

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan topik eksplorasi keanekaragaman arthropoda permukaan tanah di agroekosistem telah dilakukan oleh berbagai peneliti di Indonesia maupun tingkat internasional. Penelitian-penelitian tersebut menjadi landasan ilmiah sekaligus pembanding bagi penelitian ini, baik dari sisi metode, lokasi, maupun hasil yang diperoleh. Berikut adalah uraian penelitian terdahulu yang paling relevan:

Penelitian Hutaeruk *et al.* (2023), mengkaji keanekaragaman jenis arthropoda di Arboretum Institut Teknologi Sumatera, Lampung. Penelitian ini bertujuan untuk menginventarisasi dan mengidentifikasi jenis-jenis arthropoda yang terdapat di kawasan arboretum sebagai kawasan terbuka hijau yang memiliki fungsi ekologis dan pendidikan. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *pitfall trap*, *light trap*, dan *visual encounter survey*. Hasil penelitian berhasil mengidentifikasi berbagai jenis arthropoda dari beberapa ordo utama, termasuk Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera, dan Arachnida, dengan nilai indeks keanekaragaman yang termasuk kategori sedang. Penelitian ini menegaskan bahwa kawasan arboretum yang memiliki keragaman vegetasi berlapis mampu mendukung keanekaragaman arthropoda yang lebih tinggi dibandingkan kawasan dengan vegetasi seragam. Pendekatan eksplorasi yang digunakan dalam penelitian ini juga memberikan kontribusi berupa data baseline yang penting bagi pengelolaan kawasan arboretum secara berkelanjutan. Relevansi penelitian ini terhadap penelitian yang akan dilakukan sangat erat, karena baik kawasan arboretum Institut Teknologi Sumatera maupun Agroedupark Universitas Tribhuwana Tunggaladewi sama-sama merupakan kawasan hijau terpadu milik institusi pendidikan tinggi, sehingga hasil penelitian Hutaeruk *et al.* (2023) dapat menjadi acuan metodologis dan komparatif yang relevan.

Penelitian Haneda *et al.* (2023), mengkaji keanekaragaman jenis arthropoda tajuk di hutan mangrove Ciletuh, Sukabumi, Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk menduga kelimpahan dan keanekaragaman jenis arthropoda tajuk pada setiap dominansi jenis mangrove di kawasan tersebut. Pengambilan sampel arthropoda dilakukan menggunakan metode *beating-tray* pada enam zonasi tegakan mangrove yang berbeda, masing-masing dengan dua plot berukuran 20 x 20 meter. Hasil penelitian menemukan sebanyak 21 famili arthropoda tajuk dengan total kelimpahan 213 individu dari kelas Insecta dan Arachnida. Famili yang mendominasi adalah Formicidae (*Insecta*) dan Salticidae (*Arachnida*). Nilai indeks

keanekaragaman Shannon-Wiener (H') tertinggi ditemukan pada Zona 2 (tegakan dominansi *Avicennia officinalis*) sebesar 2,37, sedangkan terendah pada Zona 5 (tegakan dominansi *Rhizophora mucronata*) sebesar 1,58. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kepadatan tegakan berpengaruh positif terhadap jumlah spesies dan kelimpahan arthropoda tajuk, serta faktor fisik lingkungan seperti suhu dan kelembaban turut memengaruhi distribusi dan keanekaragaman arthropoda. Relevansi penelitian ini terhadap penelitian yang akan dilakukan adalah pada penggunaan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener sebagai parameter utama dan konsep keterkaitan antara keanekaragaman vegetasi dengan keanekaragaman arthropoda.

Penelitian Fadlani (2019), mengkaji peran arthropoda dan biota tanah dalam agroekosistem melalui pengamatan di dua lokasi berbeda, yaitu UB Forest (kawasan hutan pendidikan) dan lahan Jatikerto (lahan pertanian semusim) di Kabupaten Malang, Jawa Timur. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peranan arthropoda dalam agroekosistem dan peranan biota tanah dalam agroekosistem. Metode pengambilan sampel menggunakan kombinasi *sweepnet*, *yellowtrap*, *pitfall trap*, dan *light trap*. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa UB Forest memiliki keragaman arthropoda lebih tinggi dengan 11 ordo dan 24 individu, sedangkan lahan Jatikerto memiliki 4 ordo dengan 58 individu yang didominasi oleh ordo Diptera. Di UB Forest, arthropoda yang berperan sebagai pengendali hayati berjumlah 7 individu, hama 12 individu, dan netral 5 individu, sementara di lahan Jatikerto ditemukan pengendali hayati 4 individu, hama 34 individu, dan netral 20 individu. Penelitian ini juga menemukan biota tanah berupa pupa kumbang badak (*Oryctes rhinoceros*) di UB Forest serta Semut (*Formica* sp.), cocopet (*Forficula auricularia*), dan ulat gagak di lahan Jatikerto. Penelitian ini menyimpulkan bahwa lokasi lahan yang berdekatan dengan hutan berpengaruh positif terhadap keanekaragaman arthropoda. Relevansi penelitian ini terhadap penelitian yang akan dilakukan adalah pada penggunaan metode kombinasi perangkap serangga yang serupa, pendekatan identifikasi peran ekologis arthropoda (hama, musuh alami, netral), serta lokasi penelitian yang berada di wilayah Kabupaten Malang, sehingga dapat menjadi data pembandingan kondisi keanekaragaman arthropoda di kawasan Agroedupark UNITRI Wagir.

2.2. Arthropoda dalam Agroedupark

Arthropoda berasal dari bahasa Yunani, yaitu “arthron” yang berarti sendi atau ruas dan “podos” yang berarti kaki, sehingga secara harfiah Arthropoda diartikan sebagai hewan berkaki beruas atau berbuku-buku (Hutauruk *et al.*, 2023). Filum Arthropoda merupakan filum hewan terbesar dalam kerajaan Animalia, dengan jumlah spesies yang telah teridentifikasi

mencapai lebih dari satu juta spesies dan diperkirakan masih jauh lebih banyak yang belum terdeskripsi, sehingga menjadikannya kelompok hewan paling dominan di muka bumi baik dari segi jumlah spesies maupun kelimpahannya di alam (Semion *et al.*, 2022). Keanekaragaman dan kelimpahan arthropoda yang luar biasa ini menjadikannya komponen biologis yang tidak tergantikan dalam setiap ekosistem, mulai dari ekosistem akuatik, ekosistem hutan, hingga ekosistem pertanian.

Secara morfologi, Arthropoda memiliki sejumlah ciri khas yang membedakannya dari filum hewan lainnya. Ciri utama yang paling menonjol adalah tubuhnya yang bersegmen, eksoskeleton keras yang tersusun dari kitin dan sering diperkuat oleh kalsium karbonat, serta kaki yang beruas-ruas. Sistem peredaran darahnya bersifat terbuka, di mana darah atau hemolimf mengalir melalui rongga tubuh yang disebut hemocoel. Untuk dapat tumbuh, arthropoda harus melalui proses ganti kulit atau ecdysis secara berkala (Sulistiyorini *et al.*, 2023). Selain itu, arthropoda memiliki sistem saraf berupa tangga tali dengan ganglion otak yang berhubungan dengan berbagai organ indera seperti mata majemuk, antena, dan organ pendengaran, yang memungkinkan mereka beradaptasi dengan sangat baik di berbagai jenis habitat.

Filum Arthropoda secara umum dibagi menjadi lima kelas utama, yaitu: (1) *Insecta* (serangga), yang merupakan kelas terbesar dengan lebih dari 750.000 spesies teridentifikasi dan menjadi satu-satunya kelompok invertebrata yang memiliki kemampuan terbang, (2) *Arachnida*, yang mencakup laba-laba, kalajengking, dan tungau dengan ciri khas empat pasang kaki dan tidak memiliki antena, (3) *Myriapoda*, yang terdiri dari dua kelompok yaitu *Chilopoda* (lipan) yang bersifat karnivora dengan satu pasang kaki per ruas, dan *Diplopoda* (luwing) yang bersifat herbivora dengan dua pasang kaki per ruas; (4) *Crustacea*, yang sebagian besar hidup di lingkungan perairan; serta (5) *Onychophora*, sebagai kelompok transisional yang menghubungkan Arthropoda dengan Annelida (Hutauruk *et al.*, 2023; Suhadah, 2023). Di antara seluruh kelas tersebut, kelas *Insecta* dan *Arachnida* diketahui memiliki peranan paling besar dan paling beragam dalam menjaga keseimbangan ekosistem darat.

Peran ekologis Arthropoda dalam ekosistem sangat beragam dan bersifat esensial. Arthropoda berfungsi sebagai penyerbuk yang memfasilitasi reproduksi lebih dari 80% tumbuhan berbunga di dunia; sebagai predator yang mengendalikan populasi organisme lain secara alami; sebagai parasitoid yang penting dalam pengendalian hayati; sebagai dekomposer dan detritivor yang mengurai bahan organik dan mendaur ulang nutrisi ke dalam tanah; serta sebagai bioindikator yang mencerminkan kualitas dan kondisi suatu lingkungan (Hutauruk *et al.*, 2023). Kelompok arthropoda permukaan tanah, yang sebagian atau seluruh daur hidupnya

berlangsung di lapisan permukaan tanah, merupakan kelompok yang sangat penting dalam kajian keanekaragaman hayati agroekosistem karena keterlibatannya yang langsung dalam proses-proses ekologis fundamental (Nisa *et al.*, 2024).

2.1.1. Agroekosistem

Agroekosistem adalah komunitas tanaman dan hewan yang berhubungan dengan lingkungan fisik dan kimianya yang telah dimodifikasi oleh manusia untuk menghasilkan pangan, pakan, serat, kayu bakar, dan produk-produk pertanian lainnya (Budi, 2022). Dengan kata lain, agroekosistem merupakan suatu jenis ekosistem buatan yang dirancang secara sengaja oleh manusia dengan tujuan utama menghasilkan komoditas pertanian demi memenuhi kebutuhan hidup. Agroekosistem juga dapat dipandang sebagai sistem ekologi yang mengintegrasikan aktivitas pertanian dengan prinsip-prinsip ekologi, yang bertujuan menciptakan keseimbangan antara produktivitas pertanian dan keberlanjutan lingkungan.

Agroekosistem berbeda secara mendasar dari ekosistem alami dalam beberapa aspek penting. Pertama, dari segi keanekaragaman hayati, agroekosistem cenderung memiliki keanekaragaman spesies yang lebih rendah karena pengelolaan yang difokuskan pada satu atau beberapa jenis tanaman atau hewan tertentu saja. Kedua, agroekosistem sangat bergantung pada masukan dari luar sistem, seperti pupuk kimia, pestisida, dan teknologi budidaya, yang tidak dibutuhkan oleh ekosistem alami. Ketiga, siklus nutrisi dalam agroekosistem bersifat lebih terbuka karena pemanenan secara rutin mengeksport sejumlah besar nutrisi keluar dari sistem. Keempat, manusia memegang peran sentral sebagai pengendali yang menentukan komposisi spesies, intensitas pengelolaan, dan arah perkembangan agroekosistem (Arafat *et al.*, 2023). Komponen agroekosistem mencakup komponen biotik yang meliputi tanaman budidaya, organisme pengganggu tanaman, musuh alami, dekomposer, dan mikroorganisme tanah, serta komponen abiotik yang terdiri atas tanah, air, udara, cahaya matahari, suhu, dan kelembaban.

Pengaruh aktivitas manusia terhadap dinamika agroekosistem sangat signifikan. Praktik pertanian konvensional yang mengandalkan penggunaan pestisida kimia secara intensif terbukti menyebabkan degradasi tanah, pencemaran sumber air, dan yang paling kritis adalah hilangnya keanekaragaman hayati, termasuk di dalamnya keanekaragaman arthropoda yang berperan sebagai penyangga stabilitas ekosistem. Sistem pertanian monokultur, yang mendominasi pola pertanian konvensional, terbukti memicu ketidakseimbangan agroekosistem dengan menyediakan sumber makanan yang seragam secara terus-menerus, sehingga mendorong dominasi hama tertentu sekaligus menekan populasi musuh alaminya (Prasetyo *et al.*, 2025). Oleh karena itu, pengelolaan agroekosistem yang mempertimbangkan

keseimbangan ekologis dan keanekaragaman hayati menjadi kebutuhan mendesak dalam sistem pertanian modern.

2.1.2. Peran Arthropoda di Agroekosistem

Arthropoda memainkan peran yang kompleks dan bersifat ganda di dalam agroekosistem. Secara umum, peran tersebut dapat dikategorikan menjadi empat kelompok utama berdasarkan fungsi ekologisnya meliputi arthropoda sebagai penyerbuk (*polinator*), arthropoda sebagai predator dan parasitoid, arthropoda sebagai dekomposer dan detritivor serta arthropoda sebagai organisme pengganggu tanaman (hama).

1) Arthropoda sebagai penyerbuk (*polinator*)

Lebah (Apidae), kupu-kupu (Lepidoptera), lalat (Diptera), dan berbagai serangga berbunga lainnya memiliki peran krusial dalam memfasilitasi penyerbukan tanaman budidaya. Keberhasilan budidaya berbagai komoditas hortikultura seperti cabai, tomat, mentimun, melon, dan tanaman buah-buahan sangat bergantung pada jasa penyerbukan oleh arthropoda. Penelitian Djaya *et al.* (2022) pada pertanaman ciplukan menemukan berbagai arthropoda yang berperan sebagai polinator dari ordo Coleoptera dan Diptera. Degradasi populasi serangga penyerbuk akibat penggunaan pestisida yang tidak bijaksana terbukti menurunkan produktivitas pertanian secara signifikan.

2) Arthropoda sebagai predator dan parasitoid

Kelompok ini merupakan komponen kunci dalam pengendalian hayati, karena secara alami menekan populasi hama di bawah ambang ekonomi tanpa penggunaan bahan kimia. Predator seperti laba-laba (Arachnida: Araneae), kumbang kubah (Coleoptera: Coccinellidae), belalang sembah (Mantodea), dan kumbang Carabidae memangsa berbagai jenis hama secara aktif. Sementara itu, parasitoid dari ordo Hymenoptera (tawon parasit) dan Diptera (lalat tachinid) meletakkan telurnya di dalam atau pada tubuh serangga inang, yang pada akhirnya mematikan inang tersebut. Sulistiyono *et al.* (2022) membuktikan bahwa pengelolaan vegetasi melalui tanaman refugia secara nyata meningkatkan kelimpahan dan keanekaragaman arthropoda predator pada lahan sawah di Lamongan.

3) Arthropoda sebagai detritivor

Berbagai jenis arthropoda tanah seperti kaki seribu (Diplopoda), kelabang (Chilopoda), rayap (Isoptera), dan berbagai jenis kumbang tanah memiliki peran penting dalam mengurai serasah daun dan bahan organik mati menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Proses ini mempercepat mineralisasi nutrisi dan meningkatkan kesuburan tanah. Penelitian Djaya *et al.* (2022) menemukan arthropoda dekomposer dari ordo Entomobryomorpha, Poduromorpha, dan Isopoda di

pertanaman ciplukan. Keberadaan dekomposer arthropoda dalam jumlah yang memadai merupakan indikasi penting tentang kualitas dan kesuburan tanah di suatu lahan pertanian.

4) Arthropoda sebagai organisme pengganggu tanaman (hama)

Beberapa spesies arthropoda menyebabkan kerugian ekonomi bagi petani dengan merusak tanaman secara langsung. Hama dari kelompok ini mencakup serangga penghisap cairan tanaman seperti wereng, kutu daun, dan tungau; serangga penggerek batang dan buah; serta ulat pemakan daun. Budiarti *et al.* (2021) menemukan bahwa jumlah hama tertinggi terdapat pada sistem monokultur. Identifikasi arthropoda hama secara akurat merupakan prasyarat mutlak bagi penerapan strategi Pengendalian Hama Terpadu (PHT) yang efektif dan ramah lingkungan.

2.2. Keanekaragaman Arthropoda

2.2.1. Konsep Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati atau biodiversitas didefinisikan sebagai keseluruhan variasi organisme hidup yang mencakup seluruh jenis tanaman, hewan, dan mikroorganisme yang ada dan berinteraksi dalam suatu ekosistem (Sulistyorini *et al.*, 2023). Berdasarkan Konvensi Keanekaragaman Hayati PBB tahun 1992, keanekaragaman hayati diartikan sebagai variabilitas di antara organisme hidup dari semua sumber, termasuk ekosistem darat, ekosistem perairan dan ekosistem laut serta kompleks ekologis tempat organisme tersebut menjadi bagiannya. Keanekaragaman hayati memiliki nilai ekologis, ekonomis, ilmiah, dan estetis yang sangat tinggi bagi kehidupan manusia dan keberlanjutan bumi.

Keanekaragaman hayati dapat diukur dan dianalisis pada tiga tingkatan yang saling berkaitan. Pertama, keanekaragaman genetik, yaitu variasi dalam materi genetik di antara individu-individu dalam satu spesies yang sama. Kedua, keanekaragaman spesies, yaitu jumlah dan kelimpahan relatif spesies yang berbeda dalam suatu komunitas atau ekosistem. Ketiga, keanekaragaman ekosistem, yaitu keragaman tipe habitat, komunitas biotik, dan proses ekologis yang terjadi dalam skala lanskap yang lebih luas (Hutauruk *et al.*, 2023). Dalam konteks penelitian ekologi lapangan termasuk penelitian keanekaragaman arthropoda, keanekaragaman spesies merupakan tingkatan yang paling umum dijadikan fokus kajian karena dapat diukur secara kuantitatif menggunakan berbagai indeks ekologi seperti Indeks Shannon-Wiener (H'), Indeks Kemerataan Evenness (E), dan Indeks Dominansi Simpson (C).

Keanekaragaman spesies memegang peranan sentral dalam menjaga stabilitas dan ketahanan ekosistem. Semakin tinggi keanekaragaman spesies suatu ekosistem, semakin besar kemampuannya untuk pulih dari gangguan

dan semakin stabil fungsi-fungsi ekologisnya. Ekosistem yang kaya spesies memiliki jaringan interaksi trofik yang lebih kompleks sehingga lebih tahan terhadap fluktuasi lingkungan, ledakan populasi hama, atau gangguan lainnya. Sebaliknya, ekosistem dengan keanekaragaman rendah cenderung lebih rentan terhadap gangguan dan kolaps ekologis (Prasetyo *et al.*, 2025). Inilah mengapa pengetahuan tentang keanekaragaman spesies, termasuk arthropoda, menjadi sangat penting dalam pengelolaan agroekosistem yang berkelanjutan.

2.2.2. Keanekaragaman Arthropoda Sebagai Indikator Ekosistem

Arthropoda, khususnya arthropoda permukaan tanah, telah diakui secara luas sebagai bioindikator yang handal untuk menilai kualitas dan kesehatan lingkungan. Sebagai bioindikator, arthropoda memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan kelompok organisme lain: (1) memiliki keanekaragaman jenis yang sangat tinggi sehingga mencerminkan kondisi ekosistem secara komprehensif, (2) memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan habitat dan gangguan lingkungan, (3) relatif mudah diidentifikasi hingga tingkat famili atau genus, (4) memiliki peran ekologis yang beragam sehingga dapat merefleksikan struktur jaring-jaring makanan dan (5) memiliki siklus hidup yang relatif singkat sehingga perubahan kondisi lingkungan dapat terdeteksi dalam waktu relatif singkat (Nisa *et al.*, 2024).

Keanekaragaman arthropoda berkorelasi erat dengan kualitas habitat di suatu kawasan. Semakin baik kualitas habitat yang dicerminkan antara lain oleh rendahnya gangguan antropogenik, ketersediaan sumber pakan yang beragam, kehadiran mikrohabitat yang bervariasi, dan rendahnya paparan bahan kimia berbahaya semakin tinggi keanekaragaman arthropoda yang ditemukan. Penelitian Semiun *et al.* (2022) pada ekosistem pertanian di Kabupaten Malaka menemukan bahwa ekosistem cemara laut yang lebih alami memiliki nilai indeks keanekaragaman yang lebih tinggi ($H'=2,130$) dibandingkan agroekosistem pertanian ($H'=1,838$), menunjukkan bahwa intensitas gangguan manusia berkorelasi negatif dengan keanekaragaman arthropoda.

Keragaman vegetasi merupakan salah satu faktor abiotik dan biotik yang paling berpengaruh terhadap keanekaragaman arthropoda. Vegetasi yang beragam menyediakan aneka sumber pakan, tempat berlindung, dan substrat bagi arthropoda dengan berbagai preferensi ekologis. Penelitian pada perkebunan kakao sistem polikultur menemukan keanekaragaman arthropoda yang sangat tinggi ($H'=3,930$) dengan 226 spesies dari 104 famili, yang secara nyata lebih tinggi dibandingkan sistem monokultur (Darmawijaya *et al.*, 2025). Arthropoda permukaan tanah yang keberadaannya dipengaruhi oleh kondisi habitat seperti iklim mikro,

ketebalan serasah, kandungan bahan organik, dan keanekaragaman vegetasi agroekosistem, menjadikan kelompok ini sangat relevan sebagai indikator ekologi dalam sistem pertanian terpadu (Nisa *et al.*, 2024).

