

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia terkenal sebagai negara yang kaya akan keanekaragaman flora dan fauna yang tersebar di berbagai daerah, termasuk di Sulawesi Tenggara. Provinsi Sulawesi Tenggara memiliki berbagai jenis keanekaragaman hayati yang tersebar di berbagai tipe ekosistem hutan, dari dataran rendah hingga dataran tinggi, salah satunya berada di kawasan konservasi Taman Hutan Raya (Tahura) Nipa-Nipa. Kawasan ini menyimpan biodiversitas yang sangat tinggi dan dimanfaatkan untuk berbagai tujuan, seperti penelitian, pendidikan, pariwisata, dan rekreasi alam (Albasri et al., 2020). Selain berfungsi sebagai area konservasi, Tahura Nipa-Nipa juga memiliki peran penting dalam mitigasi perubahan iklim serta sebagai penyedia air bersih bagi masyarakat di Kota Kendari dan Kabupaten Konawe (Flamin et al., 2013; Wahyuni et al., 2022).

Tahura Nipa-Nipa mencakup area seluas 8.877,5 Ha dengan ketinggian 13–475 meter di atas permukaan laut (Mdpl) yang terdiri dari tanah jenis kambisol dan podsolik (Albasri et al., 2020; Perda Sultra No. 6, 2014). Sekitar 68% lahan di kawasan ini masih berupa hutan, sedangkan sisanya berupa semak belukar, alang-alang, dan kebun campuran. Namun, luas kawasan hutan di Tahura terus mengalami penurunan, dengan kehilangan sekitar 2–12% pada periode 1990–2010 (Widayati et al., 2014). Penurunan ini disebabkan oleh aktivitas masyarakat di sekitar kawasan yang sebagian besar bekerja sebagai petani dan bergantung pada lahan untuk bertani. Seiring meningkatnya kebutuhan lahan pertanian, terjadi alih fungsi hutan menjadi lahan pertanian atau perkebunan. Perubahan ini berdampak pada karakteristik tanah dan komposisi vegetasi di kawasan tersebut.

Tanah adalah sumber daya alam yang sangat vital untuk kehidupan di Bumi, tempat tumbuh berbagai jenis tumbuhan dan berfungsi sebagai ekosistem bagi berbagai organisme. Tanah memainkan peran krusial dalam mendukung pertumbuhan tanaman dengan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan (Lyzenga et al., 2023). Sifat kimia tanah, seperti pH, C-organik, nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), memiliki pengaruh langsung terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Fall et al., 2022; Kumari et al., 2023; Prasetyo et al., 2022). N, P, K adalah unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar (Bari & Samuel, 2023) dan berperan penting dalam proses-proses pertumbuhan serta perkembangan tumbuhan, seperti proses seluler, biomolekul, dan reaksi enzim (Pahuja et al., 2023). Sifat fisik tanah seperti pH tanah, mempengaruhi kelarutan dan ketersediaan hara. Keberadaan sifat tanah pada setiap ketinggian tempat dapat berbeda-beda, oleh karena itu ketinggian tempat merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sifat tanah (Hamid et al., 2021). Hal ini diperkirakan terjadi juga pada Tahura Nipa-Nipa, penelitian ini akan melihat kandungan sifat fisik dan kimia tanah pada beberapa ketinggian di Tahura.

Perbedaan ketinggian dapat menyebabkan perbedaan iklim dan cuaca, terutama suhu dan curah hujan. Semakin tinggi suatu tempat, suhu udara akan semakin rendah (Keleş, 2020; Khotimah et al., 2022). Baratto et al. (2022) menyatakan bahwa setiap kenaikan ketinggian 100 mdpl akan menurunkan suhu udara sekitar $0,53^{\circ}\text{C}$. Penurunan suhu ini mempengaruhi laju pelapukan batuan (Baratto et al., 2022; García-Gamero et al., 2022). Di daerah dengan suhu lebih rendah, pelapukan batuan berlangsung lebih lambat, yang pada gilirannya mempengaruhi kandungan mineral tanah (Deng et al., 2022; Jung et al., 2022). Peningkatan ketinggian juga berdampak pada peningkatan intensitas curah hujan (Somers & McKenzie, 2020). Suhu rendah dan curah hujan yang lebih tinggi seiring bertambahnya ketinggian mengurangi populasi mikroba tanah, yang dapat memperlambat proses dekomposisi bahan organik tanah (Massaccesi et al., 2020). Faktor lain yang mempengaruhi sifat tanah adalah kedalaman tanah (Banach-Szott et al., 2019; Z. Shi et al., 2023; Yared et al., 2023).

Seiring bertambahnya kedalaman tanah, sifat fisik dan kimia tanah cenderung menurun (Subramani, 2019). Menurunnya sifat fisik dan kimia tanah seiring bertambahnya kedalaman tanah diduga disebabkan oleh berkurangnya bahan organik. Bahan organik memiliki peran yang sangat penting dan vital dalam tanah (Bashir et al., 2021). Bahan organik mempengaruhi sifat fisik tanah, seperti warna (Bashir et al., 2021), tekstur (Bucka et al., 2024), dan kelembaban tanah (Li et al., 2022), serta dapat meningkatkan sifat kimia seperti C-organik, nitrogen (Li et al., 2022), kalium, fosfor, dan pH tanah (Banach-Szott et al., 2019; Z. J. Shi et al., 2008). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa dengan bertambahnya kedalaman tanah, kandungan bahan organik cenderung menurun (Shaaban Sofi et al., 2023; Tsozué et al., 2019; Zhang et al., 2023). Selain ketinggian dan kedalaman tanah, vegetasi pada suatu kawasan hutan juga berperang penting terhadap sifat fisik dan kimia tanah.

Kawasan hutan dengan vegetasi yang kaya memiliki dampak signifikan terhadap sifat fisik dan kimia tanah (Peng et al., 2022; Xu et al., 2022). Vegetasi pada kawasan hutan menghasilkan bahan organik yang sangat tinggi melalui daun, batang, buah, akar yang jatuh ke tanah. Bagian-bagian tanaman ini akan terdekomposisi oleh mikroba menjadi humus yang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Tanah yang subur sangat diperlukan untuk pertumbuhan tanaman, dan berkurangnya kesuburan tanah dapat berdampak buruk pada tanaman serta kesuburan tanah itu sendiri (Fall et al., 2022; Prasetyo et al., 2022). Kesuburan tanah sangat relevan sebagai faktor penentu untuk meningkatkan produktivitas dan pertumbuhan tanaman di ekosistem hutan (Boincean & Dent, 2020). Terjadi hubungan yang sangat kompleks antara sifat tanah dengan vegetasi pada kawasan hutan, sehingga penting untuk mengetahui hubungan antara keduanya pada kawasan Tahura Nipa-Nipa. Beberapa penelitian telah dilakukan pada kawasan ini, diantaranya Arniawati et al. (2016, 2017), Azizah et al. (2020), Bana et al. (2022), Basrudin et al. (2018), Flamin & Asnaryati (2013), Indriani (2016), Isanto (2018), Kandari et al. (2021), Kartono (2018), Mukaddas (2017), Satria et al. (2020), dan Wahyuni et al. (2022). Namun, dari beberapa penelitian tersebut dapat dipastikan

belum ada yang mengkaji hubungan sifat fisik dan kimia tanah dengan vegetasi pada kawasan tersebut. Menariknya penelitian ini akan dilakukan pada beberapa ketinggian tempat, dilakukan juga analisis sifat fisik dan kimia tanah pada kedalaman yang berbeda.

Penelitian oleh Abate dan Kibret (2016) di Ethiopia mengungkapkan bahwa perubahan sifat tanah dipengaruhi oleh perbedaan ketinggian tempat dan penggunaan lahan. Serupa dengan penelitian Hamid (2021) menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh signifikan terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Namun, penelitian serupa belum dilakukan di wilayah Tahura Nipa-Nipa, sehingga penelitian ini penting untuk mengisi celah tersebut. Selain itu, informasi mengenai sifat fisik dan kimia tanah di kawasan Tahura Nipa-Nipa sangat krusial untuk pengelolaan kawasan ini di masa depan, terutama dalam menentukan jenis tanaman yang sesuai untuk pemulihan ekosistem.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang diatas maka rumusan masalah yang perlu dijawab pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh sifat fisik dan kimia tanah pada ketinggian tempat dan kedalaman tanah berbeda terhadap pertumbuhan pohon di kawasan Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu:

1. Menganalisis sifat fisik dan kimia tanah pada ketinggian dan kedalaman berbeda di kawasan Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara.
2. Menganalisis diversitas dan pertumbuhan vegetasi pada ketinggian yang berbeda di kawasan Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara?
3. Mendeskripsikan hubungan antara sifat fisikokimia tanah pada ketinggian dan kedalaman tanah berbeda dengan pertumbuhan pohon di kawasan Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara

1.4. Kegunaan Penelitian

Kegunaan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagi peneliti: sebagai wadah untuk mengimplementasikan ilmu pengetahuan dan teknologi bidang kehutanan yang telah dipelajari selama menempuh pendidikan di Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar
2. Bagi pengambil kebijakan: sebagai sumber informasi penting untuk pembangunan Kawasan Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara.
3. Bagi stakeholder: sebagai sumber referensi untuk menambah khasanah ilmu pengetahuan dan teknologi dibidang kehutanan sekaligus dapat dijadikan landasan dalam melakukan penelitian ataupun kajian yang relevan.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara. Kawasan ini Terbagi menjadi 4 blok pengelolaan yaitu Blok Perlindungan, Blok Koleksi, Blok Pemanfaatan, dan Blok Khusus dengan total luasan 8,877.5 Ha (Perda Sultra No. 6, 2014; Pergub Sultra No. 18, 2016). Penelitian ini hanya dilakukan di dua blok yaitu Blok Perlindungan ($\pm 2,577.70$ Ha) dan Blok Pemanfaatan ($\pm 3,291.22$ Ha) dengan total luas wilayah penelitian $\pm 5.868,9$ Ha pada bulan Mei 2022. Lokasi penelitian berada pada dua wilayah administrasi yaitu Kota Kendari dan Kabupaten Konawe yang secara geografis terletak pada koordinat $122^{\circ}34'52.48''$ BT dan $-3^{\circ}55'43.92''$ LS. Analisis sifat fisik dan kimia tanah dilakukan di Unit Laboratorium Silvikultur dan Fisiologi Pohon, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin pada bulan Juni 2022.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah alat tulis menulis, kamera, peta lokasi penelitian, *Global Positioning System* (GPS), buku panduan warna tanah (*Munsell Soil Color Chart* (MSCC)), buku panduan vegetasi, papan komputer, N, P, K tester, pH dan kelembaban tester, bor tanah, pisau/gunting, parang, boks, klinometer sederhana, pita meter, mistar, pipet, labu ukur, gelas ukur, hidrometer. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *tally sheet*, kertas label, plastic sampel, aquades, larutan $K_2Cr_2O_7$ (kalium dikromat), larutan H_2SO_4 (asam sulfat), H_2O_2 (Hidrogen peroksida), tali rafia.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Observasi Lapangan

Tahap observasi dilakukan untuk mendapatkan informasi dan gambaran lokasi penelitian. Informasi ini penting untuk memetakan lokasi penelitian, menentukan jumlah sampel dan petak yang akan dibuat serta untuk menentukan waktu dan keamanan saat melakukan penelitian.

2.3.2. Penentuan Jumlah Petak Ukur dan Sampel Tanah

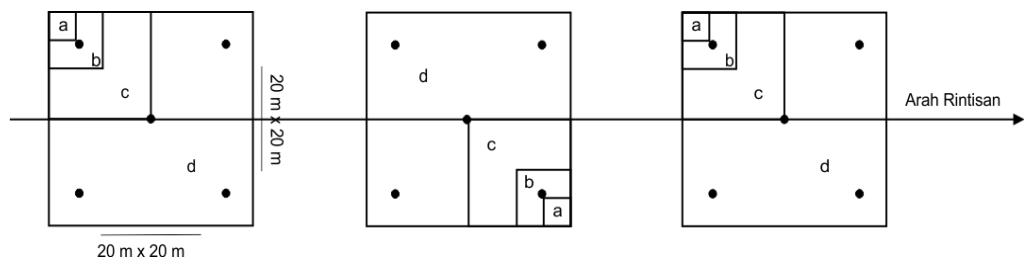
Pengambilan sampel tanah dan analisis vegetasi menggunakan petak ukur tunggal berukuran 20 m x 20 m. Penentuan jumlah petak ukur menggunakan metode *Purposive Sampling* yaitu penentuan petak yang dibuat atas dasar pertimbangan peneliti yang menganggap unsur-unsur yang dikehendaki telah ada dalam anggota sampel (Nasution, 2003). Pertimbangan yang dimaksud yaitu melihat kondisi lokasi penelitian seperti aksesibilitas, ketinggian tempat, tutupan lahan, topografi, kontur, dan jarak antara petak. Lokasi penelitian dibagi menjadi 5 ketinggian tempat yaitu (<100 , 100-200, 201-300, 301-400, >400) Mdpl dengan interval 100 m. Pembagian ketinggian tempat dengan interval 100 m dilakukan karena perubahan lingkungan

yang signifikan pada skala tersebut seperti penurunan suhu (Baratto et al., 2022) yang dapat berdampak pada sifat tanah serta vegetasi. Penggunaan interval 100 m dalam penelitian sifat fisik dan kimia tanah juga pernah dilakukan (Kashyap et al., 2024). Berikut disajikan jumlah petak ukur pada tiap-tiap ketinggian.

Tabel 1. Jumlah petak ukur pada setiap blok dan ketinggian tempat

Blok	Ketinggian (Mdpl)	Kelas Ketinggian (Mdpl)					Petak
		<100	100-200	201-300	301-400	>400	
Perlindungan	69 – 475	6	8	2	-	-	16
Pemanfaatan	13 – 379	-	-	4	5	2	11
Total		6	8	6	5	2	27

Terdapat total 27 Petak ukur, dimana 16 berada pada blok perlindungan dan 11 berada pada blok pemanfaatan (Gambar 2). Petak ukur disebar mengikuti gradien ketinggian yang dimulai dari ketinggian <100 Mdpl sampai >400 Mdpl mengarah ke puncak, sehingga membentuk garis panjang. Jarak antara petak pada satu rintisan kurang lebih sama, sedangkan jarak antara rintisan menyesuaikan dengan kondisi lokasi penelitian seperti yang sudah dijelaskan.

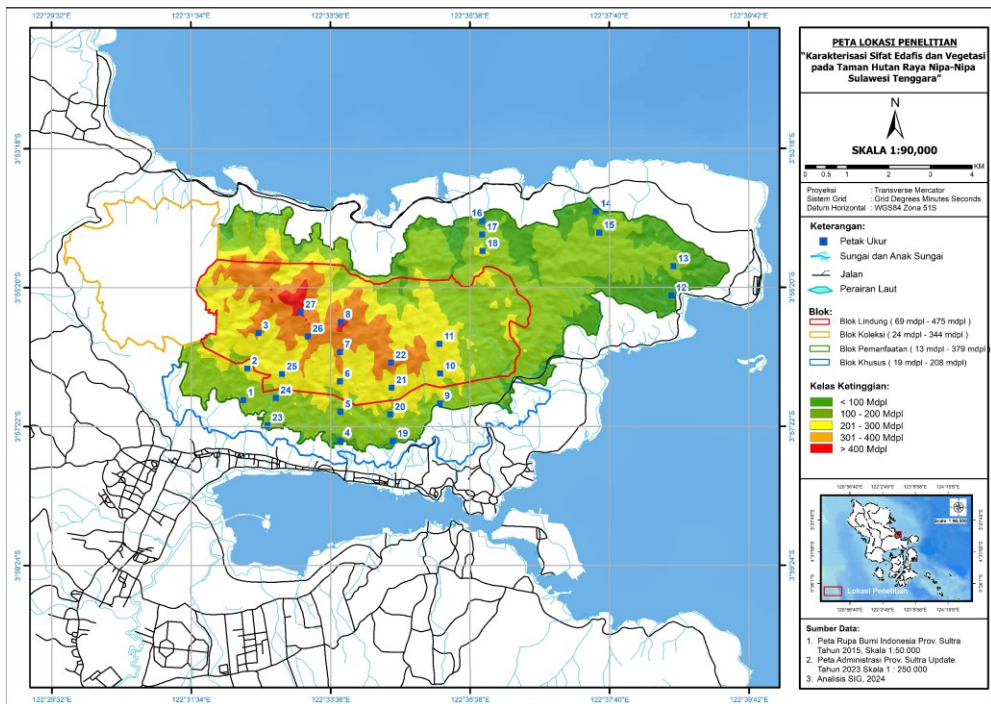


Keterangan: (a) petak ukur 2 m x 2 m untuk pengamatan semai, (b) petak ukur 5 m x 5 m untuk pengamatan pancang, (c) petak ukur 10 m x 10 m untuk pengamatan tiang, (d) petak ukur 20 m x 20 m untuk pengamatan pohon (Kusmana, 2017)

- Titik pengambilan sampel tanah

Gambar 1. Desain petak ukur metode garis berpetak (Kusmana, 2017)

Pengambilan sampel tanah dilakukan pada setiap petak yang diambil pada tiga kedalaman yaitu (0-20, 21-40, 41-60) cm. Terdapat 5 titik pengambilan sampel pada setiap petak, 4 titik diambil secara diagonal pada setiap sudut petak dan 1 titik berada di tengah (Gambar 1). Sampel tanah yang diambil merupakan tanah terganggu menggunakan bor tanah. Dari 5 titik sampel tanah tersebut dikompositkan berdasarkan kedalaman yang sama, sehingga terdapat 3 sampel pada setiap petak. Kemudian sekitar ± 500 gr tanah diambil dari masing-masing kedalaman, lalu dimasukkan ke dalam plastik sampel dan diberi label berdasarkan (ketinggian tempat, petak, dan kedalaman), total keseluruhan 81 sampel tanah.



(Sumber: hasil olahan 2024)

Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian

2.3.3. Pengambilan Sampel Tanah

Prosedur pengambilan sampel tanah di lapangan adalah sebagai berikut:

1. Membuat petak ukur 20 m x 20 m
2. Mengambil sampel tanah pada 5 titik yang telah ditentukan menggunakan bor tanah (Gambar 5)
3. Mengompositkan dan misahkan tanah berdasarkan kedalaman yang sama
4. Mengambil sekitar ± 500 gr tanah dari masing-masing kedalaman, lalu dimasukkan ke dalam plastik sampel dan diberi label berdasarkan (ketinggian tempat, petak, dan kedalaman)
5. Membersihkan sisa tanah pada bor tanah setiap berpindah titik pengambilan sampel tanah.



Keterangan: a) Pembuatan plot ukur; b) Pengambilan sampel tanah; c) Pemisahan sampel tanah berdasarkan kedalaman yang sama; d) Pengompositan tanah; e) Memasukkan tanah pada plastik sampel dan memberikan label pada setiap kedalaman; f) Memasukkan tanah pada boks

Gambar 3. Proses pengambilan sampel tanah

2.3.4. Pengambilan Data Vegetasi

Analisis vegetasi dilakukan untuk mengetahui keanekaragaman spesies tumbuhan pada kawasan Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara. Jenis vegetasi yang dijumpai di lapangan diidentifikasi dengan menggunakan buku panduan identifikasi jenis pohon yaitu “*Buku Ekologi Sulawesi*” (Whitten et al., 1987), “*Kekayaan Jenis-Jenis Pohon Sepanjang Jalur Tracking Air Jatuh Lahundape Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara*” (Albasri et al., 2020). Pengamatan dan inventarisasi vegetasi pada masing-masing petak ukur dilakukan dengan cara berikut:

1. Membuat petak tunggal pengamatan dengan ukuran 20 m x 20 m untuk kategori pohon yaitu vegetasi yang memiliki diameter batang ≥ 20 cm

2. Membuat sub petak ukur 10 m x 10 m untuk kategori tiang yaitu vegetasi yang memiliki diameter batang 10 cm – <20 cm
3. Membuat sub petak ukur 5 m x 5 m untuk kategori pancang yaitu vegetasi yang memiliki diameter batang < 10 cm sampai yang tingginya >1,5
4. Membuat sub petak ukur 2 m x 2 m untuk kategori semai yaitu anakan yang tingginya <1,5 m dan tumbuhan bawah
5. Mengukur keliling batang tanaman yang terdapat dalam Petak pengamatan setinggi dada (1,3 m) dan mencatat jenisnya, untuk semai ditambah dengan mencatat jumlahnya.
6. Jenis pohon yang ditemukan di lapangan jika tidak diketahui jenisnya, maka semua yang menjadi ciri dari tumbuhan tersebut di dokumentasi seperti penampakan batang luar, pepagan dalam, banir, percabangan, daun, daun penumpuk, bunga, buah, dan ciri lainnya. Sampel dokumentasi tersebut dikirimkan ke Kebun Raya Purwodadi untuk diidentifikasi, selain itu peneliti juga mencoba untuk mengidentifikasi secara mandiri lewat google image, kemudian dicocokkan dengan data dari website <https://powo.science.kew.org/>, <https://www.asianplant.net/>.



Keterangan: a) Pembuatan plot ukur; b) Pengukuran keliling batang; c) Pengukuran tinggi pohon; d) Pengambilan sampel tanaman untuk diidentifikasi

Gambar 4. Proses pengambilan data vegetasi

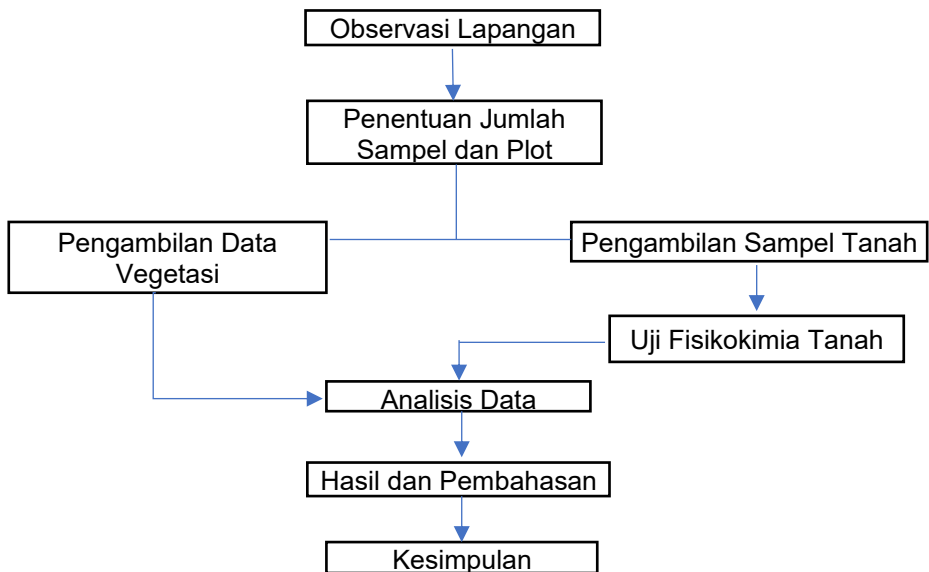
2.3.5. Uji sifat Fisik dan Kimia Tanah

Uji fisiokimia dilakukan untuk mengetahui sifat fisik dan kimia pada tanah, semua uji dilakukan di laboratorium yang meliputi:

1. Penentuan warna tanah menggunakan metode *Munsell Soil Colour Chart* (MSSC). MSSC digunakan sebagai standar warna dasar atau warna matriks dan warna karatan sebagai hasil dari proses oksidasi dan reduksi di dalam tanah pada penelitian sumberdaya tanah di Indonesia saat ini (Subardja et al., 2004). Adapun tata cara pengukuran warna tanah ada menggunakan (MSSC) adalah sebagai berikut:
 - Mengambil contoh tanah kering lebih kurang 5 gram
 - Cocokkan warna tanah tersebut dengan warna-warna pada buku *Munsell Soil Colour Chart*
 - Apabila sudah ditemukan warna yang sama dengan warna tanah, lanjutkan dengan mencatat nama kode warna tanah yang dimulai dari hue, value dan chroma
 - Tulis warna tanah dengan mencari warna tanah pada kartu nama tanah (Sunarta, 2016).
2. Penentuan tekstur tanah menggunakan metode Hydrometer seperti yang dijelaskan oleh Gavlak et al (2005) adalah sebagai berikut
 - Menimbang tanah kering udara sebanyak 50 g tanah dan dimasukkan kedalam gelas beaker 600 mL
 - Menambahkan 25 mL H_2O_2 (Hidrogen peroksida) 30% dan didiamkan selama 15 menit.
 - Menambahkan 250 mL aquades dan 100 mL pereaksi calgon 5% dan didiamkan selama satu malam
 - Kemudian suspensi dipindahkan kedalam gelas ukur 1 L dan diaduk selama ± 15 menit.
 - Memasukan hidrometer dan membaca skalanya setelah 30 detik.
 - mengukur suhu suspensi bersamaan dengan pembacaan skala hidrometer.
 - mengulangi pengadukan setelah 24 jam, kemudian mencatat skala hidrometer dan suhu suspensi
3. Penentuan C-Organik dilakukan dengan menggunakan metode (Walkley & Black, 1934) dengan cara:
 - Menimbang 0,5 g contoh tanah ukuran $< 0,5$ mm, memasukkan ke dalam botol ukur 100 ml
 - Menambahkan 5 ml $K_2Cr_2O_7$ (kalium dikromat) 1 N, lalu meng kocoknya dan menambahkan 7,5 ml H_2SO_4 (asam sulfat) pekat, meng kocoknya lalu mendinginkan selama 30 menit
 - Mengencerkan dengan aquade, membiarkan dingin dan mengimpitkan
 - Keesokan harinya mengukur absorbansi larutan jernih dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm. Sebagai pembandingan dibuat standar 0 dan 250 ppm, dengan memipet 0 dan 5 ml larutan standar 5000 ppm ke dalam labu ukur 100 ml dengan

perlakuan yang sama dengan pengerjaan contoh (Kusumandaru et al., 2015).

4. Uji N, P, K menggunakan alat N, P, K meter. Penggunaan alat pengujian seperti N, P, K meter sudah banyak digunakan dalam penelitian-penelitian ilmu tanah untuk meminimalisir penggunaan biaya dan waktu penelitian (Ramadhan et al., 2022). Adapun tata cara pengukuran tanah menggunakan N, P, K meter adalah sebagai berikut:
 - Memasukan sampel tanah langsung dari lapangan ke dalam wadah
 - Menancapkan N, P, K meter ke dalam wadah
 - Membaca dan mencatat nilai N, P, K
5. Uji pH tanah dan kelembaban tanah menggunakan alat pH dan kelembaban meter. Penggunaan alat pH dan kelembaban meter juga sudah banyak dilakukan dalam penelitian-penelitian ilmu tanah untuk meminimalisir biaya penelitian dan waktu penelitian. Adapun tata cara pengukuran tanah menggunakan N, P, K meter adalah sebagai berikut:
 - Memasukan sampel tanah langsung dari lapangan ke dalam wadah
 - Menancapkan pH dan kelembaban meter ke dalam wadah
 - Membaca dan mencatat nilai pH dan kelembaban



Gambar 5. Bagan alur penelitian

2.4. Variabel Penelitian

2.4.1. Ketinggian Tempat

Pembagian ketinggian dilakukan berdasarkan pada pembagian blok kawasan Tahura Nipa-Nipa Sulawesi Tenggara. Pembagian kelas ketinggian dapat memberikan informasi perbedaan vegetasi yang tumbuh berdasarkan kelas ketinggian pada tiap blok serta memberikan informasi terkait sifat fisik dan kimia tanah.

2.4.2. Kedalaman Tanah

Kedalaman tanah sangat mempengaruhi kandungan sifat tanah. berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu sifat fisikokimia tanah akan semakin berkurang seiring bertambahnya kedalaman tanah. Penelitian ini ingin melihat apakah ada perbedaan sifat tanah pada 3 kedalaman (0-20, 21-40, 41-60) cm tanah yang di teliti di 5 ketinggian berbeda.

2.4.3. Vegetasi

Variabel ini meliputi jenis pohon, tinggi pohon, kerapatan, frekuensi, dominansi, indeks nilai penting, keragaman, indeks kemerataan jenis dan indeks kekayaan jenis. Setiap vegetasi memiliki morfologi dan tempat tumbuh yang berbeda-beda. Salah satu yang mempengaruhi jenis dan struktur vegetasi adalah ketinggian tempat dan sifat tanah. Telah dilaporkan bahwa terjadi hubungan mutualisme yang kompleks antara keberadaan vegetasi dengan sifat tanah. Sehingga penting untuk melihat sebaran vegetasi berdasarkan ketinggian dan sifat tanahnya.

2.4.4. Sifat fisik dan kimia tanah

Variabel sifat fisik tanah yaitu tekstur, warna tanah, kelembaban tanah. Sedangkan sifat kimia tanah (pH, C-Organik, N, P, K). Penelitian ini ingin melihat apakah ada perbedaan sifat fisik dan kimia tanah pada 5 ketinggian dan 3 kedalaman tanah yang diteliti serta jenis tumbuhan apa saja yang tumbuh pada ketinggian dan sifat tanah tersebut.

2.5. Analisis Data

2.5.1. Analisis Vegetasi

Data vegetasi yang diperoleh dari lapangan diolah untuk mengetahui nilai-nilai sebagai berikut:

1. Kerapatan Relatif (KR), Dominasi Relatif (DR), Frekuensi Relatif (FR), dan Nilai Penting (NP) dari masing-masing petak ukur, mengacu pada Curtis 1959 *dalam* Mueller dan Ellenberg, (1974), sebagai berikut

- Kerapatan (K) =
$$\frac{\text{Jumlah Individu Suatu Jenis}}{\text{Luas Area Sampel}}$$

- Kerapatan Relatif (KR) =
$$\frac{\text{Kerapatan suatu jenis}}{\text{Kerapatan seluruh Jenis}} \times 100\%$$

- Dominansi (D) = $\frac{\text{Jumlah luas bidang dasar (LBDS) suatu jenis}}{\text{Luas area sampel}}$

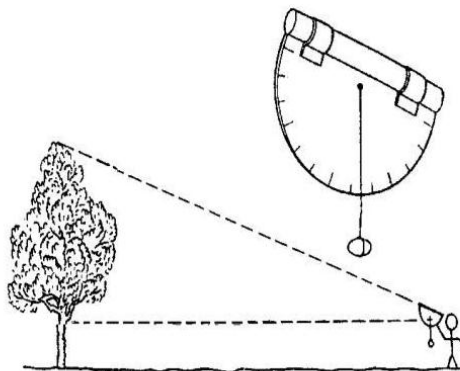
$$LBDS = \left(\frac{d}{2}\right)^{nt2} \times 3,14$$

- Dominansi Relatif (DR) = $\frac{\text{Dominansi suatu jenis}}{\text{Total Dominansi seluruh jenis}} \times 100\%$
- Frekuensi (F) = $\frac{\text{Jumlah Petak ditemukan suatu jenis}}{\text{Jumlah seluruh Petak}}$
- Frekuensi Relatif (FR) = $\frac{\text{Frekuensi suatu jenis}}{\text{Frekuensi seluruh Jenis}} \times 100\%$
- Indeks Nilai Penting

$$\begin{aligned} \text{INP} &= \text{KR} + \text{DR} + \text{FR} \text{ (Pohon, Tiang dan Pancang)} \\ \text{INP} &= \text{KR} + \text{FR} \text{ (Semai)} \end{aligned}$$

2. Tinggi pohon

Menurut Nirmalasari et al (2024) untuk menghitung tinggi pohon dengan pengukuran klinometer dapat menggunakan rumus berikut:



$$T = \tan a \cdot j + t$$

Keterangan :

- T = Tinggi pohon
- a = Sudut elevasi
- j = Jarak ke pohon
- t = Tinggi dari permukaan tanah ke mata pengamat

3. Indeks Keragaman (*Diversity*) Shannon-Wiener (Odum, 1971):

$$H = - \sum P_i \ln P_i$$

Keterangan:

- H' = Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon

ln = Logaritma Natural
 $P_i = \frac{n_i}{N}$
 ni = Jumlah individu dalam satu spesies
 N = Jumlah total individu spesies yang ditemukan

4. Indeks Kemerataan Jenis (E) menggunakan rumus (Magurran, 1988)

$$E = \left(\frac{H'}{\ln S} \right)$$

Keterangan:

E = Indeks kemerataan jenis
 H' = Indeks keanekaragaman jenis
 S = Jumlah seluruh jenis
 Ln = Logaritma natural

5. Indeks Kekayaan Jenis

$$R = \left(\frac{S - 1}{\ln(N)} \right)$$

Keterangan:

R = Indeks Kekayaan Jenis
 S = Jumlah jenis yang ditemukan

2.5.2. Analisis Hubungan Variabel Penelitian

Analisis hubungan antar variabel penelitian menggunakan analisis *Principal Component Analysis* (PCA), sedangkan untuk melihat kuatnya hubungan antar variabel penelitian menggunakan analisis korelasi *spearman*. *Software* yang digunakan adalah *software* Minitab versi 18.