

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian padi di Indonesia sangat dipengaruhi oleh kondisi iklim, terutama curah hujan yang berperan dalam ketersediaan air irigasi. Menurut Badan Pusat Statistik BPS (2022), Indonesia memiliki rata-rata curah hujan tahunan sekitar 2.500–3.000 mm, yang cukup untuk mendukung pertanian padi sawah. Namun, distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun seringkali menjadi kendala utama, di mana pada musim kemarau petani bergantung pada sistem irigasi teknis. Perubahan pola curah hujan akibat fenomena iklim global juga berdampak pada ketidakpastian musim tanam.

Di Sulawesi Selatan, yang dikenal sebagai salah satu lumbung pangan nasional, curah hujan tahunan rata-rata berkisar 2.000–2.500 mm (BMKG, 2021). Kabupaten Sidrap sebagai sentra produksi padi memiliki luas panen sekitar 98.000 hektar dengan total produksi mencapai 542.000 ton gabah kering giling (GKG) pada tahun 2021 (BPS Sidrap, 2022). Tingginya kontribusi Sidrap terhadap produksi beras regional menjadikan wilayah ini penting dalam menjaga stabilitas pangan. Namun demikian, fluktuasi curah hujan berpengaruh pada jadwal tanam dan hasil panen petani di beberapa kecamatan.

Kabupaten Sidrap merupakan salah satu pusat produksi padi yang penting di Sulawesi Selatan. Pada tahun 2022–2023, luas lahan sawah mencapai sekitar 50.277 hektar, dengan produksi padi sebesar 502.652 ton, dan produktivitas rata-rata mencapai 6,38 ton/ha. Sidrap menunjukkan produktivitas tertinggi di provinsi Sulawesi Selatan. Pertanian padi merupakan sektor penting dalam ketahanan pangan Indonesia, terutama karena beras menjadi makanan pokok sebagian besar masyarakat. Produktivitas padi sangat ditentukan oleh faktor lingkungan, di antaranya kesuburan tanah, ketersediaan air, iklim, serta pengelolaan lahan. Penurunan kualitas lahan sawah akibat degradasi, penggunaan pupuk kimia berlebih, maupun perubahan iklim global menjadi ancaman serius bagi peningkatan produksi. Oleh karena itu, evaluasi kualitas lahan menjadi langkah yang sangat strategis untuk menjaga keberlanjutan produksi padi di berbagai daerah yang ada (Syam et al. 2021)

Pada level regional, kualitas tanah sawah memiliki variasi yang cukup signifikan antar lokasi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pH tanah, kandungan bahan organik, tekstur, serta ketersediaan unsur hara makro seperti nitrogen, fosfor, dan kalium sangat berpengaruh terhadap hasil panen padi. Faktor irigasi dan sistem pengairan juga memainkan peran penting dalam menjaga produktivitas sawah. Kabupaten Sidrap di Sulawesi Selatan merupakan salah satu lumbung pangan nasional dengan potensi lahan sawah yang sangat luas, namun di sisi lain juga menghadapi tantangan berupa degradasi kesuburan tanah dan perubahan pola iklim yang berdampak pada hasil produksi yang ada (Wahyuni et al. 2020)

Kecamatan Kulo sebagai salah satu wilayah penghasil padi di Sidrap memiliki rata-rata curah hujan tahunan sebesar 2.200 mm dengan intensitas tertinggi pada bulan Desember–Maret (BMKG Wajo, 2021). Data BPS Sidrap (2022) menunjukkan bahwa luas lahan sawah di Kecamatan Kulo mencapai 5.436 hektar dengan produksi padi sekitar 29.500 ton GKG per tahun. Meskipun angka ini cukup tinggi, terdapat variasi produktivitas antar desa yang diduga dipengaruhi oleh kualitas tanah dan distribusi curah hujan. Namun, analisis hubungan antara kualitas tanah dengan produksi padi tidak bisa dilepaskan dari aspek klimatologi, terutama ketersediaan air dari curah hujan. Penelitian oleh (Syam et al.2021) di Sidrap menunjukkan bahwa kombinasi kesuburan tanah (N, P, K), pH netral, dan curah hujan optimal antara 1.800–2.400 mm berhubungan positif dengan produktivitas padi >5 ton/ha. Sebaliknya, curah hujan yang berlebih (>3.000 mm) cenderung menyebabkan genangan yang merusak pertumbuhan akar. Hal ini menegaskan pentingnya data statistik klimatologi sebagai faktor pendukung dalam evaluasi lahan sawah (Yuliani et al. 2021).

Berdasarkan uraian diatas mengapa Analisa kualitas lahan sawah dalam hubungan produksi (padi) sangat penting dilakukan karena terdapat variasi hasil panen antar lahan yang dapat disebabkan oleh perbedaan kualitas tanah. Analisis kualitas lahan sawah dalam hubungannya dengan produksi padi di wilayah ini sangat penting untuk mengetahui faktor-faktor pembatas produksi sekaligus memberikan rekomendasi pengelolaan lahan yang tepat. Dengan penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh strategi peningkatan produktivitas padi yang berkelanjutan melalui perbaikan kualitas tanah sawah di Kecamatan Kulo.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian bertujuan untuk, mengidentifikasi kondisi kualitas lahan sawah di Kecamatan Kulo berdasarkan parameter sifat fisik (tekstur dan warna tanah) serta sifat kimia (pH, N, P, K, C-organik, dan KTK) menggunakan Soil Test Kit dan analisis laboratorium

BAB II

METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kecamatan Kulo, Kab. Sidenreng Rappang (Sidrap), Sulawesi Selatan. Analisis sampel di Laboratorium kimia dan kesuburan tanah Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Waktu penelitian dilakukan pada bulan September 2025 sampai selesai.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki peran penting dalam menunjang kelancaran proses pengambilan data di lapangan hingga tahap analisis. Alat survei digunakan untuk membantu pelaksanaan kegiatan pengamatan dan pengambilan sampel tanah agar proses penelitian dapat berjalan secara sistematis dan terarah. GPS dimanfaatkan untuk mencatat titik koordinat lokasi pengambilan sampel sehingga posisi setiap titik pengamatan dapat dipetakan secara akurat. Kamera digunakan untuk mendokumentasikan kondisi lahan dan aktivitas pengambilan sampel sebagai bukti visual yang mendukung data penelitian. Komputer berfungsi sebagai sarana pengolahan data, pembuatan peta, serta penyusunan laporan hasil penelitian. Soil Test Kit digunakan sebagai alat uji tanah di lapangan untuk mengetahui kondisi awal sifat kimia tanah, seperti tingkat keasaman (pH) dan kandungan unsur hara tertentu secara cepat. Sementara itu, Munsell Soil Color Chart digunakan untuk menentukan warna tanah secara standar, yang dapat memberikan informasi terkait kondisi drainase, tingkat kelembapan, serta kandungan bahan organik tanah.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi peta lokasi penelitian dan sampel tanah terganggu. Peta lokasi penelitian digunakan sebagai panduan dalam menentukan wilayah pengamatan dan titik pengambilan sampel, serta memberikan informasi spasial mengenai kondisi dan jenis tanah di lokasi penelitian. Sampel tanah terganggu merupakan tanah yang telah mengalami perubahan struktur akibat proses pengambilan, namun tetap representatif untuk analisis sifat fisik dan kimia tanah. Sampel ini digunakan untuk keperluan analisis lapangan dan laboratorium, seperti pengujian tekstur, pH, kandungan bahan organik, serta unsur hara, sehingga dapat diperoleh gambaran kondisi tanah secara menyeluruh.

Tabel 2.1 Alat dan Bahan

Alat dan Bahan	Kegunaan
----------------	----------

Alat:

- | | |
|---|--|
| 1. Alat Survey | Sebagai alat untuk membantu proses yang akan dilakukan |
| 2. Gps | Untuk mencatat titik koordinat |
| 3. Camera | Untuk dokumentasi kondisi lahan |
| 4. Komputer | Untuk pembuatan peta |
| 5. <i>Soil Test Kit</i> | Alat Uji Tanah dilapangan |
| 6. <i>Book Munsell Soil Color Chart</i> | Menentukan warna tanah |

Bahan:

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. Peta Lokasi Penelitian | Untuk memberikan informasi mengenai jenis tanah serta akan memberikan informasi mengenai titik pengambilan sampel |
| 2. Sampel Tanah Terganggu | Analisis Lapangan dan Laboratorium |

Tabel 2.2 Alat dan Bahan Analisis Laboratorium

Parameter	Peralatan	Bahan
KTK	Botol Kocok, Kertas Saring, Gelas Ukur, Tabung Reaksi, Erlenmeyer, Seperangkat Alat Destilasi, Pipet Volumetrik	Sampel Tanah, Terganggu, Amonium asetat, ($\text{NH}_4\text{CH}_3\text{CO}_2$) pH 7,0, Alkohol 70%, Air bebas NaOH, Indikator, Merah Metil, Larutan Asm Standar (HCL) konsentrasi 0,5 M pH 8,5), Reagen Metode Bray: Bray dan Kurtz reagen yang terdiri dari 0,025 N HCl dan 0,03 N NH_4F untuk metode Bray I, dan 0,1 N HCl dan 0,03 N NH_4F untuk metode Bray II. Pereaksi Pewarna Fosfat, dan Deret Standar.
C-Organik	Botol Kocok, Gelas Ukur dan Labu Takar, dan Labu Erlenmeyer	Sampel Tanah Terganggu, Kalium Dikromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) 1N, Asam Sulfat (H_2SO_4), Aquades Ferrosulfat (FeSO_4), Indikator

Warna Tanah	Buku Musell Soil Color Chart	Fenilamina dan Amoniumron (II) sulfat 0,2 N Sampel Tanah
Tekstur Tanah	Labu Semprot, Saringan 0,05 mm, hydrometer, Thermometer, Oven	Sampel Tanah Terganggu, Air, Larutan Calgon, Aquades, Amily Alkohol

Tabel 2.3 Alat dan Bahan Analisis PUTS

Parameter	Peralatan	Bahan
pH-Tanah	Sendok spatula, Syringe (spet), tabung reaksi, pengaduk kaca, bagan warna tanah	Sampel tanah terganggu, pereaksi pH-1 (larutan indiktor pH universal) Preaksi pH-2 (larutan pembasah pelarut)
N	Sendok spatula, Syringe (spet), tabung, reaksi, pengaduk kaca, bagan warna tanah	Sampel tanah terganggu, pereaksi N-1 (Asam sulfat (H ₂ SO ₄), pereaksi N-2 (natrium hipoklorit (NACIO), pereaksi N-3 (larutan fenol), dan pereaksi N-4 (sodium nitroprusside (Na ₂ [Fe (CN) ₅ NO])
P	Sendok spatula, Syringe (spet), Tabung Reaksi, Pengaduk Kaca, Bagan Warna Tanah	Sampel tanah terganggu, pereaksi P-1 (amonium molibdat), pereaksi P-2 (asam sulfat)
K	Sendok spatula, Syringe (spet), Tabung Reaksi, Pengaduk Kaca, Bagan Warna Tanah	Sampel tanah terganggu, Preaksi K-1, Preaksi K-2, Preaksi K-3

2.3 Metode Tahapan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Metode kuantitatif dilakukan melalui pengambilan sampel tanah sawah yang selanjutnya dianalisis sifat kimianya di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, untuk memperoleh data numerik mengenai kondisi tanah.

2.4 Diagram Alir

Diagram ini dapat dilihat pada Gambar **2.2** Tahap persiapan meliputi studi pustaka dan interpretasi data. Pengumpulan data yang di perlukan yaitu data primer dan sekunder. Data sekunder pada penelitian ini yaitu siklus hidrologi, data produksi padi. Kemudian data sekunder yang telah diolah menjadi peta pengambilan titik sampel. Setelah itu, dapat dilakukan pengambilan sampel tanah, sampel tanah tersebut dilakukan analisis Laboratorium untuk menganalisis sifat Fisik dan kimia tanah. Kemudian hasil analisis tersebut, dilakukan olah data.

2.4.1 Tahap Persiapan

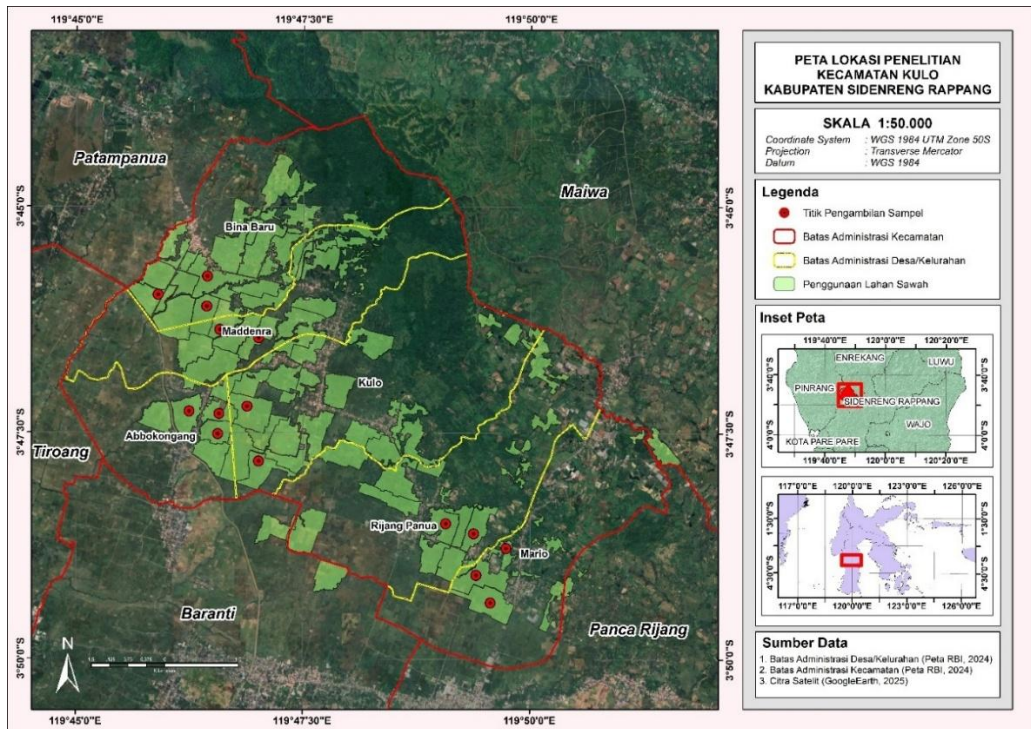
Tahap persiapan merupakan langkah awal penelitian yang bertujuan untuk merancang dan mematangkan seluruh kegiatan sebelum turun ke lapangan. Pada tahap ini dilakukan studi pustaka untuk mengumpulkan teori, konsep, dan hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan pengelolaan lahan sawah dan sifat tanah. Selain itu dilakukan interpretasi data, yaitu memahami informasi awal seperti kondisi wilayah, potensi lahan, dan permasalahan pertanian yang menjadi dasar penentuan arah penelitian.

2.4.2 Pembuatan Peta Kerja

Pembuatan peta kerja bertujuan untuk memetakan lokasi penelitian secara jelas dan sistematis. Peta ini digunakan sebagai pedoman dalam pelaksanaan kegiatan lapangan, terutama untuk menentukan sebaran titik pengamatan dan pengambilan sampel tanah agar mewakili kondisi lahan sawah di lokasi penelitian.

2.4.3 Penentuan Titik Lokasi

Penentuan titik lokasi dilakukan untuk memilih titik-titik pengamatan dan pengambilan sampel tanah yang representatif. Penentuan ini mempertimbangkan kondisi lahan sawah, keseragaman penggunaan lahan, serta variasi pengelolaan yang dilakukan oleh petani sehingga data yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi lapangan secara menyeluruh.



Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian

2.4.4 Perizinan

Tahap perizinan dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian lapangan. Perizinan meliputi pengurusan surat izin penelitian kepada pihak terkait, khususnya izin dari kecamatan, sebagai bentuk legalitas dan dukungan administratif agar kegiatan penelitian dapat berjalan lancar di lokasi penelitian.

2.4.5 Pengambilan Sampel Tanah

Penelitian ini menggunakan metode pengambilan sampel tanah secara *purposive sampling* berdasarkan dimana terdapat aera sawah di sepanjang desa di kecamatan kulo yang dianggap mewakili. Pengambilan sampel tanah dilakukan untuk memperoleh data sifat fisik dan kimia tanah sawah. Sampel yang diambil merupakan sampel tanah terganggu, yaitu tanah yang strukturnya tidak dipertahankan, sehingga cocok untuk analisis kimia dan fisik tertentu di laboratorium. Pengambilan sampel dilakukan sesuai titik lokasi yang telah ditentukan sebelumnya.

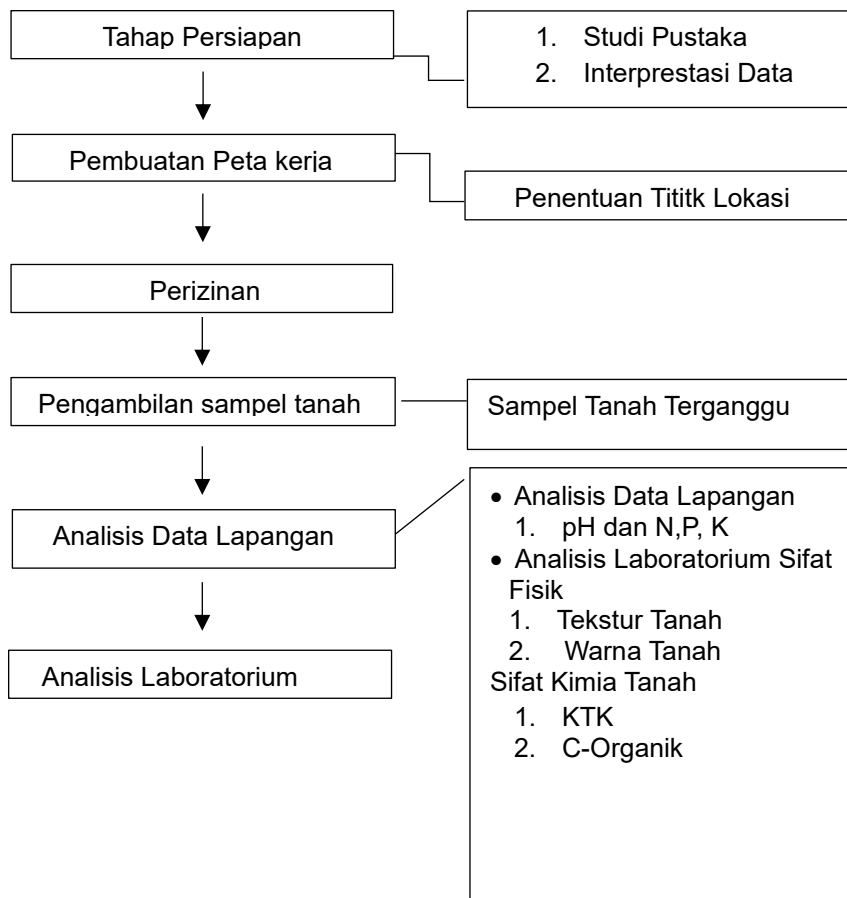
2.4.6 Analisis Data Lapangan

Analisis data lapangan mencakup pengolahan hasil pengamatan langsung di lapangan serta data uji tanah lapangan. Pada tahap ini dilakukan analisis PUTS

(Perangkat Uji Tanah Sawah) untuk mengetahui tingkat kesuburan tanah, khususnya parameter pH tanah serta kandungan unsur hara N, P, dan K sebagai dasar evaluasi kondisi lahan sawah.

2.4.7 Analisis Laboratorium

Analisis laboratorium dilakukan untuk mengetahui karakteristik tanah sawah secara lebih rinci yang meliputi sifat fisik dan sifat kimia tanah. Analisis sifat fisik tanah mencakup pengamatan warna tanah dan penentuan tekstur tanah, yang digunakan untuk menggambarkan kondisi bahan organik, tingkat drainase, serta kemampuan tanah dalam menahan air. Sementara itu, analisis sifat kimia tanah meliputi pengukuran Kapasitas Tukar Kation (KTK) dan kandungan C-organik, yang berperan penting dalam menentukan tingkat kesuburan tanah dan ketersediaan unsur hara bagi tanaman padi



Gambar 2.2 Bagan Alur Penelitian

2.4.8 Analisis Sampel di Laboratorium

Analisis laboratorium yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi beberapa parameter penting untuk mengetahui sifat fisik dan kimia tanah. Analisis tekstur tanah dilakukan dengan metode hidrometer, yang bertujuan untuk menentukan persentase fraksi pasir, debu, dan liat dalam tanah. Kandungan C-organik dianalisis menggunakan metode Walkley dan Black, yang digunakan untuk mengetahui tingkat bahan organik tanah sebagai indikator kesuburan tanah. Selain itu, analisis Kapasitas Tukar Kation (KTK) dilakukan untuk mengetahui kemampuan tanah dalam menahan dan menukar unsur hara. Pengamatan warna tanah dilakukan dengan menggunakan Munsell Soil Color Chart, yang bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik tanah berdasarkan warna sebagai indikator kondisi drainase, kandungan bahan organik, dan proses pembentukan tanah.

Tabel 2.4 Analisa laboratorium yang dilakukan

No.	Parameter	Metode
1.	Tesktur	Hidrometer
2.	C-Organik	<i>Walkey dan Black</i>
3.	KTK	NH40AC
4.	Warna Tanah	<i>Munsell Soil Color Chart</i>

Analisis sampel tanah di lapangan dilakukan untuk memperoleh gambaran awal mengenai kondisi kesuburan tanah secara cepat dan praktis. Parameter N-total dianalisis menggunakan soil test kit untuk mengetahui kandungan nitrogen tanah yang berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Pengukuran pH tanah dilakukan dengan soil test kit untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan tanah yang sangat memengaruhi ketersediaan unsur hara. Selain itu, kandungan fosfor (P_2O_5) dianalisis guna mengetahui tingkat ketersediaan fosfor yang berperan dalam perkembangan akar dan pembungaan tanaman. Kandungan kalium (K_2O) juga dianalisis menggunakan soil test kit untuk mengetahui ketersediaan kalium yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman dan kualitas hasil.

Tabel 2.5 Analisa sampel di lapangan

No.	Parameter	Metode
1.	N-Total	<i>Soil Test Kit</i>
2.	pH	<i>Soil Test Kit</i>
3.	P	<i>Soil Test Kit</i>
4.	K	<i>Soil Test Kit</i>

2.4 Variabel Penelitian

2.4.1 Sifat tanah Laboratorium

Sifat tanah yang dianalisis di laboratorium meliputi beberapa parameter fisik dan kimia tanah yang penting untuk mengetahui tingkat kesuburan dan karakteristik tanah. Kapasitas Tukar Kation (KTK) dianalisis menggunakan metode NH_4OAc (amonium asetat) untuk mengetahui kemampuan tanah dalam mengikat dan menukar kation hara yang tersedia bagi tanaman. Tekstur tanah dianalisis dengan metode hidrometer untuk menentukan perbandingan fraksi pasir, debu, dan liat yang berpengaruh terhadap kemampuan tanah dalam menahan air dan unsur hara. Kandungan C-organik dianalisis menggunakan metode Walkley dan Black untuk mengetahui kadar bahan organik tanah yang berperan dalam memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kesuburan. Selain itu, warna tanah diamati menggunakan Munsell Soil Color Chart untuk mengidentifikasi karakteristik tanah berdasarkan warna, yang dapat menunjukkan kondisi drainase, tingkat pelapukan, dan kandungan bahan organik tanah.

- a. KTK (NH_4OAc)
- b. Tekstur (hidrometer)
- c. C-Organik (*Walkey dan Black*)
- d. Warna Tanah (*Munsell Soil Color Chart*)

2.4.2 Sifat Tanah Lapangan

Sifat tanah yang dianalisis langsung di lapangan meliputi beberapa parameter kimia tanah yang bertujuan untuk mengetahui kondisi kesuburan tanah secara cepat. Kandungan N-total dianalisis menggunakan soil test kit untuk mengetahui ketersediaan nitrogen yang berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Nilai pH tanah diukur dengan soil test kit untuk mengetahui tingkat keasaman atau kebasaan tanah yang sangat memengaruhi ketersediaan unsur hara serta aktivitas mikroorganisme tanah. Kandungan fosfor (P_2O_5) dianalisis untuk mengetahui tingkat ketersediaan fosfor yang berperan dalam perkembangan akar dan proses pembungaan. Selain itu, kandungan kalium (K_2O) juga dianalisis menggunakan soil test kit untuk mengetahui ketersediaan kalium yang berfungsi dalam meningkatkan ketahanan tanaman serta kualitas hasil. Analisis sifat tanah di lapangan ini digunakan sebagai data awal untuk mendukung hasil analisis laboratorium.

- a. N-Total (*Soil Test kit*)
- b. pH (*Soil Test kit*)
- c. P (*Soil Test kit*)
- d. K (*Soil Test kit*)

2.4.3 Iklim mikro/lingkungan

Iklim mikro atau kondisi lingkungan pada lokasi penelitian dianalisis untuk mengetahui pengaruh faktor iklim terhadap kondisi tanah dan pertumbuhan tanaman padi. Parameter iklim mikro yang dikaji meliputi siklus hidrologi wilayah, yang mencakup proses evaporasi, transpirasi, presipitasi, infiltrasi, perkolasi, serta limpasan permukaan. Data ini digunakan untuk menggambarkan dinamika

ketersediaan air di lahan sawah yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan tanaman dan menjaga keseimbangan kelembaban tanah. Selain itu, suhu udara rata-rata juga digunakan sebagai data sekunder untuk menggambarkan kondisi iklim secara umum yang memengaruhi aktivitas fisiologis tanaman dan proses biologi tanah. Informasi iklim mikro ini berperan penting dalam mengevaluasi ketersediaan air, proses pelapukan tanah, serta kesesuaian lingkungan terhadap aktivitas pertanian dan pertumbuhan tanaman padi di lokasi penelitian.

- a. Siklus hidrologi wilayah (evaporasi, presipitasi, infiltrasi, limpasan permukaan) – data sekunder BMKG/UPTD
- b. Suhu udara rata-rata (data sekunder)

2.5 Analisis hubungan antara sifat tanah dan produksi tanaman

2.5.1 Tekstur Tanah

Tekstur tanah adalah perbandingan relatif fraksi pasir, debu (lanau), dan liat dalam suatu tanah. Tanah bertekstur lempung berpasir atau lempung berdebu memiliki keseimbangan antara porositas dan retensi air, sehingga memudahkan penetrasi akar dan ketersediaan hara. Tekstur sangat memengaruhi infiltrasi, drainase, dan kapasitas menahan air, yang semuanya berhubungan langsung dengan produktivitas tanaman (Lumbung Pustaka UNY,2020).

2.5.2 Karbon Organik (C-Organik)

Kandungan C-organik merupakan indikator kesuburan tanah. Bahan organik memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), dan mendukung pertumbuhan mikroorganisme tanah. C-organik yang tinggi berarti tanah mampu menyimpan air dan hara lebih baik, sehingga produksi tanaman dapat meningkat (Repository Universitas Jambi,2021).

2.5.3 Kapasitas Tukaar Kation (KTK)

KTK menggambarkan kemampuan tanah menyerap dan menahan ion-ion kation seperti K^+ , Ca^{2+} , dan Mg^{2+} . Semakin tinggi KTK, semakin banyak hara yang dapat disimpan di dalam tanah dan tersedia bagi tanaman. KTK yang rendah seringkali menyebabkan kehilangan hara melalui pencucian, yang pada akhirnya menurunkan hasil tanaman (Arsyad, 2021).

2.5.4 N (Nitrogen)

Nitrogen merupakan unsur esensial untuk pembentukan asam amino, protein, dan klorofil. Kandungan N-total yang cukup akan meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman, sedangkan kekurangan nitrogen akan menyebabkan daun menguning dan penurunan hasil panen (Gunawan,2022)

2.5.5 pH Tanah

pH memengaruhi ketersediaan unsur hara di dalam tanah. pH tanah yang terlalu asam ($pH < 5,5$) dapat menyebabkan fiksasi fosfor dan keracunan Al^{3+} , sementara pH terlalu basa ($pH > 7,5$) dapat menghambat ketersediaan Zn dan Fe. pH ideal 6,0–7,0 merupakan rentang optimal bagi sebagian besar tanaman pangan (Gunawan,2022).

2.5.6 P Tanah

Fosfor (P) dalam bentuk P_2O_5 merupakan unsur hara makro esensial yang sangat berperan dalam pertumbuhan dan produksi padi. P_2O_5 terlibat dalam pembentukan energi (ATP, ADP) yang menunjang proses fotosintesis, respirasi, serta pembentukan akar dan anakan produktif. Menurut (Normahani 2022), ketersediaan fosfor yang memadai dapat mempercepat pembungaan, meningkatkan jumlah malai, serta memperbaiki pembentukan bulir padi. Kekurangan fosfor sering ditandai dengan pertumbuhan akar yang pendek, daun berwarna gelap, jumlah anakan yang sedikit, dan waktu pemasakan gabah yang tertunda sehingga berdampak langsung pada rendahnya hasil panen. Sejumlah penelitian menunjukkan adanya hubungan erat antara dosis P_2O_5 dengan produksi padi. Kajian di Balai Benih Induk (BBI) Pekanbaru melaporkan bahwa dosis sekitar 69 kg P_2O_5 per hektar memberikan pertumbuhan dan produksi padi yang optimal dibandingkan dosis yang lebih rendah maupun lebih tinggi (Normahani 2022).

2.5.7 K Tanah

Kalium (K) yang dinyatakan sebagai K_2O dalam formulasi pupuk merupakan salah satu unsur hara makro esensial bagi tanaman, termasuk padi. Kalium berfungsi dalam mengatur osmoregulasi, membuka dan menutup stomata (sehingga berpengaruh pada efisiensi penggunaan air dan CO_2), transpor hasil fotosintesis (karbohidrat) dari daun ke biji, sintesis protein, aktivitas enzim, dan ketahanan terhadap stres (kering, penyakit) (Hartati et al., 2019)

2.5.8 Warna Tanah

Warna tanah adalah indikator visual yang berguna bahwa, Tanah yang lebih gelap cenderung lebih subur karena kandungan bahan organik tinggi, kapasitas menyimpan air lebih baik, dan kondisi fisik tanah mendukung akar. Tanah dengan warna merah-kuning terang umumnya baik untuk aerasi dan drainase, yang penting bagi pertumbuhan padi. Tanah yang abu-abu atau biru-abu menunjukkan kondisi kurang aerasi/tergenang, yang dapat menahan pertumbuhan akar dan menghambat pertumbuhan dan hasil padi. Oleh karena itu, untuk meningkatkan produksi padi, penting memperhatikan warna tanah sebagai salah satu indikator, terutama dikombinasikan dengan analisis tanah (bahan organik, pH, drainase) dan pengelolaan lahan agar warna tanah menunjukkan kondisi subur dan mendukung pertumbuhan (Infonet-Biovision 2021).

2.6 Analisis Data

Kriteria parameter sifat kimia tanah dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil analisis laboratorium yang meliputi kandungan C-Organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), dan pH tanah (H_2O). Kandungan C-Organik tanah diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu sangat rendah ($< 1,00\%$), rendah ($1,00-2,00\%$), sedang ($2,01-3,00\%$), tinggi ($3,01-5,00\%$), dan sangat tinggi ($> 5,00\%$). Klasifikasi ini digunakan untuk menggambarkan tingkat kesuburan tanah yang berkaitan dengan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara serta memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah.

Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah juga dibedakan menjadi lima kategori, yaitu sangat rendah ($< 5 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$), rendah ($5-16 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$), sedang ($17-24 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$), tinggi ($25-40 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$), dan sangat tinggi ($> 40 \text{ cmol}(+)/\text{kg}$). Nilai KTK

mencerminkan kemampuan tanah dalam menahan dan menukar kation hara, sehingga semakin tinggi nilai KTK maka semakin besar pula potensi tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, termasuk tanaman padi.

Sementara itu, reaksi tanah yang dinyatakan dalam pH (H_2O) diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, yaitu sangat masam ($< 4,5$), masam ($4,5-5,5$), agak masam ($5,6-6,5$), netral ($6,6-7,5$), agak alkalis ($7,6-8,5$), dan alkalis ($> 8,5$). Kategori pH tanah ini penting untuk diketahui karena pH berpengaruh langsung terhadap ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroorganisme tanah. Tanah dengan pH mendekati netral umumnya lebih mendukung pertumbuhan tanaman padi karena unsur hara lebih mudah tersedia dan risiko toksisitas unsur tertentu dapat diminimalkan.

Tabel 2.6 Kriteria Parameter berdasarkan analisis Laboratorium

Parameter Analisis	Sangat rendah	Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
C-Organik (%)	$< 1,00$	1,00-2,00	2,01-3,00	3,01-5,00	$> 5,00$
KTK	< 5	5-16	17-24	25-40	> 40
Sangat masam	Masam	Agak Masam	Netral	Agak Alkalis	Alkalis
pH (H_2O)	$< 4,5$	4,5-5,5	5,6-6,5	6,6-7,5	7,6-8,5
					$> 8,5$

Sumber. *Balai Penelitian Tanah (2009)*

Kriteria parameter sifat kimia tanah dalam penelitian ini ditentukan berdasarkan hasil analisis laboratorium yang meliputi kandungan C-Organik, Kapasitas Tukar Kation (KTK), dan pH tanah (H_2O). Kandungan C-Organik tanah diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu sangat rendah ($< 1,00\%$), rendah ($1,00-2,00\%$), sedang ($2,01-3,00\%$), tinggi ($3,01-5,00\%$), dan sangat tinggi ($> 5,00\%$). Klasifikasi ini digunakan untuk menggambarkan tingkat kesuburan tanah yang berkaitan dengan kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara serta memperbaiki sifat fisik dan biologi tanah.

Kapasitas Tukar Kation (KTK) tanah juga dibedakan menjadi lima kategori, yaitu sangat rendah (< 5 cmol(+)/kg), rendah ($5-16$ cmol(+)/kg), sedang ($17-24$ cmol(+)/kg), tinggi ($25-40$ cmol(+)/kg), dan sangat tinggi (> 40 cmol(+)/kg). Nilai KTK mencerminkan kemampuan tanah dalam menahan dan menukar kation hara, sehingga semakin tinggi nilai KTK maka semakin besar pula potensi tanah dalam mendukung pertumbuhan tanaman, termasuk tanaman padi.

Sementara itu, reaksi tanah yang dinyatakan dalam pH (H_2O) diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, yaitu sangat masam ($< 4,5$), masam ($4,5-5,5$), agak masam ($5,6-6,5$), netral ($6,6-7,5$), agak alkalis ($7,6-8,5$), dan alkalis ($> 8,5$). Kategori pH tanah ini penting untuk diketahui karena pH berpengaruh langsung terhadap ketersediaan unsur hara dan aktivitas mikroorganisme tanah. Tanah dengan pH mendekati netral umumnya lebih mendukung pertumbuhan tanaman padi karena unsur hara lebih mudah tersedia dan risiko toksisitas unsur tertentu dapat diminimalkan.

Tabel 2.7 Kriteria Parameter berdasarkan analisis PUTS (Perangkat Uji Tanah Sawah)

			Kategori			
Parameter	Sangat Masam	Masam	Agak Masam	Natral	Agak Basa	Basa
Ph	<4	4-5	5-6	6-7	7-8	>8

Dalam analisis kesuburan tanah menggunakan Perangkat Uji Tanah Sawah (PUTS), status hara nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori yang ditunjukkan dengan perbedaan warna. Warna hijau muda menunjukkan kategori sangat rendah, yang mengindikasikan ketersediaan unsur hara dalam tanah sangat terbatas. Warna hijau menggambarkan kategori rendah, yaitu kondisi ketersediaan unsur hara masih kurang dan belum mampu memenuhi kebutuhan tanaman secara optimal. Warna hijau tua menunjukkan kategori sedang, yang menandakan ketersediaan unsur hara relatif cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Warna hijau sangat tua atau warna lebih gelap menunjukkan kategori tinggi, yang mengindikasikan unsur hara tersedia dalam jumlah memadai. Sementara itu, warna paling gelap menunjukkan kategori sangat tinggi, yaitu kondisi kandungan unsur hara dalam tanah telah berlebih sehingga penambahan pupuk perlu disesuaikan.

			Kategori	
Parameter	Sangat Rendah	Sedang	Tinggi	Sangat Tinggi
N				
P				
K				