

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kawasan hulu daerah aliran sungai (DAS) umumnya memiliki topografi berupa dataran tinggi atau pegunungan dengan lahan yang memiliki tingkat kelerengan mulai dari sedang hingga curam. Idealnya, wilayah ini berfungsi sebagai daerah konservasi dengan penutupan lahan berupa hutan alami, hutan lindung, atau hutan produksi, untuk memastikan bahwa fungsi DAS tetap terjaga. Fungsi tersebut mencakup penyimpanan, penampungan, dan pengaliran air hujan secara optimal (Fadhil *et al.*, 2021). Namun, kenyataannya, upaya untuk mempertahankan kelestarian fungsi DAS sering bertentangan dengan kebutuhan masyarakat akan lahan untuk pertanian dan pemukiman, yang menyebabkan terjadinya alih guna lahan.

Perubahan fungsi lahan juga terjadi di kawasan Dataran Tinggi Dieng. Dataran tinggi yang dikenal dengan nama Dieng Plateau ini merupakan wilayah terbatas yang terletak di tengah Pulau Jawa dan memiliki ekosistem hutan alami. Secara administratif, kawasan ini berada di Provinsi Jawa Tengah dan mencakup beberapa kabupaten, yaitu Pekalongan, Batang, Banjarnegara, Wonosobo, Temanggung, dan Kendal. Salah satu persoalan krusial yang dihadapi hutan negara di wilayah Dieng adalah berkurangnya luas kawasan hutan akibat aktivitas ilegal, seperti perambahan hutan, penebangan liar, serta alih fungsi lahan untuk budidaya kentang. Di samping itu, kesadaran masyarakat dan perhatian pemerintah daerah terhadap upaya pelestarian lingkungan masih tergolong rendah. Permasalahan lainnya adalah belum diterapkannya sistem zonasi yang jelas untuk kawasan hutan negara, sehingga pengelolaannya belum berjalan secara optimal dan terarah (Aisyah, 2013).

Perubahan fungsi lahan di Dataran Tinggi Dieng secara langsung berkontribusi pada meningkatnya erosi dan sedimentasi di DAS Serayu yang berada di hilirnya. Kondisi ini memperburuk kualitas sumber daya air dan mengancam keberlanjutan ekosistem serta infrastruktur pengelolaan air di wilayah tersebut (Lesmana, 2020). Sejak Tahun 1989, erosi di DAS Serayu menyebabkan peningkatan sedimentasi di Bendungan Sudirman, Banjarnegara. Menurut Lesmana (2020), volume sedimen yang mengendap di Waduk Mrica telah mencapai 2,66 juta m³, dengan total volume sedimen mencapai 127,41 juta m³ atau sekitar 85,92% dari kapasitas awal waduk. Laju sedimentasi yang parah ini terus

menurunkan kapasitas efektif waduk, dan pada akhir Tahun 2020, volume air efektif yang tersisa hanya sekitar 19,28 juta m³ . Penambahan sedimen tertinggi terjadi pada Tahun 2000 (7 juta m³). Hal ini disebabkan karena terjadi penggundulan hutan secara besar-besaran di Dataran Tinggi Dieng. Sedimentasi ini telah menurunkan produktivitas PLTA Sudirman (Banjarnegara) dan PLTA Garung (Wonosobo) sebagai pemasok listrik Jawa-Bali (Lesmana, 2020).

Kabupaten Wonosobo terletak di Jawa Tengah dan terkenal dengan tanahnya yang subur, udara sejuk, serta menjadi destinasi wisata. Hingga saat ini, Kabupaten Wonosobo masih berfungsi sebagai penyedia sayur-sayuran untuk wilayah sekitarnya. Secara geografis, Wonosobo berada di daerah pegunungan (dataran tinggi), dan memiliki kawasan hutan lindung seluas 18.880 hektar (Hidayat, 2015). Beragam jenis tanaman hortikultura ditanam di lereng-lereng dengan tingkat kemiringan yang bervariasi dan pengolahan lahan yang berbeda, disesuaikan dengan kebutuhan tanaman yang sedang dibudidayakan untuk mencapai hasil optimal. Contohnya, dalam budidaya tanaman kentang, tanaman ini membutuhkan kondisi lahan yang tidak tergenang air. Oleh karena itu, para petani mengolah lahan dengan cara tertentu untuk menghindari genangan, guna memastikan tidak ada hambatan yang mengganggu pertumbuhan tanaman. Minimnya hambatan pada lahan ini justru dapat meningkatkan limpasan permukaan air saat hujan turun.

Pengenalan kentang di Dieng dimulai pada Tahun 1970-an oleh investor dari Kota Bandung, kemudian selama Revolusi Hijau pada 1980-an hingga 1990 -an pengembangan pertanian kentang mendominasi hampir semua lahan pertanian sayuran Dieng. Di era itu permintaan pasar dan harga kentang sangat tinggi. Kondisi ini menyebabkan orientasi masyarakat berubah dari petani tradisional menjadi masyarakat petani yang berorientasi ekonomi. Fenomena ini menyebabkan petani tidak memperhatikan pemrosesan pertanian kentang dalam konteks keberlanjutan (Pradana, Sara, & Wahdaningrum, 2015).

Tahun demi tahun produktivitas tanaman kentang di Dieng mulai menurun. Data statistik dari Tahun 1997 melaporkan, bahwa beberapa komoditas sayuran di dataran tinggi Dieng menunjukkan produktivitas yang relatif rendah, yaitu kentang 16,6 ton/hektar, kubis 22,1 ton/hektar, dan wortel 8,8 ton/hektar. Seharusnya kentang lebih dari 25 ton/hektar, kubis lebih dari 30 ton/hektar, wortel lebih dari 15 ton/hektar (Badan Pusat Statistik, 2006). Masalah ini terjadi karena degradasi lingkungan di Dataran Tinggi

Dieng dan saat ini menjadi masalah lingkungan utama di Kabupaten Wonosobo. Degradasi yang disebabkan oleh dua masalah utama, karena deforestasi dan pola budidaya pertanian yang tidak mengindahkan teknik konservasi.

Petani di Dataran Tinggi Dieng tidak mengindahkan teknik konservasi dengan menerapkan pola penanaman tegak lurus kontur, yang meskipun meningkatkan hasil panen, justru mempercepat limpasan air dan memperburuk erosi (Ningrum *et al.*, 2024). Selain itu, mereka mengabaikan praktik konservasi seperti terasering, guludan, dan tanaman penutup tanah, sehingga tanah lebih mudah terbawa air. Sekarang, sebagian besar lanskap Dieng tidak ditutupi oleh hutan. Dieng saat ini terlihat seperti representasi dari masalah sosial, ekonomi dan ekologis, di mana Dataran Tinggi Dieng mengalami degradasi ekologi akibat alih fungsi lahan tanpa konservasi, yang berdampak pada erosi, longsor, serta ketimpangan sosial-ekonomi akibat ketergantungan petani pada komoditas kentang (Turasih, 2019).

Komoditas kentang yang muncul setelah jagung dan tembakau di Dataran Tinggi Dieng pada awalnya memberikan dampak ekonomi yang besar bagi para petani. Harga jual yang tinggi dan musim tanam yang relatif singkat membuat petani menjalankan usaha pertanian kentang secara intensif (Turasih, 2019). Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk, usaha pertanian ini mulai menjadi destruktif terhadap lingkungan karena adanya perambahan kawasan lindung yang seharusnya dipertahankan sebagai area perlindungan, kini digunakan untuk lahan pertanian (Pradana, Sara, & Wahdaningrum, 2015). Akibatnya, terjadi penurunan daya dukung lingkungan serta berkurangnya pendapatan petani. Pada akhir 1990-an, penghasilan petani mencapai sekitar 25-30 ton per hektar, namun kini hanya sekitar 10-13 ton per hektar (Jannata & Ma'rif, 2017).

Kawasan hortikultura di wilayah dataran tinggi cenderung rentan terhadap erosi. Namun, sebagian besar petani sayuran di daerah tersebut belum mengimplementasikan teknologi konservasi tanah. Rendahnya tingkat adopsi teknologi ini disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah kekhawatiran bahwa penerapan konservasi akan mengganggu sistem drainase tanah, yang dapat menyebabkan tanah menjadi terlalu lembab dan berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman (Erfandi & Haryati, 2011).

Selain itu, proses pengerjaannya tergolong berat dan membutuhkan waktu yang cukup lama untuk diselesaikan (Kasdi Subagyo & Kurnia, 2003), serta mengurangi populasi tanaman (Kurnia *et al.*, 1995). Tingginya kandungan lumpur pada sejumlah anak

sungai di bagian hulu DAS Serayu menjadi salah satu indikator bahwa petani sayuran di dataran tinggi belum menerapkan teknik konservasi lahan secara optimal, sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan lahan (Christanto *et al.*, 2018). Sutapraja (1996) mendapatkan bahwa jumlah tanah tererosi pada guludan searah kontur adalah 32,06 t/ha/3 bln., dua kali lebih kecil dibandingkan dengan guludan arah diagonal terhadap kontur yaitu 68,63 t/ha/3 bln.. Kehilangan tanah yang dapat diterima atau toleran pada sebagian besar tanah pertanian berkisar antara 5 hingga 11 ton/ha/3 bln., tergantung pada karakteristik tanah dan kondisi lingkungan lainnya (Henny *et al.*, 2011).



Gambar 1.1. Dataran Tinggi Dieng tanpa penutup lahan berupa hutan

Gambar 1.1. memperlihatkan kondisi lahan lereng di Dataran Tinggi Dieng yang minim tutupan lahan berupa hutan, dengan sebagian besar arealnya digunakan untuk budidaya tanaman semusim. Penggunaan lahan lereng untuk budidaya tanaman semusim dapat berdampak buruk terhadap kualitas lahan apabila pengelolaannya tidak dilakukan secara tepat dan berkelanjutan, terutama jika hanya mengutamakan produktivitas lahan tanpa memikirkan dampak yang ditimbulkan dari proses budidaya yang dilakukan. Salah satu dampak yang ditimbulkan dari proses budidaya ini adalah erosi. Erosi tanah adalah peristiwa terangkutnya tanah dari satu tempat ke tempat lain oleh air atau angin (Akbar *et*

al., 2015). Di daerah tropis basah seperti Indonesia, erosi adalah salah satu faktor yang cukup dominan dalam menurunkan produktivitas lahan. Erosi atau pengikisan atau kelongsoran sesungguhnya merupakan proses penghanyutan tanah oleh desakan-desakan atau kekuatan air dan angin, baik yang berlangsung secara alamiah ataupun sebagai akibat tindakan manusia (Rusdi & Alibasyah, 2013).

Erosi sangat menentukan berhasil tidaknya suatu pengelolaan lahan, oleh karena itu erosi merupakan faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan penggunaan lahan dan pengelolaannya. Pengukuran erosi lahan di Dataran Tinggi Dieng menyebutkan Tingkat Bahaya Erosi sangat berat dan menunjukkan peningkatan dari Tahun 1991 ke Tahun 2009 sebesar 2,5% . Hal ini menunjukkan kualitas lingkungan di wilayah Dataran Tinggi Dieng mengalami penurunan (Sukristiyanti & Mulyono, 2013). Hasil pengukuran erosi yang dilakukan di kawasan hulu DAS Serayu ini mendapatkan bahwa erosi yang terjadi di kawasan hulu DAS Serayu termasuk dalam kelas erosi yang cukup berat yaitu dari 43,93 t/ha/th menjadi 166,350 t/ha/th (Lesmana, 2020).

Untuk menanggulangi tingkat erosi yang semakin berat di kawasan hulu DAS Serayu, langkah-langkah pengelolaan lahan yang lebih efektif sangat diperlukan. Salah satu pendekatan yang bisa diterapkan adalah pengolahan lahan melalui teknik konservasi tanah. Dengan pembuatan teras dan gulud, teknik konservasi mekanis ini mampu menjadi alternatif solusi apabila pendekatan vegetatif tidak lagi efektif dalam mengendalikan masalah erosi yang terus meningkat (Alviyanti, 2006). Untuk mengukur tingkat erosi yang terjadi pada suatu lahan, dikembangkan berbagai metode pengukuran erosi. Salah satu metode yang dapat memberikan nilai erosi secara akurat adalah pengukuran erosi langsung menggunakan plot erosi. Metode ini melibatkan pengamatan erosi di lapangan dengan menggunakan sistem petak (plot) yang memiliki ukuran, kemiringan, panjang lereng, dan jenis tanah tertentu. Aliran air dan sedimen yang keluar dari petak tersebut dikumpulkan dan diamati (Studi *et al.*, 2001). Kelemahan dari metode ini adalah biaya tinggi karena setiap hujan harus diukur. Meskipun demikian, metode ini tetap memberikan data yang akurat, dan solusi seperti penggunaan model simulasi erosi berbasis data dapat menjadi alternatif untuk mendukung keputusan pengelolaan lahan secara lebih efisien.

Salah satu cara terbaik untuk melestarikan tanah adalah dengan memaksimalkan penggunaan lahan. Hal ini memungkinkan para pengambil keputusan atau pengelola DAS

untuk memilih dari berbagai skenario penggunaan lahan untuk membuat pilihan yang optimal dengan berbagai kombinasi variabel (Sokouti & Nikkami, 2017).

Penggunaan lahan berbasis Daerah Aliran Sungai (DAS) menuntut pengelolaan yang optimal. Optimalisasi cara tanam bertujuan untuk memaksimalkan atau meningkatkan fungsi sosial ekonomi untuk memaksimalkan pendapatan petani sekaligus meningkatkan fungsi konservasi DAS atau menurunkan tingkat erosi dengan memperhitungkan kendala keterbatasan sumber daya, sehingga menghasilkan DAS yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi tanpa merusak kelestarian ekosistem DAS. Untuk daerah tropika basah penyebab utama erosi adalah oleh air yang berasal dari curah hujan (Arsyad, 2010; Jamilah, 2017).

Upaya konservasi di Dataran Tinggi Dieng, seperti terasering dan guludan, serta penelitian terkait tanaman konservasi, telah dilaporkan oleh beberapa sumber, termasuk Arsyad (2010) dan Jamilah (2017) yang meneliti teknik pengelolaan lahan di daerah berlereng. Selain itu, Prosdocimi *et al.* (2016) membahas pentingnya kesadaran terhadap hasil sedimen dan prediksi perubahan penggunaan lahan untuk mencegah erosi.

Pemulihan kawasan Dieng memerlukan perencanaan yang komprehensif, mencakup aspek sosial serta kondisi fisik lingkungan. Oleh karena itu, keterlibatan aktif dan pendampingan intensif dari berbagai pihak sangat dibutuhkan guna meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan, sehingga upaya konservasi lahan dapat berjalan seimbang tanpa mengganggu aktivitas ekonomi warga (Turasih, 2019b). Sebagai wujud penanganan kerusakan lingkungan tersebut, Kementerian Pertanian memberikan alternatif kepada petani kentang di Dataran Tinggi Dieng untuk merotasi dengan tanaman Bawang merah. Dari segi harga dan potensi pasar juga cukup menjanjikan (Muzaki, 2019).

Oleh karena diperlukan untuk menghitung nilai maksimum secara ekonomi dari hasil panen dan meminimalisasi jumlah erosi dari produksi kentang dan bawang merah yang dilakukan oleh petani di Dataran Tinggi Dieng, Kabupaten Wonosobo, serta untuk menganalisa pencapaian optimal dengan berbagai pola penanaman dan teknik konservasi untuk produksi kentang dan bawang merah, maka penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *Multiobjective Optimization by Ratio Analysis* (MOORA) (Isa *et al.*, 2020). Optimasi multiobyektif yang dimaksud adalah menghitung secara bersama-sama jumlah paling banyak (maksimasi) dari hasil panen dan sekaligus mendapatkan nilai

erosi yang paling sedikit (minimasi) dari berbagai pola penanaman dan teknik konservasi pada tanaman kentang dan bawang merah. Formula yang akan dimunculkan adalah jumlah erosi akibat sedimen dan pengaliran air yang merupakan fungsi dari parameter hidrolis terkait dan jumlah hasil pendapatan petani yang akan dapat dipakai sebagai model pola penanaman yang efektif pada lahan pertanian di Dataran Tinggi Dieng dengan pendapatan maksimal tetapi tetap mempertahankan kualitas lingkungan.

Dalam penelitian ini, penentuan pola penanaman dan jenis tanaman yang tepat menjadi faktor kunci dalam meminimalkan erosi serta memaksimalkan pendapatan petani. Oleh karena itu, diperlukan analisis berbasis optimasi multiobyektif untuk mencari keseimbangan terbaik antara produktivitas pertanian dan konservasi lahan.

Beberapa faktor utama yang menjadi dasar dalam optimasi dengan metode MOORA meliputi:

1. Biaya usaha tani – mencakup biaya produksi seperti bibit, pupuk, pestisida, tenaga kerja, serta biaya tambahan untuk teknik konservasi tanah yang diterapkan.
2. Pendapatan usaha tani – dihitung berdasarkan produktivitas tanaman dan harga jual hasil panen, dengan mempertimbangkan tren permintaan pasar.
3. Produktivitas Tanaman Kentang dan Bawang Merah – dibandingkan dalam berbagai pola penanaman untuk menentukan skenario optimal yang dapat menjaga keseimbangan antara hasil panen dan konservasi tanah.
4. Permintaan kebutuhan Kentang dan Bawang Merah – sebagai dasar dalam menentukan apakah rotasi tanaman atau diversifikasi dengan bawang merah dapat menjadi alternatif solusi untuk mengurangi eksploitasi lahan sekaligus meningkatkan keuntungan petani.
5. Erosi lahan – menjadi indikator kunci dalam keberlanjutan pertanian dataran tinggi. Erosi dipertimbangkan sebagai faktor pembatas dalam pengambilan keputusan karena berdampak langsung pada degradasi tanah, sedimentasi DAS, dan penurunan produktivitas jangka panjang. Dalam konteks penelitian ini, nilai erosi diukur sebagai kriteria yang harus diminimalkan agar sistem budidaya yang dipilih tidak hanya menguntungkan secara ekonomi tetapi juga ramah lingkungan.

Dalam praktik penelitian di lapangan, dilakukan beberapa tahapan untuk memperoleh data yang digunakan dalam model optimasi MOORA:

1. Pencatatan curah hujan untuk mengidentifikasi pengaruh intensitas hujan terhadap tingkat erosi.
2. Penerapan pola penanaman baik searah maupun tegak lurus kontur untuk mengevaluasi dampaknya terhadap erosi dan hasil panen.
3. Perbandingan tanaman kentang dan bawang merah sebagai alternatif yang lebih berkelanjutan dalam sistem pertanian Dieng.
4. Pengukuran erosi untuk menilai efektivitas teknik konservasi terhadap laju kehilangan tanah.
5. Pengujian dengan metode MOORA, yang akan digunakan untuk mengoptimalkan pola penanaman guna memaksimalkan hasil panen dan meminimalkan tingkat erosi.

Urgensi Penggunaan MOORA dalam penelitian ini yaitu bahwa metode tersebut sangat relevan untuk digunakan dalam penelitian ini karena mampu menangani optimasi multi-kriteria dalam pengambilan keputusan yang mempertimbangkan lebih dari satu variabel secara bersamaan. MOORA digunakan untuk mencari keseimbangan optimal antara produktivitas pertanian dan keberlanjutan lingkungan, khususnya dalam menentukan pola penanaman dan teknik konservasi yang dapat memaksimalkan hasil panen serta meminimalkan tingkat erosi.

Tanpa metode optimasi yang tepat, petani cenderung hanya berfokus pada peningkatan hasil panen tanpa mempertimbangkan dampak jangka panjang terhadap degradasi tanah. Dengan MOORA, penelitian ini dapat memberikan solusi berbasis data untuk menghasilkan pola penanaman yang tidak hanya menguntungkan secara ekonomi tetapi juga lebih berkelanjutan bagi ekosistem Dataran Tinggi Dieng. Selain itu, penggunaan MOORA memungkinkan analisis berbagai skenario pola penanaman dan konservasi, sehingga dapat memberikan rekomendasi yang lebih akurat bagi petani dan pemangku kebijakan.

Pendekatan ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi ilmiah bagi petani dan pemangku kebijakan dalam mengelola lahan secara lebih efisien, meningkatkan kesejahteraan petani, dan menjaga kelestarian ekosistem DAS Serayu di Dataran Tinggi Dieng.

1.2. Identifikasi Masalah

Upaya peningkatan hasil pertanian di Dataran Tinggi Dieng menghadapi berbagai tantangan lingkungan dan teknis. Beberapa permasalahan utama yang teridentifikasi berkaitan erat dengan kerusakan lahan, penurunan produktivitas, dan belum optimalnya penerapan teknik konservasi yang ramah lingkungan. Identifikasi berikut disusun untuk memberikan dasar dalam merumuskan arah solusi dan strategi yang tepat dalam penelitian ini:

1. Tingginya tingkat erosi di lahan pertanian Dataran Tinggi Dieng
Pola penanaman yang tidak mempertimbangkan teknik konservasi lahan menyebabkan tingkat erosi yang tinggi. Dampak ini terlihat dari penurunan kesuburan tanah, peningkatan sedimentasi di DAS Serayu, dan berkurangnya kapasitas waduk akibat limpasan sedimen.
2. Penurunan produktivitas dan pendapatan petani
Produktivitas tanaman kentang dan bawang merah mengalami penurunan dari standar yang diharapkan akibat degradasi lingkungan. Hal ini berdampak langsung pada pendapatan petani yang semakin menurun seiring dengan rusaknya kualitas lahan.
3. Kurang optimalnya pola penanaman dan teknik Konservasi
Petani di Dataran Tinggi Dieng belum sepenuhnya mengadopsi pola penanaman dan teknik konservasi yang efektif untuk menjaga kualitas lingkungan dan memaksimalkan hasil panen.

1.3. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan beberapa permasalahannya sebagai berikut:

1. Bagaimana perbedaan tingkat erosi pada lahan tanaman kentang dan bawang merah yang diolah dengan berbagai teknik konservasi lahan?
2. Bagaimana variasi pola penanaman memengaruhi tingkat pendapatan petani pada budidaya kentang dan bawang merah?
3. Bagaimana keterkaitan antara jenis tanaman dan pola penanaman dalam menentukan kombinasi yang menghasilkan pendapatan tinggi dengan erosi tanah minimal?
4. Bagaimana rumusan strategi pengelolaan lahan berkelanjutan bagi petani dan pemangku kebijakan berdasarkan hasil optimasi dengan metode MOORA?

1.4. Maksud Penelitian

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi dan mengoptimalkan pola penanaman tanaman semusim di Dataran Tinggi Dieng, khususnya kentang dan bawang merah, dengan mempertimbangkan aspek produktivitas, erosi lahan, serta pendapatan petani. Fokus utama diarahkan pada analisis dampak berbagai pola penanaman terhadap tingkat erosi dan produktivitas tanaman di lahan berlereng.

1.5. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis tingkat erosi yang terjadi pada budidaya tanaman kentang dan bawang merah berdasarkan variasi pola penanaman (searah dan tegak lurus kontur) serta penerapan teknik konservasi tanah.
2. Mengevaluasi produktivitas tanaman dan pendapatan petani yang dihasilkan dari masing-masing pola penanaman dan jenis tanaman di lahan dataran tinggi.
3. Mengintegrasikan pola penanaman, jenis tanaman, dan teknik konservasi untuk mengidentifikasi kombinasi yang memberikan hasil optimal secara ekonomi dan mampu meminimalkan erosi lahan.
4. Menyusun rekomendasi strategi pengelolaan lahan yang berkelanjutan bagi petani dan pemangku kebijakan, berdasarkan hasil optimasi dengan metode MOORA.

1.6. Batasan Masalah

Mengingat permasalahan di DAS Serayu hulu khususnya di Dataran Tinggi Dieng cukup kompleks, maka penelitian ini dibatasi pada :

1. Penelitian ini difokuskan pada dua jenis komoditas hortikultura utama, yaitu kentang dan bawang merah, yang dibudidayakan di wilayah Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo.
2. Pola penanaman dan teknik konservasi yang dikaji terbatas pada dua konfigurasi, yaitu gulud searah kontur dan tegak lurus kontur. Pola-pola alternatif seperti *strip cropping*, *alley cropping*, atau kombinasi lainnya tidak termasuk dalam ruang lingkup penelitian ini.
3. Pengukuran erosi dilakukan melalui eksperimen lapangan dengan menggunakan plot kecil selama satu musim tanam.

4. Pengambilan sampel dilakukan dua tahap (tanpa dan dengan pengadukan) guna menghindari residu sedimen yang tidak terukur.
5. Penelitian ini menerapkan metode optimasi MOORA (*Multi-Objective Optimization on the Basis of Ratio Analysis*) dalam satu siklus musim tanam.
6. Penelitian ini tidak mencakup perhitungan proporsi atau komposisi luasan optimal masing-masing tanaman dalam satu satuan luas tertentu, seperti per hektar.
7. Analisis sifat fisik tanah seperti permeabilitas, porositas, dan agregasi tanah hanya dilakukan secara umum dan tidak disertai dengan uji laboratorium mendalam.

1.7. Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk:

1. Memberikan gambaran mengenai nilai erosi pada lahan yang diterapkan dengan teknik konservasi berupa gulud tegak lurus kontur dan gulud searah kontur.
2. Memberikan panduan mengenai pengolahan lahan dan jenis vegetasi yang paling efektif dalam mengurangi tingkat erosi serta model penanaman yang menghasilkan produksi tertinggi.
3. Mengetahui teknik konservasi yang menghasilkan erosi paling sedikit diharapkan dapat dijadikan sebagai model pengolahan lahan untuk tanaman semusim yang efektif, dengan tingkat erosi yang minimal dan pendapatan yang optimal.
4. Menjadi rujukan penelitian lebih lanjut untuk pengembangan pengelolaan lahan yang efektif, efisien, dan berkelanjutan. Bagi petani, penelitian ini menawarkan panduan praktis dalam memilih teknik pengolahan lahan yang mampu mengurangi erosi sekaligus meningkatkan hasil produksi bagi para petani.

1.8. Hipotesis

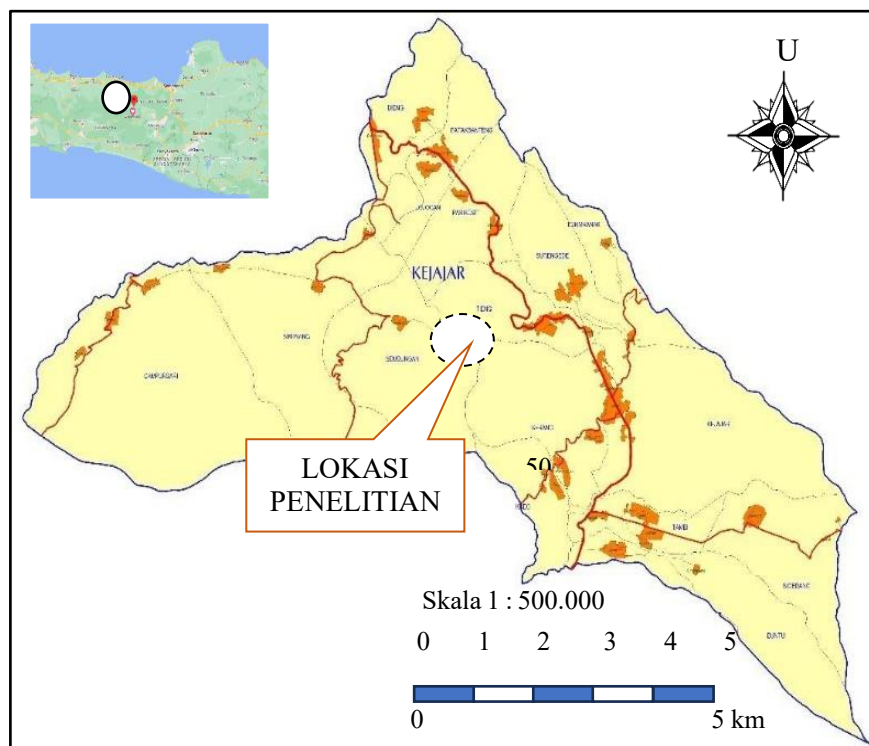
Dalam penelitian ini, berbagai faktor yang mempengaruhi tingkat erosi dan produktivitas tanaman kentang serta bawang merah dianalisis dengan mempertimbangkan teknik konservasi yang diterapkan. Beberapa hipotesis utama yang mendasari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Lahan dengan tanaman kentang dan bawang merah yang dikelola dengan teknik konservasi gulud searah kontur diperkirakan akan mengalami tingkat erosi yang lebih tinggi dibandingkan dengan gulud tegak lurus kontur.

2. Penanaman kentang dan bawang merah diharapkan menghasilkan produksi yang optimal, dengan tetap mempertimbangkan dampak erosi yang terjadi.
3. Kombinasi pola penanaman gulud tegak lurus kontur dan penerapan teknik konservasi tanah diperkirakan akan menghasilkan kombinasi terbaik yang mampu meminimalkan erosi dan meningkatkan produktivitas tanaman kentang dan bawang merah.
4. Strategi pengelolaan lahan yang optimal, berdasarkan pola penanaman dan teknik konservasi tanah, diperkirakan akan meningkatkan pendapatan petani dan mendukung keberlanjutan lahan.

1.9. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kecamatan Kejajar, Kabupaten Wonosobo, Jawa Tengah, yang terletak di Dataran Tinggi Dieng (**Gambar 1.2.**). Kecamatan ini berada di koordinat $7^{\circ}11'$ LS dan $109^{\circ}54'$ BT. Wilayah ini memiliki iklim tropis dengan curah hujan yang tinggi sepanjang tahun, yang dipengaruhi oleh iklim monsun tropis.



Gambar 1.2. Lokasi Penelitian di Wilayah Kecamatan Kejajar Kabupaten Wonosobo

Curah hujan tahunan di daerah ini berkisar antara 2.500 hingga 3.500 mm. Suhu rata-rata di wilayah ini adalah sekitar 18°C , dengan kisaran suhu antara 13°C hingga

22°C. Kecamatan Kejajar berada pada ketinggian 1.500 hingga 2.100 meter di atas permukaan laut (MDPL), dan topografinya didominasi oleh lereng-lereng curam dengan kemiringan lahan antara 15% hingga 40%, bahkan ada yang mencapai lebih dari 40%.

Kondisi geografis dan iklim di Kecamatan Kejajar menjadikannya tempat yang ideal untuk budidaya kentang dan bawang merah. Namun, kemiringan lahan yang curam juga menjadi tantangan dalam mengelola erosi tanah, yang dapat memengaruhi kesuburan lahan dan keberlanjutan praktik pertanian di wilayah tersebut. Analisis data dilakukan di Laboratorium Tanah UNSIQ. Penelitian berlangsung mulai dari Bulan Januari sampai dengan Maret 2024.

1.10. Novelty / Kebaruan Penelitian

Penelitian ini menghadirkan kebaruan dengan menerapkan metode MOORA untuk mengevaluasi pola penanaman kentang dan bawang merah berdasarkan tingkat erosi, produktivitas tanaman, dan pendapatan petani di Dataran Tinggi Dieng. Berbeda dari penelitian sebelumnya, pendekatan ini mengintegrasikan pengukuran erosi menggunakan petak kecil (plot), data produksi tanaman, serta analisis ekonomi petani. Hasilnya tidak hanya membandingkan dampak berbagai pola penanaman, tetapi juga merekomendasikan pola optimal yang menyeimbangkan keuntungan ekonomi dan keberlanjutan lahan.

Selain itu, penelitian ini menggabungkan data empiris dari pengukuran erosi dan hasil panen nyata untuk memvalidasi model optimasi. Analisis biaya produksi, harga jual komoditas, serta tingkat erosi dalam kerangka MOORA menunjukkan bahwa kombinasi pola penanaman tertentu dapat meningkatkan pendapatan tanpa meningkatkan risiko erosi secara signifikan. Dengan pendekatan ini, penelitian ini menawarkan strategi pertanian yang lebih optimal serta rekomendasi berbasis data untuk meningkatkan kesejahteraan petani sekaligus menjaga keberlanjutan lahan pertanian di Dataran Tinggi Dieng.