

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Inventarisasi Tumbuhan

Inventarisasi Tumbuhan merupakan salah satu kegiatan ilmiah yang bertujuan untuk mengumpulkan, mencatat, dan mendokumentasikan seluruh jenis tumbuhan yang terdapat di suatu kawasan tertentu secara sistematis (Oktaviani et al., 2019). Kegiatan ini mencakup proses identifikasi spesies, penentuan jumlah individu, serta pencatatan informasi terkait karakteristik morfologi dan habitat dari setiap jenis tumbuhan yang di temukan (Morel et al., 2015). Inventarisasi tumbuhan merupakan langkah strategis dalam upaya pengelolaan dan pelestarian keanekaragaman hayati, karena melalui kegiatan ini diperoleh data dasar yang diperlukan untuk berbagai kepentingan ilmiah maupun konservasi (Wahyuni et al., 2023). Data yang dihasilkan dari inventarisasi dapat digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan terkait pengelolaan sumber daya alam hayati secara berkelanjutan. Selain itu, inventarisasi juga berperan penting dalam mendeteksi keberadaan spesies langka, endemik, maupun invasif yang membutuhkan perhatian khusus dari berbagai pemangku kepentingan (Stephenson & Stengel, 2020). Dengan demikian, inventarisasi tumbuhan tidak hanya berfungsi sebagai kegiatan pendataan semata, tetapi juga menjadi fondasi ilmiah bagi program konservasi, restorasi ekosistem, serta pengembangan ilmu pengetahuan di bidang botani dan ekologi.

Indonesia dikenal sebagai salah satu negara dengan Tingkat keanekaragaman hayati tertinggi di dunia, sehingga mendapat predikat sebagai negara megabiodiversity (Von Rintelen *et al.*, 2017). Kondisi geografis Indonesia yang terletak diantara dua benua dan dua samudra, serta memiliki sekitar 17.500 pulau dengan total luas wilayah sekitar 9 juta km², menjadikan negara ini sebagai tempat yang sangat kaya akan keanekaragaman ekosistem dan spesies tumbuhan (Sun *et al.*, 2024). Flora Indonesia merupakan bagian dari kawasan Malesiana yang diperkirakan mencakup sekitar 25% dari seluruh spesies tumbuhan berbunga yang ada di dunia, dengan jumlah spesies mencapai 20.000 jenis dan sekitar 40% di antaranya berstatus endemik atau asli indonesia. Namun demikian, tingginya keanekaragaman ini juga disertai dengan tingginya ancaman kepunahan tercatat sekitar 240 spesies tanaman dinyatakan langka, sekitar 36 spesies pohon terancam punah, dan sekitar 58 spesies tumbuhan berstatus dilindungi (Kusmana & Hikmat, 2015). Kondisi tersebut semakin diperparah oleh berbagai tekanan seperti alih fungsi lahan, eksploitasi berlebihan, dan masuknya spesies tumbuhan asing invasif yang mampu menggeser spesies asli dari habitatnya (Malaviya *et al.*, 2025).

Pelaksanaan inventarisasi tumbuhan dilapangan dapat di lakukan dengan menggunakan berbagai pendekatan metodologis yang di sesuaikan dengan kondisi dan tujuan penelitian. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah metode transek plot, yaitu dengan membuat jalur pengamatan berukuran tertentu yang di dalamnya ditempatkan plot pengamatan untuk merekam seluruh jenis tumbuhan yang ada. Metode ini diaplikasikan dengan membagi kategori tumbuhan berdasarkan Tingkat pertumbuhan, mulai dari semai plot 2x2m, pancang 5x5m, tiang 10x10m, hingga pohon 20x20m, sehingga data yang dihasilkan

mencerminkan struktur dan komposisi vegetasi secara komprehensif (Shavira *et al.*, 2020). Selain metode transek plot, metode purposive sampling juga sering digunakan dalam inventarisasi tumbuhan, yaitu dengan menentukan lokasi pengambilan sampel secara sengaja berdasarkan pertimbangan tertentu seperti tingkat dominansi jenis atau karakteristik habitat yang khas (Hilwan *et al.*, 2023). Proses identifikasi spesies dilakukan langsung di lapangan dan dilanjutkan di laboratorium dengan mengacu pada buku taksonomi, kunci determinasi, serta herbarium sebagai koleksi spesimen acuan. Analisis data hasil inventarisasi kemudian dilakukan secara deskriptif maupun kuantitatif dengan menghitung berbagai parameter ekologi seperti kerapatan, frekuensi, dominansi, dan Indeks Nilai Penting yang mencerminkan peranan suatu spesies dalam komunitasnya (Oktaviani *et al.*, 2019).

Hasil dari kegiatan inventarisasi tumbuhan memberikan manfaat yang sangat luas, baik bagi pengembangan ilmu pengetahuan maupun bagi upaya konservasi keanekaragaman hayati. Dari segi ilmu pengetahuan, data inventarisasi menjadi sumber informasi penting disiplin ilmu ilmu seperti taksonomi, ekologi, etnobotani, dan farmakognosi. Kajian literatur mengenai inventarisasi dan pemanfaatan tumbuhan obat tradisional di Indonesia menunjukkan bahwa lebih dari 365 spesies tumbuhan berkhasiat telah terdokumentasi dari berbagai kelompok etnis di Indonesia, dengan famili Zingiberaceae, Euphorbiaceae, dan Fabaceae sebagai yang paling dominan (Rahayu & Andini, 2019). Data tersebut menjadi landasan ilmiah bagi pengembangan obat herbal berbasis bukti yang lebih efektif dan terstandar. Perspektif konservasi, inventarisasi berperan dalam mengidentifikasi kawasan yang memiliki Tingkat keanekaragaman spesies tinggi, sehingga dapat ditetapkan sebagai kawasan prioritas perlindungan (Ughade *et al.*, 2025). Hasil inventarisasi juga memungkinkan para pengelola kawasan untuk memantau perubahan komposisi vegetasi dari waktu ke waktu, mendeteksi penurunan populasi spesies tertentu, serta menilai efektivitas program konservasi yang telah diterapkan. Data inventarisasi juga bermanfaat dalam konteks pendidikan lingkungan, karena dapat dijadikan sebagai bahan ajar atau media pembelajaran ekopedagogik berbasis kearifan lokal yang mendekatkan peserta didik dengan kekayaan alam di sekitarnya (Purwanto *et al.*, 2023). Secara keseluruhan, inventarisasi tumbuhan merupakan investasi ilmiah jangka panjang yang memberikan dampak positif bagi keberlanjutan ekosistem dan kesejahteraan manusia.

Meskipun inventarisasi tumbuhan telah berkembang pesat seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, berbagai tantangan masih dihadapi dalam pelaksanaannya, terutama di negara tropis seperti Indonesia yang memiliki ekosistem dengan tingkat kompleksitas tinggi (Setiawan *et al.*, 2020). Kawasan hutan tropis yang belum tereksplorasi secara menyeluruh, sehingga masih banyak spesies tumbuhan yang belum terdokumentasi. Keterbatasan tenaga ahli taksonomi tumbuhan dan fasilitas herbarium yang memadai turut menjadi kendala dalam proses identifikasi spesies secara akurat (Hopkins, 2019). Penggunaan teknologi penginderaan jauh berbasis satelit dan sistem informasi geografis memungkinkan pemantauan vegetasi dalam skala yang lebih luas dan dengan frekuensi yang lebih tinggi. Selain itu, pendekatan taksonomi molekuler melalui analisis DNA barcode semakin banyak diintegrasikan ke dalam kegiatan inventarisasi untuk membantu identifikasi spesies yang sulit dibedakan secara morfologis (Reddy *et al.*, 2021). Kemajuan ini, apabila dikombinasikan dengan metode lapangan yang konvensional

dan melibatkan partisipasi masyarakat lokal, berpotensi meningkatkan efektivitas dan cakupan inventarisasi tumbuhan secara signifikan di masa mendatang.

2. Kantong Semar (*Nepenthes* spp.)

Kantong semar (*Nepenthes*) merupakan tumbuhan karnivora yang termasuk kedalam genus dalam famili *Nepenthaceae*. Tumbuhan ini dikenal secara luas karena kemampuannya menjebak dan mencerna serangga serta organisme kecil lainnya menggunakan organ khusus berbentuk kantong yang disebut pitcher atau kantong perangkap. Genus *Nepenthes* menyebar dikawasan tropis mulai dari Australia Utara, Asia Tenggara, Asia Selatan, hingga Madagaskar, dengan pusat keanekaragaman tertinggi berada di Pulau Kalimantan, Sumatera, Filipina, dan Sulawesi (Gray *et al.*, 2017). Secara global, terdapat lebih dari 180 spesies *Nepenthes* yang telah terdeskripsikan secara ilmiah, dan jumlah ini terus bertambah seiring dengan eksplorasi flora dikawasan yang belum banyak diteliti (Moulton *et al.*, 2023).

Indonesia menjadi negara dengan keanekaragaman *Nepenthes* tertinggi di dunia, dengan sekitar 80 spesies yang tersebar di berbagai pulau Sumatra dengan 44 spesies, disusul Kalimantan dengan 22 spesies, Sulawesi 13 spesies, Papua 11 spesies, Maluku 5 spesies, Jawa 3 spesies, dan Kepulauan Nusa Tenggara 1 spesies (Hasanah *et al.*, 2025). Kekayaan spesies ini menjadikan Indonesia sebagai pusat konservasi *Nepenthes* yang sangat strategis ditingkat global. Di dalam ekosistem hutan tropis, tumbuhan ini umumnya ditemukan pada habitat dengan kondisi tanah yang miskin unsur hara, seperti lahan gambut, hutan krangas, padang rumput pegunungan, dan lereng berbatu yang memiliki kelembaban tinggi (Mansur *et al.*, 2023). Kondisi ekologis mendorong evolusi mekanisme karnivori sebagai strategi adaptif untuk memenuhi kebutuhan nutrisi, terutama nitrogen dan fosfor, yang tidak tersedia cukup dari tanah (Mansur *et al.*, 2024).

Secara morfologis, *Nepenthes* memiliki ciri khas berupa daun yang membentuk kantong perangkap. Daun tumbuhan ini terdiri atas tiga bagian utama, yaitu lamina atau helaian daun fotosintetik, sulur yang menghubungkan lamina dengan kantong, dan kantong itu sendiri yang berfungsi sebagai perangkap mangsa (Mansur *et al.*, 2023). Kantong dilengkapi dengan tutup operculum di bagian atas yang berfungsi mencegah masuknya air hujan berlebihan kedalam cairan pencernaan, serta peristom di bagian bibir kantong yang memiliki tekstur bergerigi dan licin untuk menjebak serangga. Penelitian biomekanikal membuktikan bahwa geometri peristome sangat menentukan kemampuan tangkap mangsa pada berbagai spesies *Nepenthes*, karena serangga mengalami efek aquaplaning saat bersentuhan dengan permukaan bibir kantong yang basah dan licin hingga terjatuh kedalam cairan pencernaan (Moulton *et al.*, 2023).

Cairan di dalam kantong *Nepenthes* mengandung enzim pencernaan yang di produksi oleh kelenjar pada dinding bagian dalam kantong (Buch *et al.*, 2015). Enzim tersebut mencakup protease, nuklease, peroksidase, kitinase, fosfatase, dan glukonase yang secara kolektif berperan dalam mendegradasi tubuh serangga menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tumbuhan (Wan Zakaria *et al.*, 2019). Selain enzim endogen, terdapat pula komunitas bakteri dan makroorganisme akuatik yang turut membantu proses dekomposisi mangsa di dalam kantong, sehingga proses akuisisi nitrogen berlangsung melalui kombinasi antara enzim tumbuhan dan aktivitas mikroba (Lam *et al.*, 2017). Beberapa spesies *Nepenthes*

juga memanfaatkan eksudat nektar di sekitar peristom, warna kantong yang kontras, serta aroma tertentu sebagai mekanisme atraksi serangga menuju perangkap (Gilbert *et al.*, 2020).

Pulau Jawa memiliki jumlah spesies *Nepenthes* yang relative terbatas dibandingkan pulau besar Indonesia lainnya. Hingga saat ini, hanya terdapat tiga spesies *Nepenthes* yang tercatat secara resmi tumbuh di Jawa, yaitu *Nepenthes adrianii*, *Nepenthes gynamphora*, dan *Nepenthes mirabilis* (Astuti *et al.*, 2024). Keterbatasan keanekaragaman spesies di Jawa ini diperkirakan berkaitan dengan kondisi geografi dan Sejarah biogeografi pulau yang relatif lebih kering dan padat penduduk dibandingkan Sumatra maupun Kalimantan.

a. *Nepenthes mirabilis*

Nepenthes mirabilis adalah spesies dengan distribusi geografis paling luas diantara seluruh genus *Nepenthes*. Tumbuhan ini tidak hanya ditemukan di Jawa tetapi tersebar dari Asia Tenggara daratan, Kepulauan Melayu, Papua Nugini, hingga Australia Utara (Budi Cahyono *et al.*, 2019). Di Pulau Jawa *Nepenthes mirabilis* menempati habitat dataran rendah hingga ketinggian sedang, khususnya pada lahan gambut, tepi hutan, padang rumput terbuka, dan sisi jalan yang lembap (Wardana, 2023). Spesies ini tergolong dalam kategori *Nepenthes* dataran rendah yang toleran terhadap gangguan habitat, sehingga masih dapat ditemukan pada vegetasi terdegradasi sekalipun. Pemodelan niche ekologi menggunakan model MaxEnt mengungkapkan bahwa curah hujan tahunan merupakan faktor iklim terpenting yang menentukan distribusi geografis *Nepenthes mirabilis*, dan kawasan Wallacea serta Papua Nugini diduga sebagai pusat asal usul penyebaran spesies ini ke seluruh wilayah Sundaik (Wardana, 2023). Kandungan nitrogen dari serangga yang terperangkap diperkirakan menyumbang hingga 61,5% dari total nitrogen tumbuhan pada populasi *Nepenthes mirabilis* (Huang *et al.*, 2025).

Dalam ilmu biologi, klasifikasi ilmiah pada tumbuhan kantong semar *Nepenthes mirabilis* Druce (1916), (Asri *et al.*, 2024) sebagai berikut:

Kingdom	:	Plantae
Sub kingdom	:	Tracheobionta
Divisi	:	Magnoliophyta
Kelas	:	Magnoliopsida
Sub kelas	:	Dilleniidae
Ordo	:	Nepenthesales
Famili	:	Nepenthaceae
Genus	:	<i>Nepenthes</i>
Spesies	:	<i>Nepenthes mirabilis</i>



Gambar 1 Spesies *Nepenthes mirabilis*

b. *Nepenthes adrianii*

Nepenthes adrianii merupakan spesies pegunungan di pulau jawa bagian Tengah, terutama dari kawasan gunung yang memiliki ketinggian diatas 1.000 meter di atas permukaan laut (mdpl). Kantong tumbuhan ini umumnya berwarna hijau kemerahan dengan bercak merah pada permukaan luar, serta peristome yang berwarna merah muda hingga merah terang (Ristiawan & Hikmat, 2022). Habitat utama *Nepenthes adrianii* adalah hutan pegunungan yang lembap dengan tutupan vegetasi cukup rapat, tumbuh pada tanah yang miskin unsur hara, sering ditemukan bersamaan dengan vegetasi lumut tebal yang menjaga kelembaban mikrohabitatnya (Rizqiani et al., 2018). Secara ekologis, spesies ini rentan terhadap gangguan habitat akibat konversi lahan dan wisata alam yang tidak terkendali (Rizky Juliansyah Putra Susilo et al., 2024).

Dalam ilmu biologi, klasifikasi ilmiah pada tumbuhan kantong semar *Nepenthes adrianii*, Adrian yusuf wartono (2004); (Pranata *et al.*, 2020) sebagai berikut:

Kingdom	:	Plantae
Sub kingdom	:	Tracheobionta
Divisi	:	Magnoliophyta
Kelas	:	Magnoliopsida
Sub kelas	:	Dilleniidae
Ordo	:	Nepenthales
Famili	:	Nepenthaceae
Genus	:	<i>Nepenthes</i>
Spesies	:	<i>Nepenthes adrianii</i>



Gambar 2 *Nepenthes adrianii*

c. *Nepenthes gynamphora*

Nepenthes gynamphora merupakan spesies endemik Jawa yang paling banyak diteliti diantara ketiga spesies *Nepenthes* pulau Jawa. Spesies ini tersebar di Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur pada kisaran ketinggian 600 hingga 2.800 mdpl, menjadikannya salah satu spesies dengan rentang ketinggian paling luas dalam genus ini. Di Jawa Barat, spesies ini ditemukan secara natural di kawasan hutan di Gunung Pasir Cadas Panjang Ciwidey pada ketinggian sekitar 1.700-2.050 mdpl (Rizky Juliansyah Putra Susilo et al., 2024). Nama *gynamphora* berasal dari bahasa Yunani, yaitu *gymnos* yang berarti terbuka dan *amphoros* yang bermakna berbentuk labu, merujuk pada bentuk kantong yang sederhana tanpa ornament khusus (Ghazalli et al., 2020). Penelitian morfologi terkini menunjukkan adanya perbedaan nyata antara kantong bagian bawah dan kantong bagian atas, kantong bawah memiliki diameter yang seragam dari dasar hingga peristom dan dilengkapi sayap berambut, sedangkan kantong atas berbentuk seperti kendi yang mengembang di bagian bawah, menyempit ke atas, dan melebar kembali di peristome tanpa sayap berambut. Warna kantong bervariasi dari hijau, berpola, hingga kemerahan, dengan kecenderungan warna merah semakin dominan pada individu yang tumbuh di ketinggian lebih tinggi (Agrawal et al., 2022).

Dalam ilmu biologi, klasifikasi ilmiah pada tumbuhan kantong semar *Nepenthes gynamphora* Nees (1824), sebagai berikut:

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Magnoliophyta
Kelas	:	Magnoliopsida
Ordo	:	Caryophyllales
Famili	:	Nepenthaceae
Genus	:	<i>Nepenthes</i>
Spesies	:	<i>Nepenthes gynamphora</i>



Gambar 3 *Nepenthes gymnamphora*

3. Populasi Tumbuhan

Populasi tumbuhan merupakan sekumpulan individu dari spesies yang sama menempati suatu wilayah geografis tertentu pada waktu bersamaan, serta memiliki kemampuan untuk saling berinteraksi dan melakukan silang di antara sesamanya (Nursanti *et al.*, 2025). Dalam kajian ekologi tumbuhan, populasi dipandang sebagai satuan fundamental yang menjadi jembatan antara tingkat individu dan komunitas sehingga pemahaman terhadap dinamika populasi menjadi dasar yang penting dalam menganalisis ekosistem secara menyeluruh (Westerband *et al.*, 2021). Ekologi populasi tumbuhan merupakan cabang ilmu yang secara khusus mempelajari bagaimana suatu populasi tumbuhan berintraksi dengan lingkungannya, termasuk faktor yang memengaruhi distribusi dan kelimpahannya (Ehrlén *et al.*, 2016). Setiap populasi tumbuhan dicirikan oleh sejumlah atribut kuantitatif yang dapat diukur, antara lain ukuran populasi, kepadatan populasi, struktur umur, rasio jenis kelamin pada tumbuhan berumah dua, serta laju pertumbuhan populasi (Zhang *et al.*, 2024). Atribut tersebut bersifat dinamis, artinya dapat berubah seiring waktu sebagai respons terhadap perubahan kondisi lingkungan, tekanan biotik, maupun gangguan antropogenik. Studi tentang populasi tumbuhan tidak hanya relevan dalam konteks ekologi dasar, tetapi juga memiliki implikasi praktis dalam bidang konservasi biodiversitas, pengelolaan spesies invasif, serta pemulihan ekosistem yang terdegradasi (Glennemeier *et al.*, 2020).

Populasi tumbuhan memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari populasi organisme lain, khususnya karena tumbuhan bersifat sesil dan sangat bergantung pada kondisi habitat setempat. Karakteristik tersebut mencakup kepadatan populasi, pola distribusi spasial, struktur umur, serta laju vital seperti natalitas, mortalitas, imigrasi, dan emigrasi yang secara kolektif yang menentukan pertumbuhan populasi (Caswell *et al.*, 2018). Kepadatan populasi didefinisikan sebagai jumlah individu tumbuhan per satuan luas area tertentu, dan nilainya sangat dipengaruhi oleh ketersediaan sumber daya seperti cahaya, air, dan unsur hara (Wang *et al.*, 2021). Semakin tinggi kepadatan populasi, maka kompetisi intraspesifik antar individu pun semakin meningkat, yang pada akhirnya dapat menyebabkan penurunan pertumbuhan individu dan peningkatan angka kematian dalam suatu proses yang dikenal sebagai selfthinning. Selain kepadatan, struktur umur populasi juga menjadi parameter kunci dalam memahami trajektori

pertumbuhan jangka panjang suatu populasi yang didominasi oleh individu muda umumnya memiliki potensi pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan populasi yang didominasi oleh individu dewasa tua. (McDonald *et al.*, 2016) menegaskan bahwa dalam lingkungan yang tidak stabil, gangguan terhadap struktur populasi dapat menyebabkan dinamika transien yang menyimpang secara signifikan dari laju pertumbuhan stabil, sehingga pemahaman tentang dinamika jangka pendek pun tidak kalah pentingnya dari analisis jangka panjang.

Distribusi spasial populasi tumbuhan merujuk pada cara individu tumbuhan tersebar didalam suatu habitat, yang secara umum dapat dikategorikan menjadi tiga pola dasar, yaitu distribusi acak, distribusi seragam, dan distribusi mengelompok (Wiegand *et al.*, 2021). Dari ketiga pola tersebut, distribusi mengelompok merupakan pola yang paling banyak di jumpai dialam, terutama karena adanya keterbatasan penyebaran benih, preferensi mikro habitat, serta intraksi positif antar individu (De Freitas Alves & De Santana, 2022). Distribusi acak terjadi ketika setiap individu memiliki peluang yang sama untuk berada disetiap titik dalam suatu area, tanpa adanya interaksi yang berarti antar sesama individu maupun pengaruh lingkungan yang menonjol. Sementara itu, distribusi seragam umumnya dijumpai pada kondisi kompetisi yang sangat ketat, dimana setiap individu cenderung menjaga jarak dari individu lainnya demi memaksimalkan perolehan sumber daya (Pekalski & Wang, 2021). Kajian terkini menunjukkan bahwa pola distribusi spasial tidak hanya bersifat statis, melainkan dapat berubah secara dinamis seiring dengan perubahan kepadatan populasi dan kondisi lingkungan sekitar. Melalui kajian analisis titik spasial mengungkapkan bahwa pola spasial tumbuhan yang terdeteksi pada suatu skala tertentu belum tentu mencerminkan pola yang sama pada skala yang berbeda, sehingga pemilihan metode dan skala analisis menjadi hal yang sangat krusial dalam interpretasi distribusi populasi tumbuhan (Ben Said, 2021). Lebih lanjut, kemampuan bersaing suatu spesies juga turut berperan dalam menentukan apakah agregasi individu memberikan keuntungan atau justru kerugian bagi kinerja populasi secara keseluruhan (Shinohara & Ohsaki, 2025).

Dinamika pertumbuhan populasi dikendalikan oleh interaksi antara faktor biotik dan abiotik yang bekerja secara simultan dalam suatu ekosistem (Campbell *et al.*, 2022). Secara matematis, perubahan ukuran populasi dari waktu ke waktu ditentukan oleh empat komponen utama, yaitu natalitas, mortalitas, imigrasi, dan emigrasi (Pradhan *et al.*, 2021). Pada populasi tumbuhan, proses rekrutmen mencakup perkecambahan benih dan keberhasilan pembentukan semai, yang sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik lingkungan seperti kelembaban tanah, intensitas cahaya, dan kandungan hara (Towers *et al.*, 2022). Ketika kepadatan populasi meningkat melampaui kapasitas dukung lingkungan, mekanisme regulasi yang bersifat bergantung pada kepadatan akan mulai bekerja, sehingga laju pertumbuhan populasi mengalami perlambatan secara alami. fekunditas dan penyebaran benih yang bergantung pada kepadatan secara nyata memengaruhi laju penyebaran populasi tumbuhan, di mana penyebaran yang bersifat positif kepadatan mempercepat ekspansi populasi sekaligus meningkatkan keragaman genetik di dalam populasi tersebut. Di sisi lain, kompetisi intraspesifik yang semakin ketat pada kondisi kepadatan tinggi dapat mengubah morfologi akar tumbuhan sebagai bentuk plastisitas fenotipik dalam merespons keterbatasan ruang dan sumber daya (Wang *et al.*, 2021). Dengan demikian, pemahaman tentang regulasi populasi yang

berbasis kepadatan sangat penting untuk memprediksi trajektori pertumbuhan populasi di bawah berbagai skenario perubahan lingkungan.

Kajian mengenai kelayakan hidup populasi tumbuhan menjadi semakin relevan seiring meningkatnya laju kehilangan biodiversitas akibat perubahan penggunaan lahan, fragmentasi habitat, dan perubahan iklim global (Karmana, 2026). Analisis kelayakan populasi merupakan salah satu pendekatan yang paling banyak digunakan dalam biologi konservasi untuk mengestimasi resiko kepunahan suatu spesies pada rentang waktu tertentu, dengan mempertimbangkan ukuran populasi saat ini, laju pertumbuhan, variabilitas lingkungan, serta struktur hidup tumbuhan. Ekologi populasi tumbuhan dan demografi tumbuhan merupakan bidang penelitian yang telah mapan dalam memberikan pemahaman tentang bagaimana populasi tumbuhan berperforma di dalam habitatnya, dan pengetahuan ini sangat fundamental bagi pengembangan rencana konservasi yang komprehensif dan efektif bagi spesies yang terancam punah (Zhu *et al.*, 2023). Proyeksi populasi jangka pendek dan jangka panjang untuk program reintroduksi tumbuhan seringkali menunjukkan ketidak sesuaian yang signifikan, sehingga diperlukan kehati hatian dalam menginterpretasikan hasil PVA untuk keperluan pengambilan kebijakan konservasi (Bialic Murphy *et al.*, 2022). Tantangan utama dalam penerapan PVA pada tumbuhan mencakup adanya *seed bank* yang mempersulit estimasi rekrutmen, serta rekrutmen yang bersifat episodik dan tidak terjadi setiap tahun. Pendekatan terbaru seperti model metapopulasi, integrasi siklus gangguan, serta penggabungan data genetik dan demografis terbukti mampu menghasilkan PVA yang lebih realistis dan dapat diandalkan untuk menyusun strategi pengelolaan populasi tumbuhan yang berkelanjutan (Chaudhary & Oli, 2020).

4. Penelitian Relevan

Penelitian terdahulu digunakan sebagai bahan perbandingan dan acuan untuk menemukan inspirasi bagi penelitian selanjutnya. Selain itu, kajian terdahulu juga membantu peneliti dalam memposisikan studi yang dilakukan serta menunjukkan keaslian dari penelitian tersebut. Pada bagian ini disajikan berbagai hasil penelitian yang relevan dengan topik yang diangkat, baik yang sudah dipublikasikan maupun yang belum, kemudian dirangkum untuk memberikan gambaran mengenai perkembangan penelitian terkait tema ini.

Penelitian yang dilakukan oleh (Tambunan *et al.*, 2023) ini bertujuan untuk menginventarisasi spesies kantong semar (*Nepenthes sp.*) endemik dikawasan dataran tinggi telagah puteri, Gunung Sibayak, Kabupaten Karo, Sumatra Utara, dengan menggunakan metode eksplorasi sepanjang jalur pendakian pada bulan januari hingga februari 2022. Hasil penelitian berhasil mengidentifikasi dua spesies endemik Sumatra Utara, yaitu *N.tobaica* dan *N.spectabilis*, yang keduanya ditemukan tumbuh dilingkungan berbatu dengan kandungan hara rendah pada ketinggian 1.962 mdpl. Temuan penting dari penelitian ini adalah adanya indikasi pergeseran habitat *N. spectabilis* ke lokasi yang lebih tinggi dan lebih jauh dari jalur pendakian umum dibandingkan temuan pada tahun sebelumnya, yang menandakan bahwa tekanan aktivitas manusia seperti wisata pendakian telah mendorong spesies endemik ini berpindah ke kawasan yang lebih terpencil, sehingga keberadaan dan kelestariannya di alam semakin terancam dan memerlukan perhatian serta upaya konservasi yang lebih serius.

Penelitian yang dilakukan oleh (Nainggolan *et al.*, 2020) yang berjudul Inventarisasi Kantong Semar (*Nepenthes sp.*) dan keberadaannya di Sumatera Utara

Indonesia. Laporan ini menyajikan inventarisasi dan analisis *Nepenthes* sp, atau kantong semar, di enam kabupaten di Sumatera Utara, Indonesia. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dan survei untuk mengidentifikasi dan mengklasifikasikan enam spesies *Nepenthes*, termasuk *Nepenthes tobaica*, *Nepenthes gracilis*, *Nepenthes ampullaria*, *Nepenthes eustachya*, *Nepenthes rhombicaulis*, dan spesies hibrida *Nepenthes reinwardtiana spectabilis*. Ditemukan bahwa sebagian besar spesies menghuni daerah dataran tinggi, dengan beberapa terdapat di daerah dataran rendah, dan bahwa tanah gambut adalah substrat yang paling umum mendukung pertumbuhan mereka. Kantong semar menunjukkan ciri morfologi yang beragam, terutama dalam bentuk, warna, dan tekstur kantong semar. Kondisi lingkungan seperti ketinggian berkisar dari 30 meter hingga lebih dari 1.800 meter di atas permukaan laut, suhu (20-32°C), dan kelembaban (67-90%) secara signifikan mempengaruhi distribusi mereka. Studi ini menyoroti kekayaan keanekaragaman dan endemisme *Nepenthes* di Sumatera Utara, menekankan relung ekologi mereka dan pentingnya upaya konservasi karena ancaman seperti hilangnya habitat dan eksploitasi ilegal.

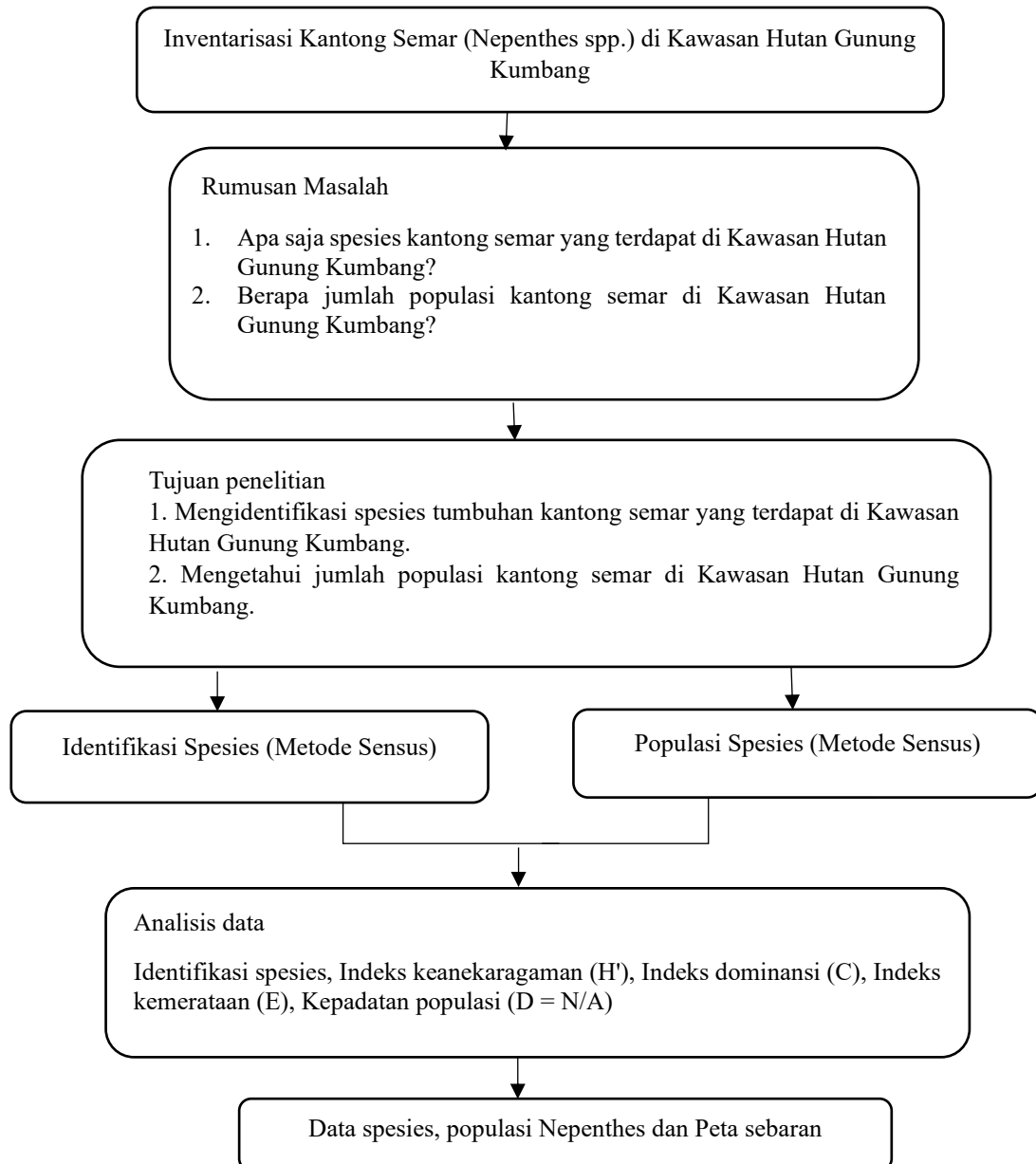
Penelitian ini dilakukan oleh (Rizqiani *et al.*, 2018). Laporan penelitian ini menyelidiki keanekaragaman dan habitat *Nepenthes* dataran rendah tanaman kantong semar di Kepulauan Bangka Belitung. Dilakukan antara Juli dan Agustus 2016, studi ini mengeksplorasi 20 lokasi di berbagai tipe habitat, termasuk hutan, rawa, dan area pasca tambang, dengan mengamati parameter lingkungan seperti pH tanah, suhu, dan kelembaban. Para peneliti mengidentifikasi tujuh spesies *Nepenthes*, termasuk hibrida alami, yang menyoroti bahwa pulau tersebut memiliki keanekaragaman tanaman karnivora yang relatif tinggi dibandingkan dengan wilayah yang lebih kecil atau kurang beragam. Studi ini menggaris bawahi keberadaan *Nepenthes gracilis* yang tersebar luas dan merinci distribusi spesies lain di berbagai tipe habitat, terutama rawa dan hutan sekunder. Ini menekankan bahwa perusakan habitat dan eksploitasi berlebihan mengancam spesies ini, mengadvokasi upaya konservasi untuk melestarikan keanekaragaman hayati mereka dalam menghadapi perubahan lingkungan yang sedang berlangsung.

Penelitian yang dilakukan oleh (Wardhani, 2020) bertujuan untuk menginventarisasi spesies kantong semar (*Nepenthes*) yang tumbuh di lahan gambut Desa Marti Guna, Kecamatan Sintang, Kalimantan Barat, dengan menggunakan metode survei jalur berpetak (*Systematic Sampling Methods*) disertai pengamatan karakter morfologi pada setiap spesimen yang ditemukan. Hasil penelitian berhasil mengidentifikasi 3 spesies *Nepenthes*, yaitu *N. ampullaria* Jack., *N. gracilis* Korth., dan *N. mirabilis*, yang ketiganya memiliki ciri morfologi berbeda namun sama-sama mampu beradaptasi dengan baik pada kondisi tanah gambut yang miskin unsur hara, dengan memanfaatkan mekanisme perangkap serangga sebagai sumber nitrogen pengganti. Ketiga spesies tersebut ditemukan tumbuh secara mengelompok di bawah naungan semak, yang dipengaruhi oleh faktor lingkungan biotik maupun abiotik seperti tekstur tanah, ketersediaan cahaya, kelembaban, dan pola reproduksi baik secara generatif maupun vegetatif. Penelitian ini menekankan pentingnya inventarisasi keanekaragaman *Nepenthes* di lahan gambut Kalimantan Barat sebagai upaya mendukung kegiatan pendidikan, penelitian, serta konservasi kekayaan hayati yang semakin terancam akibat eksploitasi dan kerusakan habitat.

Penelitian yang dilakukan oleh (Ginting & Lubis, 2017) ini bertujuan untuk menginventarisasi keanekaragaman spesies kantong semar (*Nepenthes* sp.) di wilayah kabupaten Tapanuli Selatan, Sumatra Utara, dengan menggunakan metode survey untuk penentuan Lokasi dan metode eksplorasi untuk pengambilan sampel di lapangan pada 8 kecamatan. Hasil penelitian berhasil mengidentifikasi sebanyak 13 jenis *Nepenthes*, di mana satu di antaranya merupakan hasil persilangan alami, yaitu *N. tobaica* dan *N. reinwardtiana*, dengan jumlah temuan ini menunjukkan peningkatan dibandingkan penelitian sebelumnya yang hanya menemukan 11 jenis. Kecamatan Saipar Dolok Hole tercatat sebagai wilayah dengan keanekaragaman jenis tertinggi, yakni 7 jenis, yang didominasi oleh spesies dataran tinggi seperti *N. flava*, *N. spectabilis*, dan *N. ovata*, sementara *N. reinwardtiana* merupakan spesies dengan persebaran paling luas yang ditemukan di hampir seluruh kecamatan yang diteliti. Sebaliknya, Kecamatan Angkola Timur, Kecamatan Arse, Kecamatan Marancar, dan Kecamatan Tano Tombangan menjadi wilayah dengan keanekaragaman jenis terendah, hanya ditemukan satu jenis, sehingga penelitian ini memberikan kontribusi penting sebagai data dasar bagi upaya konservasi dan pengelolaan *Nepenthes* di kawasan Tapanuli Selatan.

B. Kerangka Berpikir

Gunung kumbang memiliki potensi keberadaan kantong semar yang merupakan tumbuhan karnivora serta memiliki peran penting sebagai keseimbangan lingkungan. Namun keberadaanya sering terancam akibat perubahan habitat dan aktivitas manusia. Oleh karena itu, diperlukan upaya inventarisasi untuk mengetahui jenis kantong semar yang terdapat di Kawasan Hutan Gunung Kumbang serta jumpa populasinya. Penelitian ini menggunakan metode sensus untuk mengumpulkan data dengan mengamati seluruh individu kantong semar yang ditemukan di area pengamatan. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara kuantitatif dan deskriptif untuk mengidentifikasi jenis yang tumbuh serta perhitungan jumlah individu untuk menetapkan ukuran populasinya.



Gambar 4 Desain Kerangka Berpikir Penelitian