

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang berfokus pada bidang pertanian. Penduduk Indonesia mengandalkan pertanian sebagai sumber ketahanan pangan nasional (Hernalius et al., 2018). Padi merupakan salah satu tanaman pangan yang berperan penting dalam perekonomian Indonesia. Produksi beras harus ditingkatkan secara signifikan seiring bertambahnya jumlah penduduk agar dapat memenuhi kebutuhan pangan penduduk (Benauli, 2021).

Kabupaten Maros merupakan salah satu wilayah penghasil pangan nasional. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Maros pada tahun 2022, luas panen padi sawah mencapai 53.904 ha dengan produktivitas rata-rata sekitar 48,91 kuintal per hektare, menghasilkan total produksi sekitar 197.063,61 ton gabah giling. Secara geografis, wilayah Maros didominasi oleh daratan rendah, yang mencakup sekitar 58% wilayah yang cocok untuk produktivitas padi. Kabupaten Maros memiliki iklim tropis basah dan rata-rata curah hujan bulanan sekitar 249 mm dan suhu rata-rata 27,2°C yang menyebabkan mudahnya pertumbuhan tanaman padi.

Luas sawah di Desa Ampekale, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros, sekitar 15,07–15,75 km², dan sebagian sawah di sana merupakan lahan sawah tadah hujan (non-irigasi) yang mengandalkan curah hujan untuk budidaya padi. Sawah tadah hujan biasanya memiliki Indeks Pertanaman (IP) yang lebih rendah dibandingkan sawah irigasi, karena ketergantungannya pada musim hujan dan risiko kekeringan pada musim kemarau (Yusran et al., 2018). Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) Kecamatan Bontoa tahun 2019 luas lahan sawah tadah hujan di Desa Ampekale sekitar 118,49 hektar yang mencakup 7,86% dari total luas sawah di kecamatan tersebut.

Tanah merupakan salah satu bagian lahan yang berperan dalam pertumbuhan dan produksi tanaman. Tanah juga berfungsi sebagai penyedia unsur hara yang dibutuhkan tanaman untuk mendukung pertumbuhan tanaman. Karakteristik tanah sebagai penyedia unsur hara juga dipengaruhi oleh faktor lain, seperti bagaimana lahan tersebut digunakan dan dikelola. Salah satu contohnya adalah perubahan penggunaan lahan yang pada akhirnya berdampak pada ketersediaan unsur hara mikro bagi tanaman (Rahmi dan Biantary, 2014). Penggunaan lahan pertanian di Indonesia merupakan salah satu faktor yang berdampak besar bagi ketersediaan unsur hara mikro termasuk boron yang merupakan salah satu unsur hara esensial bagi tanaman (Gupta et al., 1985).

Lahan pertanian intensif dengan pengolahan tanah yang sering dilakukan cenderung memiliki tingkat kehilangan boron yang lebih besar akibat erosi dan pencucian, terutama di wilayah dengan curah hujan tinggi. Salah satu kegiatan pertanian yang sering terjadi pencucian yaitu penanaman padi di lahan sawah. Kondisi ini menunjukkan bahwa lahan sawah, khususnya di daerah dengan jumlah curah hujan yang tinggi seperti Maros memiliki risiko terhadap kehilangan unsur hara mikro salah satunya boron (Ehsan-Ul-Haq et al., 2018).

Boron merupakan salah satu unsur hara mikro yang dibutuhkan oleh tanaman dengan fungsi utama sebagai pendorong sintesis RNA untuk pembentukan sel, penebalan dinding sel, translokasi gula dari daun untuk perkembangan tanaman yang

optimal dan peningkatan stabilitas membran sel (Nugroho et al., 2025). Unsur hara boron adalah unsur unik di antara unsur-unsur hara esensial karena kisaran konsentrasi yang sempit dapat berarti perbedaan antara defisiensi tanaman dan toksisitas tanaman. Defisiensi boron dapat menyebabkan terjadinya gangguan fisik tanaman, seperti matinya titik tumbuh tanaman, daun dan buah berbentuk tidak normal, serta pengurangan hasil panen secara signifikan. Pelepasan boron biasanya cukup lambat pada tanah mineral. Sebagian besar boron tanah yang tersedia dipegang agak erat oleh bahan organik tanah. Saat dekomposisi bahan organik terjadi, boron dilepaskan dengan sebagian diserap oleh tanaman, tercuci di bawah area zona akar (terutama di daerah curah hujan tinggi/tanah asam) atau diikat (tidak tersedia) dalam kondisi tanah alkali (Muntean, 2009). Distribusi boron (B) di bebatuan berbeda dengan unsur hara lainnya, karena sumber utamanya adalah batuan sedimen. Boron dalam tanah dan sedimen tidak hanya berasal dari alam tetapi juga dari sumber antropogenik seperti industri dan pertanian, yang terkandung dalam pupuk dan air irigasi (Fatnassi et al., 2025). Defisiensi boron pada tanaman padi menyebabkan bulir kosong pada gabah akibat perkembangan serbuk sari, kegagalan perkecambahan serbuk sari yang mengurangi jumlah gabah (Rehman et al., 2018).

Boron (B) merupakan unsur hara mikro yang sangat mudah hilang dari zona akar tanah melalui beberapa proses utama, yaitu erosi tanah, pencucian oleh air hujan atau irigasi, serta serapan oleh tanaman. Boron memiliki kelarutan tinggi dalam bentuk asam borat sehingga tidak mudah terikat kuat oleh partikel tanah, khususnya pada tanah bertekstur pasir dengan kapasitas tukar kation dan bahan organik rendah, sehingga boron mudah larut dan hilang bersama aliran air ke lapisan tanah yang lebih dalam atau terangkut oleh tanaman melalui proses pertumbuhan. Faktor pH tanah juga memengaruhi ketersediaan boron, pH tanah yang terlalu tinggi dapat mengurangi kelarutan boron sehingga menyulitkan penyerapan oleh tanaman, sedangkan pH rendah meningkatkan kelarutan tetapi sekaligus meningkatkan potensi pencucian (boron lebih mudah hilang dengan aliran air) (Kumar et al., 2022). Serapan tanaman padi juga memengaruhi sisa boron di tanah karena B diserap terus menerus untuk membentuk dinding sel, jaringan reproduktif, dan transportasi karbohidrat dalam tanaman. Ketersediaan boron yang optimal dalam tanah biasanya berada di kisaran 0,5–2,0 ppm, sementara tanah dengan kurang dari 0,5 ppm boron tersedia akan mengalami defisiensi yang memengaruhi pertumbuhan tanaman seperti padi (Huang et al., 2021).

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui status unsur hara boron lahan sawah dengan indeks pertanaman satu kali di Desa Ampekale, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros.

1.2 Landasan Teori

Lahan sawah merupakan bentuk lahan pertanian yang digunakan untuk budidaya tanaman padi (*Oryza sativa*) dengan sistem pengairan terkontrol yang menciptakan kondisi anaerobik sebagian. Menurut Loko et al. (2022), sawah diklasifikasikan sebagai lahan yang mendapat penggenangan air secara berkala, baik dari curah hujan maupun irigasi. Sistem ini memberikan keunggulan dalam pengendalian gulma, efisiensi pemupukan, dan stabilitas hasil. Karakteristik lahan sawah yang tergenang juga menciptakan lingkungan bagi aktivitas mikroba tanah dan perubahan sifat kimia tanah yang berbeda dibandingkan lahan kering.

Lahan sawah memiliki karakteristik dan sifat tanah yang spesifik. Perubahan sifat kimia dan fisik tanah dapat terjadi akibat kondisi tergenang pada lahan sawah yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan produksi padi (Harahap et al., 2021). Sawah tadah hujan merupakan sumber daya fisik yang memiliki potensi dalam pengembangan tanaman padi. Lahan sawah tadah hujan adalah lahan yang dalam setahunnya ditanami satu kali padi sawah dengan air pengairan bergantung pada hujan dan rata-rata produktivitas padi di lahan ini masih rendah (Pirngadi dan Makarim, 2006).

Keberadaan nutrisi dalam tanah terkait dengan aktivitas nutrisi, termasuk nutrisi makro dan mikro. Unsur hara makro umumnya dibutuhkan cukup besar untuk pertumbuhan tanaman, sementara unsur hara mikro hanya dibutuhkan dalam jumlah yang cukup kecil (Agustina, 2022). Tanaman memerlukan unsur hara mikro seperti Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, B, dan Cl dalam kadar yang sama pentingnya dengan unsur hara makro, walaupun kebutuhan unsur hara mikro tersebut cenderung rendah. Unsur hara mikro memiliki peran penting dalam metabolisme tanaman karena memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan (Hasyiyati et al., 2023). Ketersediaan B dalam tanah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu adsorpsi B oleh tanah, B dalam mineral tanah dan bahan organik, interaksi dengan unsur hara lain dan faktor lingkungan. Permasalahan B seringkali tidak mendapatkan perhatian dalam produksi tanaman. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kandungan B tersedia dalam tanah (Putra, 2020). Boron adalah salah satu unsur hara mikro yang diperlukan sedikit oleh tanaman namun keberadaan unsur ini memiliki fungsi dalam sintesis dan translokasi karbohidrat, pertumbuhan dan perkembangan sel-sel baru di dalam jaringan tanaman (Wulan, 2021).

Faktor utama yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara mikro dalam tanah meliputi pH tanah, kandungan bahan organik, kapasitas tukar kation (KTK), serta tekstur tanah. Boron termasuk unik karena ketersediaannya menurun baik pada pH rendah karena pencucian maupun pH tinggi karena fiksasi oleh mineral liat (Awa dan Hambakodu, 2023). Siklus reduksi oksidasi pada tanah yang basah dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara mikro pada tanah dan transformasi hara. Pada unsur hara mikro boron tidak terpengaruh oleh reaksi redoks namun boron mudah mengalami pencucian. Evaluasi unsur hara mikro terutama pada lahan pertanian yang intensif seperti sawah perlu dilakukan (Kihara et al., 2017).

Kekurangan boron dapat menghambat pembelahan sel hingga menurunkan kemampuan reproduksi tanaman ber dinding sel tebal. Boron secara umum di lahan pertanian telah ada secara alami dari pelapukan batuan dan yang tersedia bagi tanaman hanya berkisar 0,5-2,0 atau sekitar 2,5% dari total boron dalam tanah (Das et al., 2019). Sedikitnya jumlah boron tersedia menjadi pembatas bagi pertumbuhan dan produksi berbagai jenis tanaman. Meski kebutuhan boron dalam tanaman sangat sedikit, namun berfungsi penting pada metabolisme tanaman, yaitu sebagai translokasi karbohidrat, protein, enzim, asam nukleat, dan hormon pertumbuhan yang penting untuk mendukung perkembangan tanaman (Halder et al., 2022). Pasokan boron yang tidak memadai akan menunjukkan dampak merugikan pada hasil produksi tanaman.

Defisiensi boron menimbulkan gejala seperti kematian titik tumbuh, deformasi bunga dan buah, serta penurunan hasil panen. Pada tanaman padi, defisiensi boron menyebabkan pembentukan serbuk sari terganggu sehingga menghasilkan bulir kosong (Rehman et al., 2018). Toksisitas boron jarang ditemukan, namun dapat disebabkan oleh

tingginya kadar boron tersedia alami di tanah. Apabila tanaman menyerap boron terlalu tinggi, maka daun akan mengalami klorosis dan nekrosis, penurunan jumlah anakan, buah, dan produksi tanaman, sesuai dengan kurva kuadratik (Brdar-Jokanovic, 2020).

Karakteristik tanah pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Maros umumnya memiliki pH agak masam hingga netral (5,98–6,67) dengan tekstur tanah yang bervariasi namun cenderung memiliki kandungan bahan organik sedang hingga rendah (1,92–2,61%). Iklim di Kabupaten Maros tergolong tropis dengan curah hujan yang bervariasi sepanjang tahun, sehingga potensi kehilangan boron melalui pencucian cukup tinggi, terutama pada musim hujan dengan intensitas curah hujan yang deras. Kondisi pH tanah yang agak masam hingga netral memengaruhi bentuk kimia boron, di mana pada pH rendah boron lebih mudah larut dan dapat hilang bersama aliran air. Tekstur dan kerapatan tanah yang cukup padat dapat memperlambat pergerakan air, tetapi saat terjadi hujan lebat, risiko pencucian boron tetap tinggi, khususnya jika lapisan atas tanah bertekstur pasir. Selain itu, kandungan bahan organik yang tergolong sedang hingga rendah membatasi kemampuan tanah mengikat boron, sehingga ketersediaan boron menjadi kurang stabil dan mudah hilang dari sistem tanah (Safitri, 2021).

1.3 Tujuan dan Manfaat

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis status ketersediaan boron pada lahan sawah tadah hujan dan mengetahui pengaruh sifat kimia tanah (pH, C-Organik, dan KTK) terhadap ketersediaan boron.

Manfaat penelitian ini yaitu sebagai referensi dasar bagi Ilmu Tanah dan dapat menjadi sumber informasi ilmiah untuk pengelolaan unsur hara mikro khususnya rekomendasi pemupukan boron dalam upaya meningkatkan produktivitas lahan sawah.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Desa Ampekale, Kecamatan Bontoa, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan pada koordinat 119°32'03.1" BT, 4°54'23.8" LS. Analisis sampel tanah dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Tamalanrea, Makassar. Waktu penelitian ini berlangsung mulai dari bulan Juni s.d. Oktober 2025. Pengambilan sampel pada tanggal 14 Juni 2025, sampel tanah segera dikering-anginkan setelah diambil. Analisis sampel tanah di laboratorium pada tanggal 15 September 2025 s.d. 17 Oktober 2025.

2.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dan kegunaannya dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Alat yang digunakan untuk Penelitian dan Kegunaannya

Alat	Kegunaan
Peralatan survei (sekop tanah, kantong sampel, dan alat tulis).	Mengambil sampel tanah di lapangan
Kamera, Avenza Maps,	Peralatan survei (GPS/Perangkat lunak)
Silinder sedimentasi 1000 ml, gelas ukur 500 ml, neraca analitik, mortar, labu semprot, stopwatch, mikser, thermometer dan hydrometer	Analisis Tekstur
Neraca analitik, botol kocok 50 ml, gelas ukur 25 ml, shaker, labu semprot dan pH meter	Analisis pH
Neraca analitik, erlenmeyer 100 ml, pipet volume 50 ml, dan gelas ukur 10 ml	Analisis C-Organik
Neraca analitik, botol polyetilen, kertas saring, corong plastik, gelas ukur 50 ml, labu semprot, <i>destilation unit</i> , buret, statif dan klem	Analisis KTK
Hot plate, gelas ukur, erlenmeyer 200 ml, pipet volume, kertas saring whatman no. 125, wadah, timbangan analitik, tabung reaksi, pengaduk, saringan tanah, labu ukur 1.000 ml, Labu Ukur 100 ml, Botol plastik berwarna gelap, Botol Kocok Plastik 100 ml dan Shaker, pH indikator, spektrofotometer UV-Vis	Analisis Boron (B-Tersedia)

Tabel 2. Bahan yang digunakan untuk Penelitian dan Kegunannya

Bahan	Kegunaan
Sampel tanah, larutan sangga, larutan <i>Curcumin</i> .	Analisis boron (B-Tersedia)
Na-asetat ($\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), Asam Asetat	Pengekstrak <i>Morgan-Wolf</i>

Glasial, DTPA.

EDTA-4Na (Titrplex III), Asam Asetat Glasial, Larutan sangga
NH₄-Asetat, akuades.

Curcumin, Asam Askorbat, Akuades. Reagen *Curcumin*

Asam borat (H₃BO₃), Larutan *Morgan-Wolf*,
akuades

Sampel tanah terganggu, larutan Calgon, Analisis Tekstur
akuades

Sampel tanah terganggu, larutan buffer pH 7,0 Analisis pH
dan akuades

Sampel tanah terganggu, Asam sulfat (H₂SO₄), Analisis C-Organik
Kalium dikromat (K₂Cr₂O₇), akuades

Sampel tanah terganggu, amonium asetat pH 7,0, Analisis KTK
etanol 96%, akuades 50ml, NaOH, dan *indikator*
conway

2.3 Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan *purposive sampling* untuk pengambilan sampel dan *Ekstrak Morgan-Wolf* dengan reagen *Curcumin* untuk menganalisis kadar boron di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Adapun prosedur analisis boron menggunakan *Ekstrak Morgan-Wolf* dengan reagen *Curcumin* terdapat pada lampiran 6

2.4 Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yaitu tahap persiapan dan perencanaan topik analisis, studi pustaka, perizinan, pembuatan peta kerja survei, penentuan lokasi, pengambilan sampel tanah, analisis sampel tanah di laboratorium dan analisis data untuk mendapatkan hasil status boron di dalam tanah.

2.4.1 Persiapan dan Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan penentuan topik analisis status boron, selanjutnya menentukan lokasi penelitian yang akan dilakukan. Kemudian, melakukan studi metode analisis, serta mempersiapkan alat dan bahan yang diperlukan dalam analisis. Tahap ini merupakan tahap awal untuk menunjang kelancaran penelitian.

2.4.2 Studi Pustaka

Tahap studi pustaka dilakukan untuk mencari referensi terkait lahan pertanian, lahan sawah tadah hujan, kesuburan tanah, dan pentingnya unsur hara mikro khususnya boron. Studi pustaka ini membantu merumuskan masalah dan tujuan penelitian, memilih metode yang tepat, menentukan variabel yang diamati, serta menjadi dasar dalam pembahasan hasil.

2.4.3 Perizinan

Tahap perizinan dilakukan sebagai bentuk kepatuhan administratif melalui proses persuratan kepada pihak terkait. Alur persuratan meliputi pengajuan izin kepada pihak kepala desa, pemilik lahan, serta kepala dusun setempat. Seluruh perizinan diselesaikan sebelum pelaksanaan survei lapangan.

2.4.4 Pembuatan Peta Kerja

Pembuatan peta kerja lokasi penelitian dilakukan menggunakan *software* ArcMap 10.8

dengan menggabungkan beberapa data (*Overlay*) untuk memperoleh unit lahan sawah di Desa Ampekale. Data *overlay* meliputi peta batas administrasi Kecamatan Bontoa, peta administrasi Desa Ampekale dan peta tutupan lahan Sulawesi Selatan (Ina-Geoportal, 2024). Peta ini digunakan untuk menentukan titik pengambilan sampel berdasarkan penggunaan lahan dan keterwakilan hamparan, serta sebagai dasar dokumentasi spasial lokasi penelitian (Lampiran 1).

2.4.5 Survei Lapangan

Survei lapangan sebelum pengambilan sampel tanah dilakukan pada Desa Ampekale yang meliputi pengamatan langsung dan bertujuan untuk mendapatkan informasi pendukung dalam mengetahui kondisi wilayah. Survei lapangan mencakup observasi penggunaan lahan, pengamatan fisik tanah, vegetasi, dan aksesibilitas lokasi. Survei dilakukan dengan bantuan *Avenza Maps* dan pencatatan titik koordinat untuk penentuan titik sampling. Hasil survei digunakan untuk verifikasi lapangan agar dapat mencocokkan data peta dengan kondisi aktual di lapangan dan menentukan titik pengambilan sampel secara representatif.

2.4.6 Pengambilan Sampel Tanah

Pengambilan sampel dilakukan secara *purposive sampling* berdasarkan hasil *overlay* peta tutupan lahan dan batas administrasi desa disertai observasi lapangan. Tahapan dilakukan dengan pengambilan sampel tanah terganggu pada 6 titik di lokasi yang telah ditentukan. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0–20 cm, direplikasi sebanyak 3 kali pada lubang berbeda yang berdekatan sehingga menghasilkan 18 sampel tanah.

2.4.7 Analisis Sampel Tanah di Laboratorium

Berikut parameter sifat fisik dan kimia tanah yang dianalisis beserta metode yang digunakan

Tabel 3. Parameter dan Metode Analisis Sifat Fisik dan Kimia Tanah

No	Parameter	Metode
1	Tekstur	Hidrometer (Gee & Bauder, 1986)
2	Kapasitas Tukar Kation	Ekstraksi NH ₄ OAc (Hutapea & Rauf, 2018)
3	C-Organik	<i>Walkley and Black</i> (De Vos et al., 2007)
4	pH	pH Meter Tanah (Balittanah 2023)
5	B-Tersedia	Ekstraksi <i>Morgan-Wolf</i> (Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah)

2.4.8 Analisis Data

Tahapan ini dilakukan dengan mengolah data hasil laboratorium yang telah diperoleh. Data hasil penelitian dianalisis korelasi untuk melihat hubungan antara sifat kimia tanah dengan B-tersedia. Nilai koefisien korelasi dihitung menggunakan teknik analisis korelasi Pearson dengan persamaan:

$$r = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2 - [n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

Keterangan:

r : Nilai koefisien korelasi

x : Nilai dari data variabel X (sifat kimia tanah)

y : Nilai dari data variabel Y (B-Tersedia)

n : Banyaknya pasangan data X dan Y

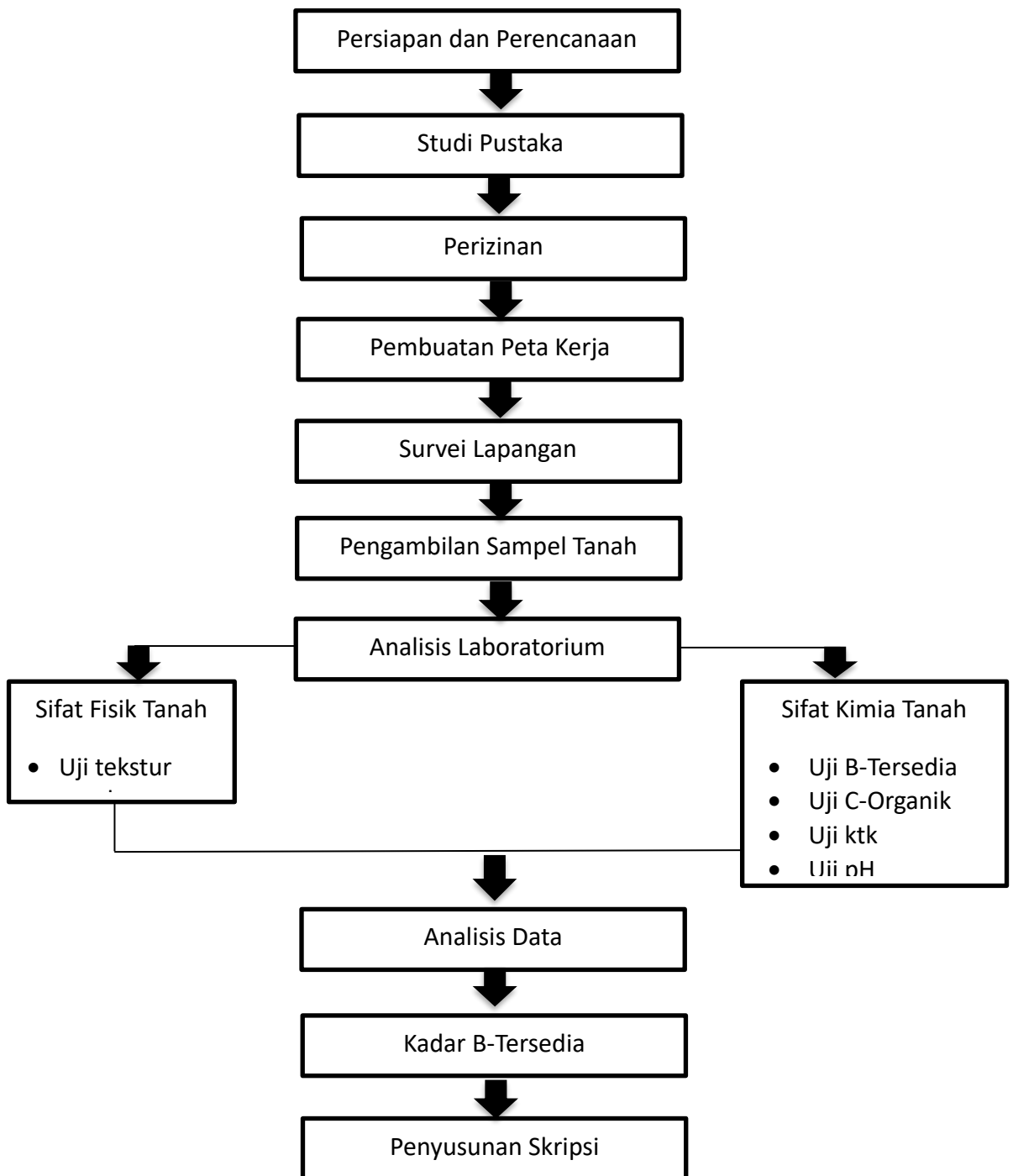
Tabel 4. Kriteria Tingkat Hubungan Nilai Korelasi Pearson

Nilai Korelasi (r)	Kriteria Hubungan Variabel
0	Tidak ada korelasi antara dua variabel
>0-0,25	Korelasi sangat lemah
>0,25-0,5	Korelasi sedang
>0,5-0,99	Korelasi kuat
1	Korelasi sangat kuat
-1	Korelasi hubungan negatif sempurna

Sumber: Okwonu et al. (2020)

2.4.9 Kerangka Alur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan, dimulai dari persiapan yang meliputi studi literatur, perizinan, dan penentuan lokasi survei. Studi pustaka dilakukan untuk memperoleh referensi mengenai lahan sawah tadah hujan, kesuburan tanah, dan unsur hara mikro. Perizinan diajukan kepada pemerintah desa/dusun, kemudian dilakukan pembuatan peta kerja untuk mengetahui batas administrasi dan penggunaan lahan. Tahap survei lapangan dilakukan dengan pengambilan sampel tanah secara *purposive sampling*. Sampel kemudian dianalisis di laboratorium sesuai parameter yang ditetapkan. Data hasil analisis diolah menggunakan korelasi Pearson untuk menentukan status Boron pada lahan sawah tadah hujan di Desa Ampekale, Kabupaten Maros.



Gambar 1. Bagan Alur Penelitian