST yang digunakan dalam analisis kesesuaian lahan.

Proses pengolahan data dilakukan melalui tahapan *clipping*, *reprojection*, penyamaan sistem koordinat, dan penyamaan resolusi raster. Variabel ketinggian dan kemiringan lereng diperoleh dari data DEMNAS, sedangkan curah hujan diperoleh dari data CHIRPS. Variabel NDMI dihasilkan dari pengolahan citra Sentinel-2, sementara LST diperoleh dari pengolahan citra Landsat 9. Data jenis tanah dan tutupan lahan diperoleh dari data sekunder instansi terkait, sedangkan variabel jarak dari sungai diturunkan dari data jaringan sungai RBI yang diolah menggunakan analisis *buffer* untuk menghasilkan zona jarak dari sungai.

#### b. Penyusunan Data Titik Keberadaan Bawang Merah

Data titik keberadaan bawang merah digunakan sebagai data kehadiran (*presence data*) dalam pemodelan *Maximum Entropy (MaxEnt)*. Data tersebut diperoleh melalui survei lapangan pada wilayah budidaya bawang merah di Kabupaten Demak dan disajikan dalam bentuk titik koordinat spasial. Titik koordinat tersebut merepresentasikan lokasi aktual budidaya bawang merah di lapangan. Seluruh data kemudian disusun dalam format spasial yang seragam agar dapat digunakan sebagai input dalam proses pemodelan kesesuaian lahan.

Titik keberadaan bawang merah dianalisis bersama variabel lingkungan untuk melihat hubungan antara lokasi budidaya dan kondisi biofisik wilayah. Proses pengolahan dilakukan dalam Sistem Informasi Geografis (SIG) agar data dapat terintegrasi secara spasial. Data yang telah siap digunakan kemudian dimasukkan ke dalam model *Maximum Entropy (MaxEnt)* sebagai data input utama. Penyusunan data ini bertujuan untuk memastikan kesesuaian format dan kelengkapan data sebelum proses pemodelan dilakukan.

### **c. Pemodelan Kesesuaian Lahan Menggunakan Metode *Maximum Entropy* (MaxEnt)**

Pemodelan kesesuaian lahan dilakukan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) dengan memanfaatkan data titik keberadaan (*presence data*) bawang merah dan variabel lingkungan sebagai input model. Metode ini digunakan untuk mengidentifikasi hubungan antara keberadaan bawang merah dengan kondisi lingkungan yang mempengaruhi kesesuaian lahan di Kabupaten Demak. Proses pemodelan dilakukan dengan pendekatan probabilistik untuk menghasilkan distribusi spasial kesesuaian lahan. Hasil model kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta probabilitas kesesuaian lahan.

Hasil pemodelan menunjukkan tingkat peluang kesesuaian lahan untuk budidaya bawang merah yang dinyatakan dalam rentang nilai 0 hingga 1. Nilai yang semakin tinggi menunjukkan tingkat kesesuaian lahan yang semakin baik untuk budidaya bawang merah. Evaluasi kinerja model dilakukan menggunakan nilai *Area Under Curve* (AUC) untuk menilai tingkat akurasi prediksi. Kontribusi masing-masing variabel lingkungan terhadap model dianalisis menggunakan nilai *percent contribution* dan uji *jackknife* untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh.

### **d. Klasifikasi dan Analisis Kesesuaian Lahan**

Hasil pemodelan probabilitas kesesuaian lahan diklasifikasikan ke dalam kelas kesesuaian lahan berdasarkan klasifikasi FAO, yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai (N) (Food and Agriculture Organization (FAO), 1976). Klasifikasi tersebut dilakukan berdasarkan nilai probabilitas hasil pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt) untuk mempermudah interpretasi tingkat kesesuaian lahan secara spasial. Proses ini menghasilkan pembagian wilayah berdasarkan tingkat kesesuaian lahan yang berbeda. Hasil klasifikasi kemudian divisualisasikan dalam bentuk peta sebaran kesesuaian lahan di Kabupaten Demak.

Hasil klasifikasi digunakan untuk mengetahui persebaran tingkat kesesuaian lahan budidaya bawang merah di Kabupaten Demak. Kelas sangat sesuai (S1) dan cukup sesuai (S2) kemudian digunakan sebagai dasar dalam identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah. Pengelompokan kelas ini memudahkan penentuan wilayah yang memiliki tingkat kesesuaian lebih tinggi. Informasi tersebut menjadi dasar dalam tahap analisis spasial selanjutnya.

### **e. Identifikasi Kawasan Potensial Pengembangan Bawang Merah**

Identifikasi kawasan potensial pengembangan bawang merah dilakukan melalui analisis spasial terhadap wilayah dengan tingkat kesesuaian lahan hasil klasifikasi, yaitu kelas sangat sesuai (S1) dan cukup sesuai (S2). Kedua kelas tersebut direklasifikasi sebagai

kawasan potensial pengembangan bawang merah pada wilayah kajian. Proses ini dilakukan untuk memisahkan wilayah yang memiliki potensi pengembangan dari wilayah yang tidak sesuai. Hasil rekalkulasi ini kemudian menjadi dasar dalam analisis spasial lanjutan.

Kawasan potensial diperoleh melalui eliminasi penggunaan lahan selain lahan pertanian dengan memanfaatkan *Raster Calculator* dalam Sistem Informasi Geografis (SIG). Lokasi budidaya bawang merah eksisting dikonversi ke dalam bentuk raster dengan ukuran sel yang disesuaikan dengan hasil pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Proses tersebut dilakukan untuk memastikan kesesuaian resolusi spasial antar data yang digunakan. Hasil analisis menghasilkan peta kawasan potensial dan tidak potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak yang menunjukkan sebaran wilayah yang sesuai secara biofisik untuk pengembangan budidaya.

#### **f. Validasi Hasil Analisis**

Validasi hasil analisis dilakukan untuk mengevaluasi kesesuaian hasil kawasan potensial pengembangan bawang merah dengan kondisi aktual di lapangan. Penentuan jumlah titik validasi dilakukan menggunakan rumus Cochran untuk memperoleh jumlah sampel yang representatif (Cochran & Wiley, n.d.). Rumus Cochran dinyatakan sebagai berikut. Rumus tersebut digunakan untuk menghitung jumlah sampel yang diperlukan dalam proses validasi agar hasil yang diperoleh memiliki tingkat representativitas yang baik.

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$$

Keterangan:

- $n$  = jumlah sampel
- $Z$  = nilai distribusi normal
- $p$  = proporsi kejadian
- $q = 1 - p$
- $e$  = tingkat kesalahan

Pada penelitian ini digunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% sehingga diperoleh nilai  $Z$  sebesar 1,96 berdasarkan tabel distribusi normal standar. Nilai  $p$  ditetapkan sebesar 0,5 karena proporsi kejadian dalam populasi tidak diketahui secara pasti. Nilai  $q$  diperoleh dari  $1 - p$  sehingga bernilai 0,5. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus Cochran diperoleh jumlah titik validasi sebanyak 96 titik.

Distribusi titik validasi dilakukan menggunakan metode *stratified random sampling* berdasarkan kelas hasil analisis, yaitu kawasan potensial dan kawasan tidak potensial

(Sugiyono, 2019). Metode ini digunakan untuk memastikan setiap kelas hasil analisis terwakili dalam proses validasi. Jumlah titik validasi pada masing-masing kelas ditentukan secara proporsional berdasarkan luas kelas hasil analisis. Perhitungan lengkap jumlah sampel menggunakan rumus Cochran disajikan pada lampiran. Penentuan jumlah titik validasi pada masing-masing kelas menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n_i = \frac{L_i}{L_{total}} \times n$$

Keterangan:

- $n_i$  = jumlah titik validasi pada masing-masing kelas
- $L_i$  = luas masing-masing kelas
- $L_{total}$  = total luas wilayah penelitian
- $n$  = jumlah total titik validasi

Titik validasi kemudian dibuat menggunakan *tool Create Random Points* pada perangkat lunak Sistem Informasi Geografis (SIG). Titik tersebut digunakan dalam survei lapangan untuk mengevaluasi kesesuaian antara hasil analisis spasial dengan kondisi aktual di lapangan. Proses validasi dilakukan untuk menilai ketepatan hasil pemodelan dalam menggambarkan kondisi kesesuaian lahan. Evaluasi ini menjadi tahap akhir sebelum interpretasi hasil penelitian dilakukan.

### 1.6.2 Hasil Akhir

Hasil akhir dalam penelitian ini berupa peta kawasan potensial dan kawasan tidak potensial pengembangan bawang merah di Kabupaten Demak. Peta tersebut diperoleh melalui hasil pemodelan kesesuaian lahan menggunakan metode *Maximum Entropy* (MaxEnt) berdasarkan variabel lingkungan dan data titik keberadaan bawang merah sebagai data kehadiran (*presence data*). Proses pemodelan menghasilkan informasi spasial yang menggambarkan tingkat kesesuaian lahan di wilayah penelitian. Informasi tersebut kemudian menjadi dasar dalam penyusunan peta akhir penelitian.

Hasil pemodelan berupa peta probabilitas kesesuaian lahan yang kemudian diklasifikasikan ke dalam kelas kesesuaian lahan berdasarkan klasifikasi FAO, yaitu sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2), sesuai marginal (S3), dan tidak sesuai (N). Kelas sangat sesuai (S1) dan cukup sesuai (S2) selanjutnya direklasifikasi sebagai kawasan potensial pengembangan bawang merah. Proses klasifikasi dilakukan untuk memudahkan interpretasi tingkat kesesuaian lahan secara spasial. Hasil tersebut kemudian digunakan untuk menentukan wilayah yang memiliki potensi pengembangan budidaya bawang merah.

Kawasan potensial pengembangan bawang merah diperoleh melalui proses eliminasi lokasi budidaya bawang merah eksisting menggunakan analisis *Raster Calculator*. Proses tersebut menghasilkan wilayah baru yang secara biofisik sesuai untuk pengembangan budidaya bawang merah di Kabupaten Demak. Hasil analisis ini juga mempertimbangkan kesesuaian antara kondisi lingkungan dan penggunaan lahan aktual. Wilayah yang dihasilkan menunjukkan area yang memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai kawasan budidaya bawang merah.

Peta kawasan potensial pengembangan bawang merah yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan arahan pengembangan kawasan pertanian bawang merah. Informasi tersebut dapat digunakan untuk mendukung perencanaan wilayah yang lebih terarah dan berbasis kondisi biofisik lahan. Hasil penelitian juga diharapkan mampu mendukung pengelolaan lahan pertanian yang lebih adaptif terhadap kondisi lingkungan. Pendekatan ini berkontribusi dalam mendukung pengembangan pertanian bawang merah yang berkelanjutan di Kabupaten Demak.