JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

DAMPAK *ARTIFICIAL LIGHT AT NIGHT* (ALAN) TERHADAP STRUKTUR KOMUNITAS MAKROFAUNA TANAH PADA AGROEKOSISTEM BUAH NAGA (*Hylocereus* spp.)

Silvia Apriliyanti [1], Susintowati [2], Magdalena Putri Nugrahani [3]
FKIP, Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi
Jl. Adi Sucipto No. 26, Kabupaten Banyuwangi
Email Corresponding author: susintowati@untag-banyuwangi.ac.id

Abstrak

Penerapan *Artificial Light at Night* (ALAN) pada budidaya buah naga (*Hylocereus* spp.) untuk merangsang pembungaan di luar musim berpotensi mengubah kondisi mikrohabitat permukaan tanah dan memengaruhi keberadaan organisme di dalamnya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak penggunaan ALAN terhadap struktur komunitas makrofauna tanah pada kebun buah naga di Dusun Sumberkepuh, Desa Kedungwungu, Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi. Pengambilan sampel makrofauna tanah dilakukan menggunakan metode *pitfall trap*. Data yang diperoleh dianalisis berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), Indeks Dominansi Simpson (C), Indeks Kemerataan (E), Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R), serta Uji ANOVA Satu Jalur. Penelitian ini menemukan 21 spesies makrofauna tanah yang tergolong dalam 18 genus, 15 famili, 12 ordo, dan ordo Collembola memiliki spesies yang paling melimpah di seluruh perlakuan. Nilai indeks H', E, dan R tercatat lebih tinggi pada lahan berlampu (ALAN), sedangkan nilai C tertinggi ditemukan pada lahan tanpa lampu. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa penggunaan ALAN berpengaruh signifikan terhadap indeks keanekaragaman (H') (Sig.=0,032) dan kemerataan (E) (Sig.=0.037), namun tidak berpengaruh signifikan terhadap indeks dominansi (C) (Sig.=0.336) maupun kekayaan jenis (R) (Sig.=0.116). Penyinaran ALAN lebih memengaruhi distribusi individual antarspesies dibandingkan jumlah total jenis maupun tingkat dominansi makrofauna tanah pada agroekosistem tersebut.

Kata Kunci: *Artificial light at night*; buah naga; keanekaragaman; makrofauna tanah

Abstract

The application of Artificial Light at Night (ALAN) in dragon fruit (Hylocereus spp.) cultivation to induce off-season flowering potentially alters microhabitat conditions at the soil surface and affects the presence of soil organisms. This study aimed to analyze the impact of ALAN usage on the soil macrofauna community structure in a dragon fruit orchard located in Sumberkepuh Hamlet, Kedungwungu Village, Tegaldlimo District, Banyuwangi Regency. Soil macrofauna sampling was conducted using the pitfall trap method. Data obtained were analyzed based on the Shannon-Wiener Diversity Index (H'), Simpson's Dominance Index (C), Evenness Index (E), Margalef's Species Richness Index (R), and a One-Way ANOVA test. The study recorded 21 soil macrofauna species belonging to 18 genera, 15 families, 12 orders, with Collembola identified as the most abundant species across all treatments. The values of H', E, and R indices were higher in lit land (ALAN), whereas the highest C value was observed in unlit land. The One-Way ANOVA results indicated that ALAN significantly affected the diversity index (H') (Sig.=0.032) and evenness index (E) (Sig.=0.037), but had no significant effect on the dominance index (C) (Sig.=0.336) or species richness index (R) (Sig.=0.116). ALAN exposure primarily influences the distribution of individuals among species rather than total species richness or the dominance level of soil macrofauna in the agroecosystem.

Keywords: *Artificial light at night (ALAN); dragon fruit; diversity; soil macrofauna*

JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

1. PENDAHULUAN

Buah naga (*Hylocereus* spp.) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan di Indonesia dengan nilai ekonomi yang tinggi. Kabupaten Banyuwangi menjadi sentra produksi buah naga terbesar di Indonesia, dengan total produksi mencapai 2.723.247 kuintal pada tahun 2025 yang mendistribusikan komoditas ini ke pasar nasional hingga ekspor (BPS Kabupaten Banyuwangi, 2025). Untuk menjaga kontinuitas produksi, budidaya buah naga di wilayah ini dilakukan secara intensif melalui penggunaan tiang panjat, pengaturan jarak tanam, pemupukan terukur, serta pemeliharaan rutin. Praktek budidaya intensif tersebut pada dasarnya membentuk kondisi mikroklimat tanah yang khas melalui ketersediaan bahan organik dan kelembapan yang relatif terjaga (Kristriandiny & Susanto, 2016; Lestari & Santoso, 2018). Akibatnya, lahan perkebunan tidak hanya berfungsi sebagai media tumbuh tanaman, tetapi juga menjadi habitat pendukung bagi berbagai organisme tanah yang berperan menjaga fungsi ekosistem (Paoletti et al., 2021).

Salah satu inovasi intensifikasi yang marak diterapkan oleh petani di Banyuwangi adalah penggunaan *Artificial Light at Night* (ALAN) berupa lampu penerangan buatan pada malam hari. Penggunaan ALAN bertujuan untuk memperpanjang periode fotoperiode guna merangsang pembungaan di luar musim (off-season). Meskipun terbukti meningkatkan hasil panen dan pendapatan petani, aplikasi ALAN memicu timbulnya polusi cahaya (light pollution) pada agroekosistem. Paparan cahaya buatan ini berpotensi mengubah kondisi mikrohabitat di sekitar permukaan tanah, khususnya terkait intensitas cahaya, suhu mikroklimat, dan fluktuasi kelembapan (Bennie et al., 2016). Perubahan fisik lingkungan tersebut berpotensi mengganggu aktivitas fisiologis, kelimpahan, keanekaragaman, dan struktur komunitas makrofauna tanah yang tergolong sensitif terhadap dinamika eksternal (Owens & Lewis, 2018; Dietenberger et al., 2024; Mittmannsgruber et al., 2024; Johnston et al., 2025).

Makrofauna tanah merupakan organisme fauna tanah berukuran >2 mm memiliki peran kunci dalam menjaga keberlanjutan ekosistem tanah sebagai dekomposer, detritivor, predator, maupun herbivor. Aktivitas biologi makrofauna tanah membantu mempercepat dekomposisi bahan organik, merangsang siklus hara, serta memperbaiki struktur dan aerasi tanah (Lavelle et al., 2022). Oleh karena itu, tingkat

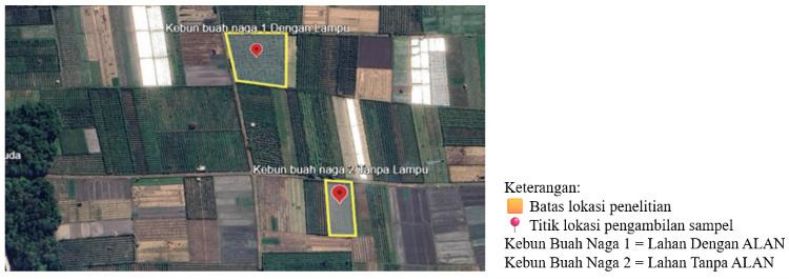
JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

keanekaragaman dan struktur komunitas makrofauna tanah sering diandalkan sebagai bioindikator kualitas dan kesehatan biologis tanah (Barrios, 2007; Singh et al., 2020). Beberapa penelitian terdahulu mengindikasikan bahwa paparan ALAN dapat menekan aktivitas nocturnal fauna tanah. Sebagai contoh, penyinaran malam hari terbukti menurunkan aktivitas permukaan cacing tanah dan organisme fotofobik lainnya, sehingga frekuensi pergerakan mencari makan, penguraian serasah, dan pembuatan liang di tanah menjadi berkurang (Mittmannsgruber et al., 2024; Johnston et al., 2025). Dampak lanjutan dari gangguan perilaku ini meliputi penurunan tingkat infiltrasi air, penurunan aerasi tanah, serta terganggunya interaksi trofik antara vegetasi dan organisme tanah (Davies et al., 2017). Meskipun penelitian mengenai dampak polusi cahaya mulai berkembang, studi yang secara spesifik mengevaluasi pengaruh ALAN terhadap komunitas makrofauna tanah pada agroekosistem hortikultura, khususnya pada kebun buah naga di Banyuwangi yang masih sangat terbatas.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan *Artificial Light at Night* (ALAN) terhadap struktur komunitas makrofauna tanah pada perkebunan buah naga di Dusun Sumberkepuh, Desa Kedungwungu, Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman komprehensif mengenai dampak ekologis teknologi pemicu pembungaan berbasis ALAN terhadap keanekaragaman hayati tanah, sekaligus menjadi dasar pertimbangan dalam pengelolaan agroekosistem buah naga yang berkelanjutan.

2. ETODE PENELITIAN

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian



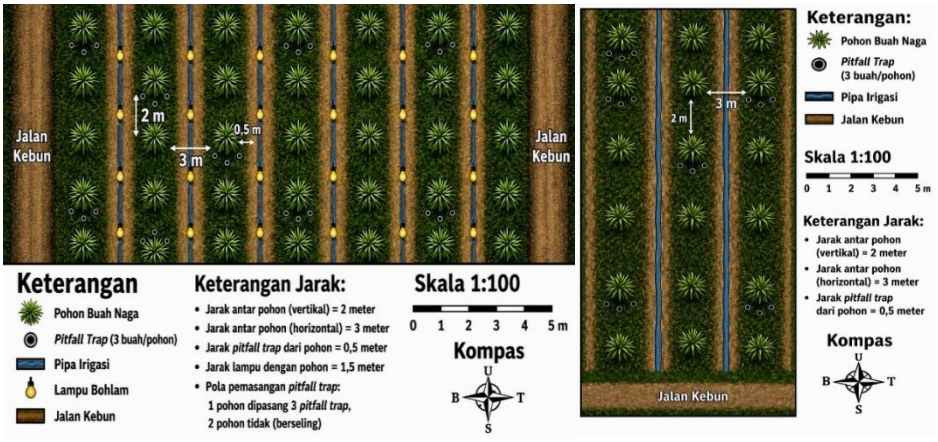
Gambar 1. Denah Lokasi Sampling Desa Kedungwungu (*Google Earth*: Juli 2026)

JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari hingga Mei 2026 di perkebunan buah naga (*Hylocereus* spp.) yang berlokasi di Dusun Sumberkepuh, Desa Kedungwungu, Kecamatan Tegaldlimo, Kabupaten Banyuwangi. Penelitian dilakukan pada dua tipe lahan agroekosistem, yaitu lahan yang mengaplikasikan ALAN (8°31'01"S 114°19'40"E) dan lahan kontrol tanpa ALAN (8°31'07"S 114°19'43"E), denah lokasi di Gambar 1. Identifikasi sampel makrofauna tanah secara morfologis dilaksanakan di Laboratorium Biologi, Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi.

2.2 Desain Sampling

Penelitian ini mengaplikasikan pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif-komparatif. Penentuan lahan dilakukan secara purposive sampling berdasarkan ada atau tidaknya penggunaan lampu penerangan malam hari (ALAN). Penentuan plot pengamatan menggunakan teknik systematic sampling dengan intensitas sampling proporsional sebesar ±15% dari total populasi tiang panjat buah naga di setiap area. Berdasarkan kriteria tersebut, diperoleh 33 plot sampel dari total 675 tiang panjat pada lahan dengan ALAN, serta 18 plot sampel dari total 315 tiang panjat pada lahan tanpa ALAN. Tata letak plot pengamatan dan sketsa penempatan *pitfall trap* disajikan pada Gambar 2.



(A) (B)

Gambar 2. Sketsa tata letak plot sampling dan skema kebun buah naga: (A) Lahan dengan ALAN, (B) Lahan tanpa ALAN.

2.3 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *pitfall trap* (gelas plastik),

pasak, plastik pelindung, gunting, karet gelang, spidol, termometer tanah, soil tester (pH meter tanah), lux meter, pita ukur, cawan Petri (petridish), pinset, *headlamp,* sekop, mikroskop binokuler, dan kamera digital. Bahan pendukung yang digunakan adalah larutan alkohol 70% sebagai pengawet sampel dan gliserin untuk menjaga fleksibilitas spesimen. Buku identifikasi serangga (Astuti et al., 2022; Lilies, 1991; Sunarko et al., 2024; Ruslan, 2024). Aplikasi penunjang identifikasi digital seperti https://www.inaturalist.org/; https://www.naturespot.org/ juga digunakan sebagai rujukan awal identifikasi.

2.4 Pengambilan dan Analisis Data

Pengambilan data makrofauna tanah menggunakan *pitfall trap* (Southwood & Henderson, 2000) pada dua kebun buah naga yang dipilih menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu kebun dengan ALAN dan tanpa ALAN. Titik pengamatan ditentukan secara proporsional sebanyak ±15% dari jumlah tonggak buah naga pada setiap lokasi penelitian, yaitu 33 plot dari 675 tonggak pada lahan dengan ALAN dan 18 plot dari 315 tonggak pada lahan tanpa ALAN, dengan penyebaran plot yang mewakili seluruh area penelitian. Pada setiap plot dipasang tiga *pitfall trap* di sekitar pangkal tonggak dengan jarak ±50 cm dan dibiarkan selama 1×24 jam. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak tiga kali ulangan, kemudian makrofauna yang tertangkap dikoleksi, dihitung, dan diidentifikasi berdasarkan karakter morfologinya. Bersamaan dengan pengambilan sampel makrofauna, dilakukan pengukuran parameter abiotik/faktor lingkungan sebagai data pendukung mikroklimat. Parameter yang diukur meliputi suhu tanah, kelembapan tanah, pH tanah, dan intensitas cahaya (lux) pada masing-masing plot sampel.

Data makrofauna tanah dianalisis secara kuantitatif meliputi kelimpahan relatif, indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks dominansi Simpson (C), dan indeks keseragaman (E), Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R/DMgf**)**. Perbedaan komunitas makrofauna tanah antara kebun yang menggunakan lampu penerangan dan

JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

tanpa lampu dianalisis menggunakan uji ANOVA satu jalur pada taraf signifikansi 5%. Adapun rumus yang dipakai sebagai berikut:

Tabel 1. Rumus Pengolahan Data Makrofauna Tanah

Parameter	Rumus Pengolahan Data
Kelimpahan	Banyaknya jumlah individu suatu jenis yang menempati suatu lokasi.
Indeks Keanekaragaman Shannon-Wienner (H') (Anissa, 2025)	$H' = -\sum_{i=1}^{n_i}(p_i \, In \, p_i)$
Indeks Dominansi (C) (Anissa, 2025)	$ID = \sum(Nni)2$
Indeks Kemerataan (E) (Magurran, 2004)	$E = \frac{H}{\ln S}$
Indeks Kekayaan Jenis Margalef (R/DMgf) (Margalef, 1958)	$R\,(DMgf) = \frac{S-1}{\ln N}$

Keterangan: H'= indeks keanekaragaman jenis, ni = jumlah individu jenis ke-I, N = jumlah individu seluruh jenis, DMg = indeks kekayaan jenis, S = jumlah jenis yang ditemukan, N = total individu, E = indeks kemerataan jenis, H'= indeks keanekaragaman jenis

Data populasi makrofauna tanah dianalisis menggunakan uji ANOVA satu jalur (*One-Way Analysis of Variance*) pada taraf signifikansi 5% untuk menguji perbedaan komunitas makrofauna tanah antara kebun buah naga yang menggunakan lampu penerangan dan kebun tanpa lampu penerangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Keanekaragaman Makrofauna Tanah yang Ada di Lahan Buah Naga

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa komunitas makrofauna tanah yang ditemukan pada kebun buah naga terdiri atas beberapa kelompok takson yang tersebar pada berbagai ordo, famili, genus, dan spesies. Makrofauna tersebut ditemukan pada kedua kondisi lahan, yaitu lahan kebun buah naga yang menggunakan ALAN dan lahan kebun buah naga tanpa ALAN. Rincian hasil identifikasi makrofauna tanah pada lokasi

JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Keanekaragaman Komunitas dan Peran Ekologis Makrofauna Tanah di Banyuwangi

Takson					Peran Ekologis	Perlakuan	
No	Ordo	Familia	Genus	Spesies		ALAN	Tanpa ALAN
1	Araneae	Liocranidae	Oedignatha	*Oedignatha scrobiculata*	Predator	✓	×
		Lycosidae	Pardosa	*Pardosa nigriceps*	Predator	✓	✓
		Oxyopes	Oxyopidae	*Oxyopes salticus*	Predator	✓	×
2	Collembola	Entomobryidae	Pseudosinella	*Pseudosinella* spp.	Dekomposer	✓	✓
3	Coleoptera	Carabidae	Harpalus	*Harpalus rufipes*	Predator	✓	×
			Ophonus	*Ophonus ardosiacus*	Predator	✓	×
4	Dermaptera	Anisolabididae	Pheropsopus	*Pheropsopus javanus*	Predator	✓	✓
			Euborellia	*Euborellia annulipes*	Predator	✓	×
5	Hemiptera	Cicadellidae	Dalbulus	*Dalbulus maidis*	Herbivor	✓	×
		Delphacidae	Sogatella	*Sogatella furcifera*	Herbivor	×	✓
6	Hymenoptera	Formicidae	Anoplolepis	*Anoplolepis gracilipes*	Omnivor	✓	×
			Dolichoderus	*Dolichoderus sp.*	Omnivor	✓	×
			Leptogenys	*Leptogenys diminuta*	Predator	×	✓
			Odontoponera	*Odontoponera denticulata*	Predator	✓	✓
			Tapinoma	*Tapinoma melanocephalum*	Omnivor	✓	×
			Solenopsis	*Solenopsis invicta*	Predator	✓	✓
7	Isopoda	Armadillidiidae	Armadillidium	*Armadillidium vulgare*	Detritivor	✓	✓
8	Orthoptera	Gryllidae	Gryllus	*Gryllus spp.*	Omnivor	✓	✓
9	Polydesmida	Pradoxosomatidae	Asiomorpha	*Asiomorpha coacretata*	Detritivor	✓	✓
10	Scolopendridae	Scolopendridae	Ethmostigmus	*Ethmostigmus rubripes*	Predator	✓	×
11	Spirobolidae	Trigoniulidae	Trigoniulus	*Trigoniulus corallinus*	Detritivor	✓	✓
12	Systellommatophora	Veronicellidae	Laevicaulis	*Laevicaulis alte*	Herbivor	✓	×

JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa komunitas makrofauna tanah di kebun buah naga terdiri atas 21 spesies yang tergolong ke dalam 18 genus, 15 famili, dan 12 ordo (Tabel 2). Ordo Hymenoptera memiliki jumlah spesies terbanyak (6 spesies), diikuti Araneae dan Coleoptera (masing-masing 3 spesies), sedangkan ordo lainnya hanya diwakili oleh 1–2 spesies. Banyaknya spesies pada ordo Hymenoptera berkaitan dengan kemampuan adaptasi yang tinggi, hidup berkoloni, dan memanfaatkan sumber makanan yang beragam, sedangkan ordo dengan jumlah spesies lebih sedikit umumnya memiliki kebutuhan habitat dan sumber pakan yang lebih spesifik sehingga penyebarannya lebih terbatas. Kondisi ini menunjukkan bahwa lahan budidaya buah naga masih mampu mendukung keberadaan berbagai kelompok makrofauna tanah (Jouquet et al., 2011).

Berdasarkan perlakuan, ditemukan 19 spesies pada lahan dengan ALAN dan 13 spesies pada lahan tanpa ALAN. Perbedaan ini terjadi karena sebagian taksa bersifat fototaksis positif sehingga tertarik pada cahaya yang turut menarik predator pemangsanya, sehingga lebih banyak jenis tercatat pada lahan dengan ALAN (Ramadhan, 2024). Sebanyak 11 spesies ditemukan pada kedua perlakuan, sedangkan 8 spesies hanya dijumpai pada lahan dengan ALAN dan 1 spesies hanya ditemukan pada lahan tanpa ALAN (Tabel 1). Perbedaan komposisi spesies tersebut menunjukkan bahwa setiap makrofauna memiliki respons yang berbeda terhadap keberadaan ALAN sesuai dengan kemampuan adaptasi dan preferensi habitatnya (Owens & Lewis, 2018; Bucher et al., 2023).

Kelimpahan tertinggi ditemukan pada *Pseudosinella* spp. (ordo Collembola), yaitu 5.651 individu pada lahan dengan ALAN dan 2.801 individu pada lahan tanpa ALAN. Tingginya kelimpahan *Collembola* berkaitan dengan ketersediaan bahan organik dan mikroorganisme sebagai sumber makanan serta kemampuannya beradaptasi pada berbagai kondisi tanah. *Collembola* berperan dalam fragmentasi bahan organik dan interaksi dengan mikroorganisme sehingga mendukung proses dekomposisi dan siklus hara. Kelimpahannya yang tinggi dapat menunjukkan bahwa kondisi mikrohabitat dan

sumber daya tanah masih mendukung aktivitas biologis tanah.

Berdasarkan peran ekologinya, makrofauna tanah terdiri atas 9 spesies predator, 3 spesies omnivor, 1 spesies granivor, 1 spesies dekomposer, 3 spesies detritivor, dan 2 spesies herbivor (Tabel 2). Komposisi peran ekologis pada lahan dengan ALAN terdiri atas 8 spesies predator, 3 spesies omnivor, 1 spesies granivor, 1 spesies dekomposer, 3 spesies detritivor, dan 2 spesies herbivor, sedangkan pada lahan tanpa ALAN terdiri atas 5 spesies predator, 2 spesies omnivor, 1 spesies granivor, 1 spesies dekomposer, 3 spesies detritivor, dan 1 spesies herbivor. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa ALAN cenderung meningkatkan keberadaan kelompok predator, omnivor, dan herbivor, sedangkan kelompok dekomposer dan detritivor tetap ditemukan pada kedua perlakuan sehingga proses dekomposisi bahan organik tetap berlangsung (Jouquet et al., 2011; Potapov et al., 2020).

Kondisi tersebut didukung oleh adanya pengelolaan tanah pada kedua lahan yang menggunakan pupuk organik dan anorganik, dengan penggunaan pupuk organik berbahan kotoran dan urin kambing. Penambahan bahan organik dan unsur hara tersebut berpotensi meningkatkan ketersediaan sumber makanan bagi organisme tanah serta mendukung aktivitas dekomposisi, sehingga fungsi ekologis makrofauna dalam menjaga siklus hara dan proses pemulihan kualitas tanah tetap berlangsung (Suarmaprasetya & Soemarno, 2021).

Tabel 3. Hasil Data Parameter Lingkungan Pada Lahan Kebun Buah Naga di Banyuwangi

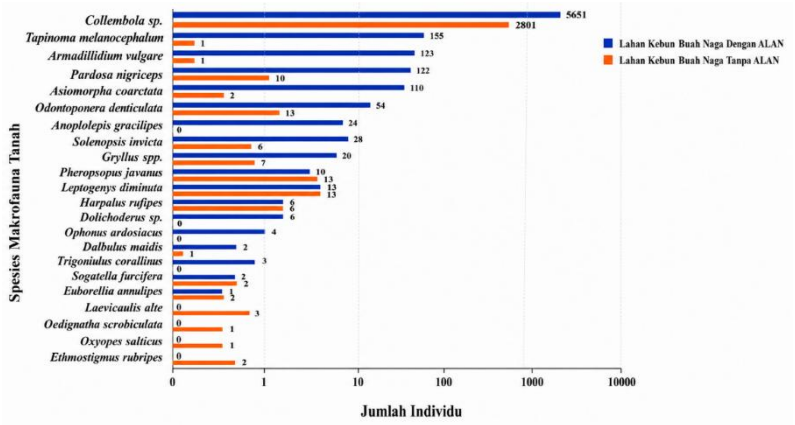
Data Parameter Lingkungan		
Lokasi	Lahan Buah Naga Dengan ALAN	Lahan Buah Naga Tanpa ALAN
Suhu Tanah (°C)	32,6 °C	32,3 °C
pH Tanah	7	7
Kelembapan Tanah	66%	65%
Intensitas Cahaya	34,1	-

Berdasarkan Tabel 3, kondisi lingkungan pada lahan dengan ALAN dan tanpa

JURNAL BIOSENSE
Jurnal Penelitian Biologi dan Terapannya
Volume 9 No. 4, Oktober 2026, Hal 975 - 991 E-ISSN: 2622 - 6286

ALAN relatif seragam, dengan suhu tanah 32,3–32,6°C, pH netral (7), dan kelembapan tanah 65–66%, sedangkan intensitas cahaya hanya terdapat pada lahan dengan ALAN sebesar 34,1 lux. Kesamaan kondisi tersebut memungkinkan kedua lokasi mendukung keberadaan makrofauna tanah, namun jumlah spesies pada lahan dengan ALAN (19 spesies) lebih tinggi dibandingkan lahan tanpa ALAN (13 spesies). Selain itu, Collembola tetap mendominasi kedua perlakuan, sedangkan beberapa spesies hanya ditemukan pada salah satu perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan komunitas makrofauna tanah lebih berkaitan dengan keberadaan ALAN daripada perbedaan suhu, pH, dan kelembapan tanah yang relatif sama, sebab cahaya buatan mengubah perilaku organisme melalui mekanisme fototaksis serta kondisi mikroklimat di sekitarnya, bukan oleh faktor lingkungan dasar yang relatif seragam pada kedua lokasi (Bucher et al., 2023; Cai & Gaston, 2025; Suleman et al., 2025).

3.2 Kelimpahan Individu Makrofauna Tanah pada Lahan dengan ALAN dan Tanpa ALAN



Gambar 3. Kelimpahan Individu Tiap Spesies Makrofauna Tanah

Berdasarkan Gambar 1, kelimpahan individu pada setiap spesies menunjukkan pola yang tidak merata meskipun jumlah spesies yang ditemukan cukup beragam, hanya beberapa spesies yang memiliki jumlah individu tinggi, sedangkan sebagian besar spesies lainnya ditemukan dalam jumlah yang relatif sedikit. Collembola merupakan ordo dengan kelimpahan tertinggi pada lahan dengan ALAN (5.651 ekor) maupun tanpa ALAN (2.801 individu).

Kelimpahan yang relatif tinggi juga ditemukan pada *Tapinoma melanocephalum* (155 ekor), *Armadillidium vulgare* (123 ekor), *Pardosa nigriceps* (122 ekor), dan *Asiomorpha coacretata* (110 ekor) pada lahan dengan ALAN. Sebaliknya, beberapa spesies seperti *Euborellia annulipes*, *Oedignatha scrobiculata*, *Oxyopes salticus*, dan *Ophonus ardosiacus* hanya ditemukan sebanyak satu individu pada masing-masing perlakuan sehingga tergolong memiliki kelimpahan yang sangat rendah.

Tingginya kelimpahan Collembola berkaitan dengan perannya sebagai dekomposer yang memanfaatkan serasah dan bahan organik di kebun buah naga. Ketersediaan bahan organik tersebut didukung oleh pengelolaan tanah melalui pemberian pupuk organik dan anorganik pada kedua lahan, dengan penggunaan pupuk organik berbahan kotoran dan urin kambing yang lebih dominan pada lahan tanpa ALAN. Kondisi tersebut menyediakan sumber bahan organik yang dapat mendukung aktivitas Collembola, sedangkan *Armadillidium vulgare* dan *Asiomorpha coacretata* sebagai detritivor turut berperan dalam proses penguraian bahan organik (Yulipriyanto, 2010; Potapov et al., 2020).

Perbedaan kelimpahan antarspesies pada lahan kebun buah naga dengan ALAN dan tanpa ALAN menunjukkan bahwa setiap spesies memiliki respons yang berbeda terhadap keberadaan cahaya sesuai kemampuan adaptasi dan peran ekologinya, sehingga struktur komunitas lebih dipengaruhi oleh dominasi beberapa spesies yang mampu beradaptasi dibandingkan oleh banyaknya jumlah spesies yang ditemukan (Jouquet et al., 2011; Cai et al., 2025).

3.3 Indeks Komunitas Makrofauna Tanah pada Lahan dengan ALAN dan Tanpa ALAN

Identifikasi spesies dan kelimpahan individu belum sepenuhnya menggambarkan struktur komunitas makrofauna tanah. Oleh karena itu, dilakukan analisis indeks komunitas yang meliputi indeks keanekaragaman (H'), kemerataan (E), dominansi (C), dan kekayaan jenis (R) untuk memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai kondisi komunitas makrofauna tanah pada setiap perlakuan. Hasil analisis

indeks komunitas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Indeks Komunitas Makrofauna Tanah

Perlakuan	H'	E	C	R
Lahan Kebun Buah Naga dengan ALAN	0,564	0,185	0,799	2,285
Lahan Kebun Buah Naga Tanpa ALAN	0,159	0,062	0,958	1,508

Hasil analisis indeks komunitas makrofauna tanah (Tabel 3) menunjukkan bahwa lahan dengan ALAN memiliki nilai indeks keanekaragaman (H' = 0,564), kemerataan (E = 0,185), dan kekayaan jenis (R = 2,285) yang lebih tinggi dibandingkan lahan tanpa ALAN. Sebaliknya, nilai indeks dominansi (C) tertinggi ditemukan pada lahan tanpa ALAN (0,958). Secara umum, kedua perlakuan menunjukkan nilai keanekaragaman dan kemerataan yang rendah, tetapi nilai dominansi tinggi. Kondisi ini dipengaruhi oleh dominasi anggota Collembola. yang memiliki jumlah individu tertinggi pada seluruh perlakuan, sehingga menurunkan nilai keanekaragaman dan kemerataan komunitas. (Wulandari & Andriani, 2024).

Pola tersebut didukung oleh hasil kelimpahan spesies yang menunjukkan bahwa anggota Collembola memiliki jumlah individu tertinggi pada seluruh perlakuan. Kelimpahan yang jauh lebih tinggi dibandingkan spesies lain menyebabkan sebagian besar individu terkonsentrasi pada satu spesies sehingga nilai keanekaragaman dan kemerataan menjadi rendah, sedangkan nilai dominansi meningkat. Sebaliknya, spesies lain hanya ditemukan dalam jumlah yang relatif sedikit sehingga kontribusinya terhadap struktur komunitas menjadi lebih kecil. Hubungan ini sesuai dengan konsep ekologi komunitas yang menyatakan bahwa semakin tinggi dominansi suatu spesies, maka nilai keanekaragaman dan kemerataan cenderung menurun karena distribusi individu menjadi tidak seimbang (Odum (1993; Ahmad dkk., 2024).

Secara umum, Tabel 4 menyajikan nilai indeks komunitas makrofauna tanah pada dua kondisi pengamatan. Perbedaan struktur komunitas makrofauna tanah yang diuji secara statistik dilakukan antara lahan berlampu dan lahan tanpa lampu, menggunakan uji ANOVA satu jalur, dengan hasil disajikan pada Tabel 5 berikut ini:

Tabel 5. Hasil Uji ANOVA Satu Jalur Terhadap Indeks Komunitas Makrofauna Tanah Pada Lahan Kebun Buah Naga Dengan ALAN dan Tanpa ALAN

Indeks komunitas	**Nilai F**	**Sig.**
Keanekaragaman (H')	10,388	0,032
Kemerataan (E)	9,550	0,037
Dominansi (C)	1,307	0,336
Kekayaan jenis (DMgf)	4,016	0,116

Keterangan: SS = *Sum of Squares* (jumlah kuadrat); df = *degrees of freedom* (derajat bebas); MS = *Mean Square* (rata-rata kuadrat); F = nilai statistik uji ANOVA; Sig. = nilai signifikansi (*p-value*). Perbedaan antar perlakuan dinyatakan signifikan apabila nilai Sig. < 0,05.

Hasil uji menunjukkan bahwa penggunaan lampu berpengaruh signifikan terhadap indeks keanekaragaman (H') (Sig. = 0,032) dan kemerataan (E) (Sig. = 0,037) karena nilai signifikansinya lebih kecil dari 0,05. Sebaliknya, indeks dominansi (C) (Sig. = 0,336) dan kekayaan jenis (DMgf) (Sig. = 0,116) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hasil ini menunjukkan bahwa keberadaan lampu lebih memengaruhi penyebaran jumlah individu pada setiap spesies daripada jumlah spesies yang ditemukan. Perubahan penyebaran individu tersebut sejalan dengan perbedaan peranan ekologis makrofauna, terutama pada kelompok predator, omnivor, dan herbivor yang memiliki komposisi jenis lebih tinggi pada lahan dengan ALAN, sedangkan kelompok dekomposer dan detritivor tetap ditemukan pada kedua lahan.

Cahaya pada malam hari mampu mengubah aktivitas dan perilaku beberapa makrofauna melalui respons terhadap cahaya (*phototaxis*), sehingga sebagian spesies lebih aktif atau lebih sering ditemukan pada area yang mendapat penerangan, sedangkan spesies lain cenderung menghindarinya. Namun, karena kondisi habitat pada kedua lokasi relatif serupa, seperti suhu, pH, kelembapan, dan ketersediaan bahan organik, penggunaan lampu belum menyebabkan perubahan yang nyata terhadap jumlah spesies maupun tingkat dominansi komunitas secara keseluruhan (Odum, 1993; Bucher et al., 2023; Cai et al., 2025)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menemukan 21 spesies makrofauna tanah yang termasuk dalam 18 genus, 15 famili, dan 12 ordo di kebun buah naga Dusun Sumberkepuh, dengan Collembola sebagai Ordo yang paling melimpah di seluruh perlakuan, diikuti *Tapinoma melanocephalum, Armadillidium vulgare, Pardosa nigriceps*, dan *Asiomorpha coacretata*. Komposisi peran ekologis menunjukkan bahwa lahan dengan ALAN memiliki lebih banyak spesies predator, omnivor, dan herbivor dibandingkan lahan tanpa ALAN, sedangkan kelompok dekomposer dan detritivor ditemukan pada kedua lahan sehingga fungsi penguraian bahan organik tetap berlangsung. Nilai indeks komunitas menunjukkan keanekaragaman dan kemerataan yang rendah serta dominansi yang tinggi pada kedua perlakuan, dengan lahan berlampu memiliki keanekaragaman, kemerataan, dan kekayaan jenis yang lebih tinggi dibanding lahan tanpa lampu, sedangkan dominansi tertinggi justru ditemukan pada lahan tanpa lampu. Hasil uji ANOVA satu jalur menunjukkan bahwa penggunaan lampu penerangan berpengaruh signifikan terhadap indeks keanekaragaman (H') dan kemerataan (E), tetapi tidak berpengaruh signifikan terhadap indeks dominansi (C) dan kekayaan jenis (DMgf). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penggunaan ALAN pada budidaya buah naga lebih memengaruhi penyebaran individu antarjenis dalam komunitas makrofauna tanah, dibandingkan jumlah jenis maupun tingkat dominansi spesies yang ada.

4.2 Saran

Penelitian lebih lanjut disarankan untuk menambah durasi pengamatan dan jumlah ulangan agar data yang diperoleh lebih representatif, serta mengkaji pengaruh intensitas dan durasi penyalaan lampu terhadap perilaku spesifik masing-masing kelompok makrofauna tanah. Penelitian selanjutnya juga disarankan mempertimbangkan kondisi tanah dan pola pemupukan, terutama penggunaan pupuk organik dan anorganik, karena bahan organik dapat memengaruhi ketersediaan hara dan aktivitas biota tanah. Bagi

petani buah naga, hasil penelitian ini dapat menjadi bahan pertimbangan dalam pengaturan waktu dan intensitas penggunaan lampu serta pengelolaan pemupukan, khususnya pemanfaatan pupuk organik seperti kotoran dan urin kambing, sehingga produktivitas budidaya tetap optimal tanpa mengurangi keseimbangan ekosistem tanah di sekitar area pertanaman.

5. REFERENSI

Ahmad, S. W., Asrina, A., Jamili, Mukhsar, & Rudia, L. O. A. P. (2024). Keanekaragaman makrofauna tanah pada areal perkebunan kelapa sawit di Kecamatan Besulutu, Kabupaten Konawe, Sulawesi Tenggara. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi*, *11*(1), 136–146. https://biowallacea.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/30

Annisa. (2025). Indeks dominansi, keanekaragaman, dan kemerataan makrofauna di Bukit Umbul Kunci, Pesawaran, Lampung. *Haumeni Journal of Education*, *5*(3), 197–212. https://ejurnal.undana.ac.id/haumeni/

Astuti, L.P., Mario, M.B., Aulia, S.V., Batubara, R.N., Harianto, E.N.P., 2022. Kunci identifikasi serangga pasca panen: Coleoptera dan Lepidoptera. UB Press. Malang. P: 252.

Badan Pusat Statistik. (2024). *Produksi tanaman buah-buahan dan sayuran tahunan menurut kabupaten/kota dan jenis tanaman di Provinsi Jawa Timur (Statistik Pertanian Hortikultura SPH)*. BPS-Statistics Indonesia. https://jatim.bps.go.id/id/statisticstable/3/U0dKc1owczVSalJ5VFdOMWVETnlVRVJ6YlRJMFp6MDkjMw==/produksi-tanaman-buah-buahan-dan-sayuran-tahunan-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-tanaman-di-provinsi-jawa-timur--2022.html

Barrios, E. (2007). Soil biota, ecosystem services and land productivity. Ecological Economics, 64(2), 269-285.

Bennie, J., Davies, T. W., Cruse, D., & Gaston, K. J. (2016). Ecological effects of Artificial Light at Night on wild plants. Journal of Ecology, 104(3), 611-620.

Bucher, S. F., Uhde, L., Weigelt, A., Cesarz, S., Eisenhauer, N., Gebler, A., Kyba, C., Römermann, C., Shatwell, T., & Hines, J. (2023). Artificial Light at Night decreases plant diversity and performance in experimental grassland communities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, *378*(1892), 20220358. https://doi.org/10.1098/rstb.2022.0358

Cai, J., & Gaston, K. J. (2025). Artificial Light at Night alters earthworm communities and soil aggregation. *Journal of Applied Ecology*, *62*(12), 3408–3420. https://doi.org/10.1111/1365-2664.70202

Davies, T. W., Bennie, J., Inger, R., Hempel de Ibarra, N., & Gaston, K. J. (2017). Artificial light alters natural regime of night-time sky brightness. Scientific Reports, 7(1), 1-10.

Dietenberger, M. (2024). Reducing the fatal attraction of nocturnal insects using tailored and shielded road lights. *Communications Biology*, *7*. https://doi.org/10.1038/s42003-024-06304-4

Fitriani. (2018). Identifikasi predator tanaman padi (*Oryza sativa*) pada lahan yang diaplikasikan dengan pestisida sintetik. *Agrovital: Jurnal Ilmu Pertanian*, *3*(2). http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/6441

Johnston, A. S., Kim, J., & Harris, J. A. (2025). Widespread influence of Artificial Light at Night on ecosystem metabolism. *Nature Climate Change*, *15*(12), 1371–1377. https://doi.org/10.1038/s41558-025-02481-0

Jouquet, P., Traoré, S., Choosai, C., Hartmann, C., & Bignell, D. (2011). Influence of termites on ecosystem functioning. Ecosystem services provided by termites. *European Journal of Soil Biology*, *47*(4), 215–222. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2011.05.005

Karinasari, F., Penata Gama, Z., & Setyo Leksono, A. (2021). Composition and ecological role of soil macrofauna in Selorejo and Punten citrus farming, Malang - East Java. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, *9*(1), 10–18. https://biotropika.ub.ac.id/

Lilies, Christina. (1991). Kunci Determinasi Serangga. Sleman: PT. Kanisius.

Margalef, R. (1958). Information theory in ecology. *General Systems*, 3, 36–71. https://www.vliz.be/imisdocs/publications/ocrd/139371.pdf

Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity*. Blackwell Publishing.

Manopo. (2021). *Keanekaragaman Serangga Hama Padi Sawah*. Vol. 2, No. 2, Oktober 2021, Hal. 34–48. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/samrat-agrotek/article/download/35313/34261/78325

Mittmannsgruber, M., Kavassilas, Z., Spangl, B., Gruber, E., Jagg, E., & Zaller, J. G. (2024). Artificial Light at Night reduces earthworm activity but increases growth of invasive ragweed. *BMC Ecology and Evolution*, *24*, 10. https://doi.org/10.1186/s12862-024-02249-3

Muhsin, Jamili, Indrawati, Muhamad, I., Rudia, L. O. A. P., & Amirullah. (2024). Karakteristik morfometrik kutu kayu (*Armadillidium vulgare*) pada lahan karst Kecamatan Gu dan Lakudo Kabupaten Buton Tengah. *BioWallacea: Jurnal Penelitian Biologi (Journal of Biological Research)*, *11*(2). https://biowallacea.uho.ac.id/index.php/journal/article/view/709

Odum, E. P. (1993). *Dasar-dasar ekologi* (Edisi ketiga, terjemahan). Gadjah Mada University Press.

Paoletti, M. G., Somerville, M., & Stinner, B. R. (2021). Agricultural Ecosystems: Unifying Concepts. Springer Nature.

Potapov, A., Bellini, B., Chown, S., Deharveng, L., Janssens, F., Kováč, Ľ., Kuznetsova, N., Ponge, J.-F., Potapov, M., Querner, P., Russell, D., Sun, X., Zhang, F., & Berg, M. (2020). Towards a global synthesis of Collembola knowledge – challenges and potential solutions. *Soil Organisms*, *92*(3), 161–188. https://doi.org/10.25674/so92iss3pp161

Ramadhan. (2024). Efisiensi warna lampu berbeda pada *light trap* terhadap ketertarikan serangga nokturnal pada pertanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Agrotropika*. https://jurnal.fp.unila.ac.id/index.php/JAT/article/view/8362

Ruslan, H. 2024. Keanekaragaman serangga di Giam-Siak Kecil Bukit Batu. Penerbit LPU-UNAS. Jakarta. P:124.

Singh, J., Schöning, I., & Schrader, S. (2020). Fauna-mediated ecosystem functions in agricultural soils under changing climate. Geoderma, 375, 114503.

Sunarko, Y.A., J. Setiawan, L. Irwansyah, Sutadi, A.M. Shahroni, R. Bintoro, I. Y. Wafa, N. Rahma, F. Ash. (2024). Serangga Taman Nasional Baluran. Jakarta: Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Suin, N. M. (2012). *Ekologi Hewan Tanah* (Cetakan keempat). Jakarta: Bumi Aksara. *https://jurnal.unigo.ac.id/index.php/gjfr/article/view/1658)*

Suleman, dkk. (2025). Kelimpahan dan keanekaragaman makrofauna tanah sebagai perekayasa kesuburan tanah pada penggunaan lahan yang berbeda di Kota Kendari. https://www.researchgate.net/publication/393073191

Wulandari, A., & Andriani, N. (2024). Studi keanekaragaman makrofauna tanah diurnal di area persawahan Desa Watugaluh Kabupaten Jombang. *EPIC: Exact Papers in Compilation*, *6*(4), 32–38.

Yulipriyanto, H. (2010). *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu. ISBN 978-979-756-606-7. https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=79981