

Keragaman Arthropoda pada Teknologi Bujangseta di Tanaman Jeruk Siam

(Arthropoda Biodiversity on Citrus Plant Bujangseta)

Lisa Navitasari, Harwanto, Joko Gagung Sunaryono, Eny Wahyuning Purwanti*

(Diterima Juli 2023/Disetujui Juli 2024)

ABSTRAK

Bujangseta merupakan teknologi produksi buah jeruk sepanjang tahun. Secara ekonomi, teknologi ini telah berhasil meningkatkan pendapatan petani jeruk sampai 23,5%. Diperlukan pengelolaan teknologi bujangseta yang berkelanjutan, salah satunya ialah dengan menjaga keberlanjutan agroekosistem. Agroekosistem yang stabil menjamin ketersediaan layanan ekosistem dalam bentuk daur nutrisi, pengendalian populasi hama & penyakit secara alami. Kestabilan agroekosistem seiring dengan tingginya biodiversitas arthropoda. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh penerapan bujangseta tanaman jeruk di Desa Karangwidoro dan Desa Krajan, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur, dimulai dari bulan Juni hingga Desember 2022. Dua metode penerapannya ialah dengan lampu perangkap (*light trap*) dan lubang perangkap (*gelas pitfall*) dan hasilnya dianalisis menggunakan uji *t*, kemudian dihitung indeks keragaman, indeks kekayaan jenis, indeks pemerataan jenis, dan indeks dominansinya. Hasilnya menunjukkan bahwa keragaman arthropoda didominasi oleh detritivora kelompok Collembola, hama utama tanaman jeruk *Diaphorina citri*, dan arthropoda kelompok predator, yaitu *Paederus* sp. dan Braconidae. Keragaman dan struktur komunitas menunjukkan perbedaan yang nyata dari segi indeks keragaman, dominansi, pemerataan, dan kekayaan jenis di kedua lokasi. Penerapan bujangseta di lokasi Krajan memiliki struktur komunitas yang lebih tinggi daripada di Karangwidoro, mengindikasikan bahwa ekosistem di Krajan lebih terjaga.

Kata kunci: Arthropoda, bujangseta, jeruk, struktur komunitas

ABSTRACT

Bujangseta is a technology used throughout the year to produce citrus fruits. This technology has economically succeeded in increasing the income of citrus farmers by 23.5%. Sustainable management of bujangseta technology is needed, one of which is maintaining the sustainability of the agroecosystem. A stable agroecosystem ensures the availability of ecosystem services through nutrient cycling and the natural control of pest and disease populations. The stability of agroecosystems is coherent with the high biodiversity of arthropods. This study aims to evaluate the effect of applying the citrus plant bujangseta in Karangwidoro village and Krajan village, Dau District, Malang Regency, East Java, from June to December 2022. The two application methods were light trapping (*light trap*) and pit trap (*pitfall glass*), and the results were analyzed using a *t*-test. The diversity index, species richness index, species evenness index, and dominance index were calculated. The results showed that the detritivores of the Collembola group dominated the diversity of arthropods, the primary pest of the *Diaphorina citri*, and the predatory arthropods of *Paederus* sp. and Braconidae. Diversity and community structure of arthropods indicated there at significant differences in diversity, dominance, evenness, and species richness in those two locations. Bujangseta in the Krajan has a higher community structure compared to the Karangwidoro, showing that the ecosystem at the Krajan location is better preserved.

Keywords: arthropods, bujangseta, citrus, community structure

PENDAHULUAN

Teknologi bujangseta merupakan teknologi produksi buah jeruk sepanjang tahun. Teknologi ini memadukan beberapa kombinasi manajemen budi daya, yaitu manajemen kanopi jeruk, penginduksi pembungaan, nutrisi, dan hama serta penyakit (Sulistyaningrum *et al.* 2019). Bujangseta merupakan salah satu alternatif dalam meningkatkan produktivitas

tanaman jeruk dan mendukung ketersediaannya secara berkelanjutan. Tanaman berbuah sepanjang tahun, dan secara ekonomi telah dilaporkan meningkatkan pendapatan petani jeruk 23,5%. Dengan demikian, keberlanjutan produksi perlu diupayakan dengan menstabilkan agroekosistem tanaman jeruk. Agroekosistem yang stabil menjamin ketersediaan layanan ekosistem dalam bentuk daur nutrisi dan pengendalian populasi hama & penyakit secara alami. Kestabilan agroekosistem seiring dengan tingginya biodiversitas arthropoda. Indikator biodiversitas adalah adanya keanekaragaman komponen jaring-jaring makanan di lahan tanaman jeruk. Oleh karena itu, dampak penerapan bujangseta pada keanekaragaman

Politeknik Pembangunan Pertanian Malang, Malang, Jl. Dr. Cipto No.144a, Sengkrajan, Malang 65215

* Penulis Korespondensi:

Email: enywah17@gmail.com

hayati perlu dikaji. Penelitian ini bertujuan membandingkan biodiversitas arthropoda di lahan petani jeruk yang sudah menerapkan teknologi bujangseta di dua sentra tanaman jeruk, yakni Desa Krajan dan Desa Karangwidoro, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Proteksi Tanaman, Polbangtan Malang, dan di lahan jeruk di Desa Krajan dan Desa Karangwidoro, Kecamatan Dau, Kabupaten Malang, pada ketinggian tempat ± 600 mdpl. Penelitian dimulai pada bulan Juni 2022 hingga Desember 2022.

Penentuan Sampel

Petani jeruk di Kecamatan Dau sudah menerapkan teknologi bujangseta yang sama. Umur tanaman jeruk yang menerapkan bujangseta di kedua ialah 5 tahun. Jumlah tanaman jeruk siam di kecamatan tersebut menurut data BPS tahun 2018 adalah 252 ribu tanaman. Dengan asumsi bahwa petani jeruk mengusahakan minimal 1000 tanaman jeruk, maka ada 252 petani jeruk siam. Jumlah sampel ditentukan dengan menggunakan rumus Slovin (Sugiyono 2017).

$$Jumlah\ Sampel = \frac{n}{(n \times 0,1^2) + 1}$$

Keterangan:

n = Populasi

0,1 = Toleransi kesalahan

Dengan rumus tersebut didapatkan jumlah sampel = 30. Selanjutnya ditetapkan 30 orang petani jeruk sebagai responden, masing-masing 30 orang dari setiap desa.

Pemasangan Perangkap untuk Pengamatan Biodiversitas

Perangkap untuk pengamatan biota aerial dan biota

tanah dipasang di lahan yang ditentukan secara purposif, yakni lahan jeruk dengan populasi sekurang-kurangnya 1000 tanaman. Perangkap ditempatkan pada area 500 m² di tengah lahan jeruk milik ketua kelompok tani. Pemilihan lahan ketua kelompok tani didasarkan pada hasil wawancara bahwa pemahaman mengenai inovasi bujangseta oleh ketua kelompok lebih memadai. Denah pemasangan sebagaimana tertera pada Gambar 1. Lampu perangkap (*light trap*) dan gelas perangkap diisi air sebagai tempat koleksi biota, hasil pemerangkapannya dibawa ke laboratorium untuk diidentifikasi sampai dengan morfospesies dan dihitung populasinya. Hasil hitungannya digunakan untuk menentukan indeks keanekaragaman biota yang meliputi nilai indeks keragaman, pemerataan, dominasi, dan kekayaan jenisnya.

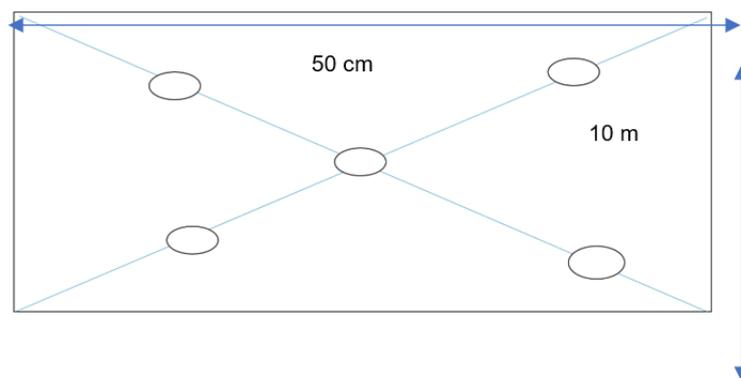
Analisis Data

Data hasil kuesioner dianalisis untuk menemukan nilai efisiensi, kemudian diolah menggunakan uji *t*. Hipotesis uji adalah ada perbedaan signifikan pada nilai efisiensi usaha tani akibat penerapan teknologi bujangseta. Data hasil pengamatan biota dikonversi menjadi nilai indeks kemudian dianalisis secara deskriptif menggunakan *nonmetric multidimensional scaling* (NMDS). Analisis ini digunakan untuk memutuskan apakah ada perbedaan biota di kedua lahan jeruk. Hipotesis uji adalah semakin tinggi nilai indeks, semakin tinggi nilai efisiensi usaha tani.

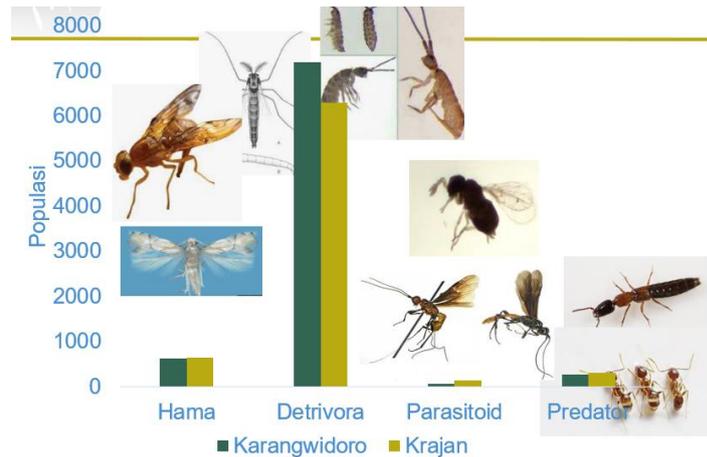
HASIL DAN PEMBAHASAN

Keanekaragaman Arthropoda

Keanekaragaman arthropoda di pertanaman jeruk yang menerapkan teknologi bujangseta di lokasi Karangwidoro dan Krajan didominasi oleh hama, detritivora, parasitoid, dan predator. Namun, detritivora mendominasi baik di lokasi Karangwidoro (7000 populasi) maupun di Krajan (6000 populasi) (Gambar 2).



Gambar 1 Skema peletakan perangkap di setiap lokasi lahan



Gambar 2 Keragaman Arthropoda di lokasi penerapan bujangseta.

Berdasarkan peran serangga, detrivora mendominasi. Detrivora merupakan organisme pengurai yang menguraikan zat organik menjadi zat anorganik, dikenal juga sebagai dekomposer. Keragaman detrivora berlimpah karena penerapan teknologi bujangseta selain menjaga ketersediaan jeruk yang berkelanjutan juga petani di dua lahan tersebut mengaplikasikan pupuk bokashi dan pupuk kandang dari kotoran sapi. Pupuk kandang merupakan pupuk organik yang dapat menjadi sumber pakan bagi aneka detrivora. Supriyanto *et al.* (2019) juga menyatakan bahwa bujangseta meliputi budi daya tanaman dengan memadukan beberapa perlakuan, yaitu manajemen kanopi, pemupukan, dan hama penyakit. Budi daya dalam teknologi bujangseta salah satunya ialah dengan mengaplikasikan pupuk kandang atau bahan organik lainnya, minimal 20 kg per pohon untuk jeruk dengan umur 3 tahun (Supriyanto *et al.* 2019). Agroekosistem yang terjaga dan penggunaan bahan organik mampu meningkatkan kelimpahan detrivora pada teknologi bujangseta. Hal ini terlihat dari data kelimpahan detrivora pada Desa Karangwidoro yang lebih tinggi dibandingkan dengan Desa Krajan karena petani menggunakan dosis pupuk kimia yang lebih tinggi daripada di Desa Krajan. Sebaliknya, petani di Desa Krajan menggunakan bokashi dan pupuk kandang dari kotoran sapi dengan dosis lebih tinggi daripada di Desa Karangwidoro. Hal ini sejalan dengan laporan Rahayu *et al.* (2017), bahwa detrivora tidak ditemukan pada lahan yang tidak berserasah dan ditemukan dengan kelimpahan tinggi pada lokasi hutan. Keragaman arthropoda setelah detrivora pada teknologi bujangseta adalah kelompok hama pada tanaman jeruk.

Kelimpahan detrivora didominasi oleh Colembola dan Chironomyidae. Dominansi spesies tersebut dipengaruhi oleh penggunaan bokashi dan pupuk kotoran sapi oleh petani. Collembola dan famili Chironomidae merupakan kelompok arthropoda yang bersifat saprofit dan berlimpah di dalam tanah yang kaya akan bahan organik (Borror *et al.* 1992). Collembola berperan sebagai dekomposer (Carillo *et*

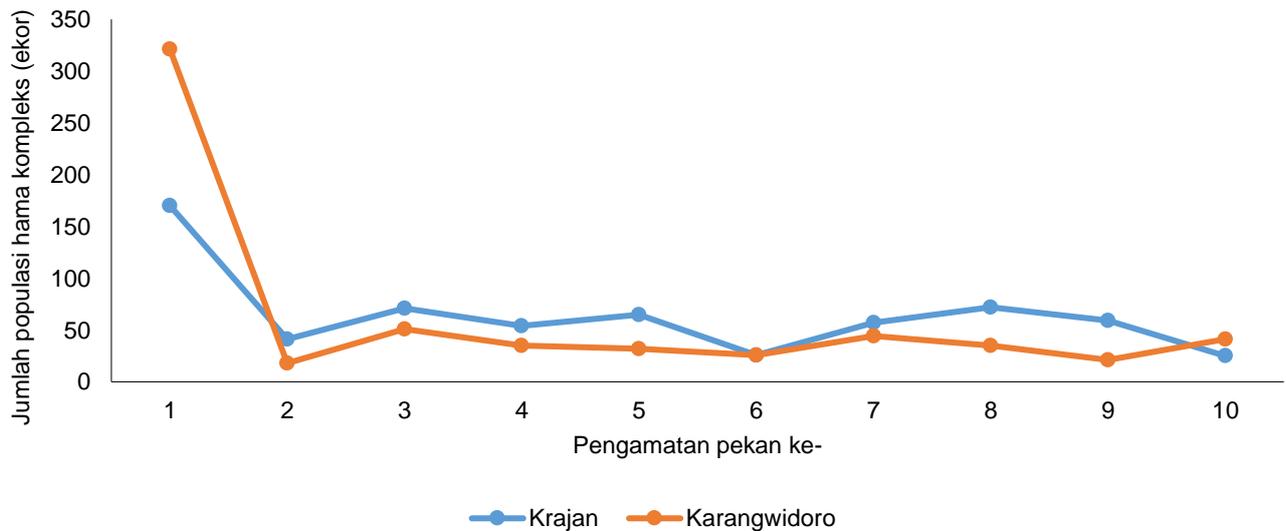
al. 2011), meningkatkan respirasi tanah, serta mempercepat mineralisasi nitrogen. Kelimpahan Collembola di penerapan bujangseta sangat penting dalam mendukung keberlanjutan produksi tanaman. Hal ini karena peran Collembola sebagai dekomposer dan predator bagi bakteri, jamur, dan nematoda di dalam tanah. Ini sejalan dengan Kaneda & Kaneko (2008) yang menyatakan bahwa Collembola memangsa bakteri, jamur, partikel mineral tanah, bahan organik, protozoa, dan nematoda di dalam tanah. Collembola menunjukkan toleransi dan sebagai indikator terhadap kondisi tanah serta sangat berperan dalam ekosistem (Goncalves & Pereira 2011; Carillo *et al.* 2011). Collembola merupakan contoh baik dari diversitas hewan tanah dan berperan penting dalam siklus nutrisi, dekomposisi bahan organik, dan formasi tanah, yang merupakan bagian esensial ekosistem hutan. Kehadiran Collembola dipengaruhi oleh banyak aspek, yaitu pH, aerasi, komposisi bahan organik, ketersediaan nutrisi, jenis humus, struktur tanah, dan vegetasi (Zeppelini *et al.* 2009).

Kelimpahan arthropoda juga didominasi oleh kelompok herbivora, yaitu hama, meliputi kutu, *thrips*, ngengat (Lepidoptera), lalat buah (Diptera), dan kumbang pengorok daun (Coleoptera). Kehadiran hama kompleks tersebut menunjukkan fluktuasi populasi hama di lahan Krajan dan Karangwidoro relatif landai (Gambar 3). Populasi hama kompleks relatif rendah per pengamatan, yaitu tidak lebih dari 50 individu di semua titik perangkap, indikasi bahwa aplikasi pestisida terjadwal oleh petani mampu menekan populasi hama di lahan jeruk. Namun, ditemukan hama utama tanaman jeruk, yaitu *Diophorina citri* sebanyak 31 populasi. Spesies ini merupakan hama utama pada tanaman jeruk dan menjadi vektor penyakit *huang long bing* (HLB) yang sangat mematikan tanaman jeruk. *D. citri* Kuwayama, hemiptera yang klasifikasinya telah direvisi dari Famili Psyllidae ke Liviidae (Burckhardt & Ouvrard 2012), merupakan hama utama pada tanaman jeruk dan vektor penyakit HLB (Yang *et al.* 2006). Penyakit ini mengakibatkan kehilangan hasil 30–100% (Iftikhar *et*

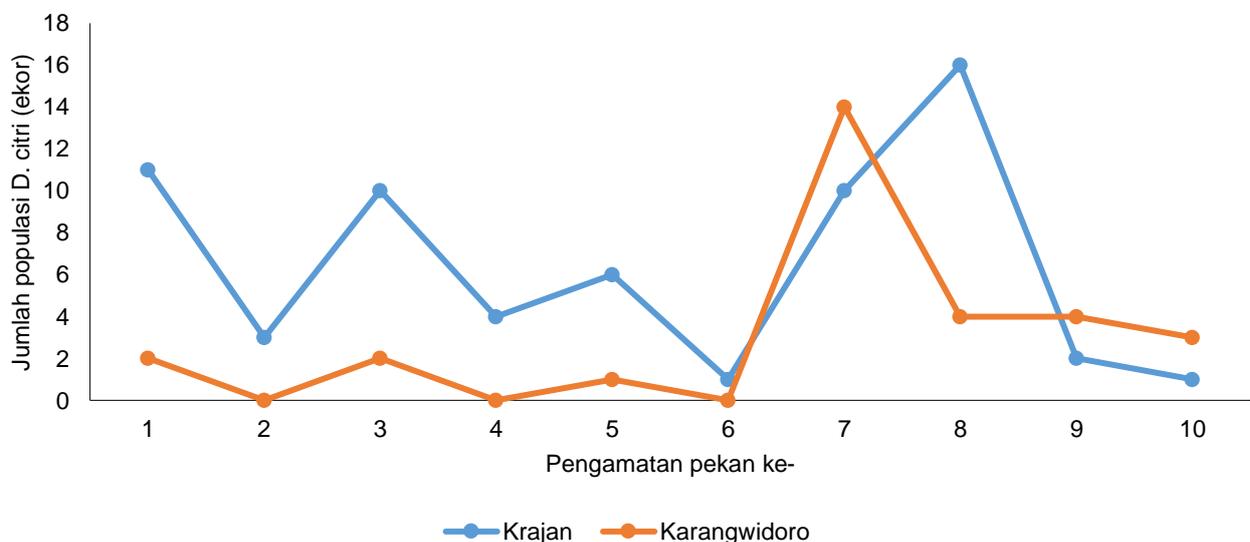
al. 2016). Ini menggambarkan bahwa penerapan bujangseta menjamin keberadaan inang sepanjang tahun bagi *D. citri*. Keberadaan inang bagi *D. citri* menimbulkan masalah dalam penerapan bujangseta karena akan memicu berkembangnya penyakit HLB yang merupakan penyakit utama tanaman jeruk. Namun, di kedua desa Krajan dan Desa Karangwidoro yang menerapkan bujangseta dengan pengaturan jarak tanam, pemangkasan kanopi, aplikasi pupuk organik bokashi dan pupuk berupa kotoran sapi belum ditemukan penyakit HLB ini. Selain itu, seiring dengan peningkatan populasi *D. citri* juga terjadi peningkatan kelimpahan predatornya, yaitu Staphilinidae di kedua desa.

Kelimpahan *D. citri* sebagai hama utama berfluktuasi dari pekan ke-1 hingga pekan ke-10, dengan populasi tertinggi pada pekan ke-7 dan ke-8 (Gambar 4) karena masa itu merupakan masa

pertunasan tanaman jeruk. Chien & Chu (1996) juga melaporkan bahwa populasi *D. citri* mencapai nihil, tetapi muncul kembali dan mencapai puncak pada masa pertunasan tanpa penyemprotan. Pola pertunasan dapat digunakan sebagai indikator fluktuasi populasi *D. citri*, sehingga saat pengendalian dapat dilakukan secara tepat (Wijaya *et al.* 2010). Musuh alami *D. citri* yang dominan ditemukan ialah kelompok Staphilinidae sebagaimana juga ditemukan oleh Yamada *et al.* (2019). Selain itu, Arthropoda yang ditemukan dan berperan sebagai musuh alami adalah *Paederus* sp. dan Braconidae. Namun, populasi musuh alami di kedua lahan jeruk tersebut sama-sama tidak dapat berkembang baik. Gejala ini dapat dilihat dari fluktuasi musuh alami dari pekan ke-1 sampai pekan ke-10 yang memperlihatkan penurunan populasi di setiap 2 hingga 4 pekan (Gambar 5). Jadi, aplikasi pestisida mingguan pada penerapan bujangseta



Gambar 3 Fluktuasi populasi hama kompleks.



Gambar 4 Fluktuasi populasi *D. citri* di kedua lahan.

berdampak pada arthropoda yang berperan sebagai musuh alami.

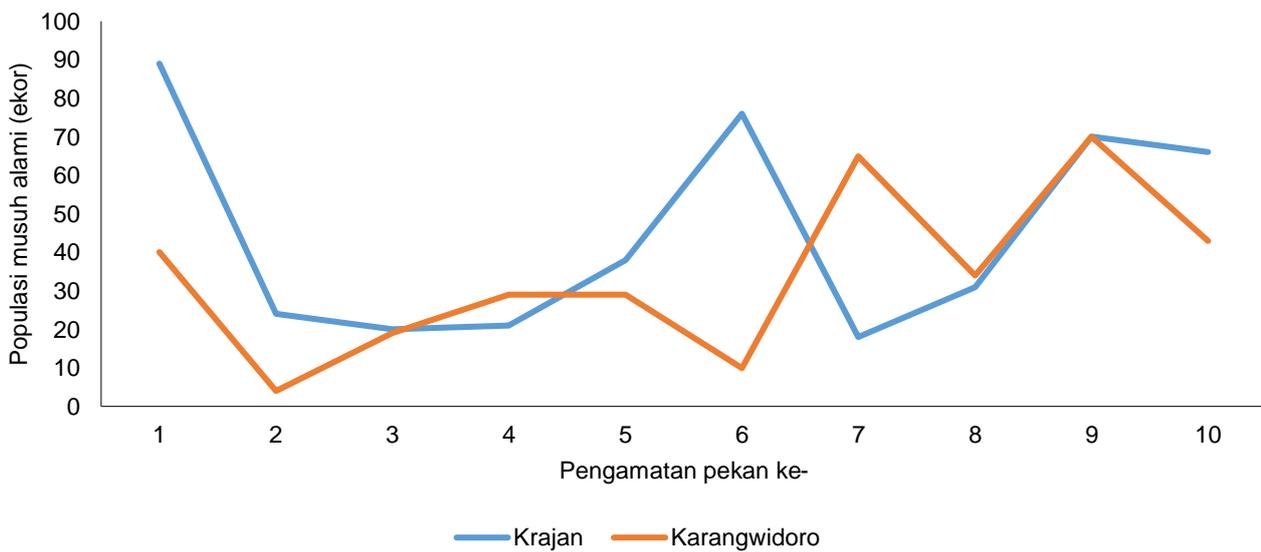
Keragaman dan Struktur Komunitas Penerapan Teknologi Bujangseta

Keanekaragaman arthropoda di lokasi studi ditunjukkan oleh jumlah spesies, jumlah individu, indeks keragaman, indeks dominansi, indeks pemerataan, dan indeks kekayaan jenis. Jumlah individu arthropoda tidak berbeda di kedua lokasi (Tabel 1). Keragaman arthropoda yang menunjukkan kesamaan antara dua lahan dengan tanaman jeruk sebagai tanaman pokok pada satu periode dan waktu yang sama dinamakan keragaman α (*alpha*). Selanjutnya kesamaan struktur komunitas antara periode yang berbeda diistilahkan dengan keragaman β (*beta*). Keragaman α didapati pada kedua lokasi. Keragaman β ditunjukkan oleh perbedaan struktur komunitas dalam hal indeks keragaman, dominansi, pemerataan, dan kekayaan jenis. Keragaman pada lahan jeruk menunjukkan kategori rendah hingga sedang, digambarkan oleh nilai indeks keragaman di Karangwidoro sebesar 1,93 (kategori rendah) sedangkan Krajan memiliki nilai 2,29 (kategori sedang).

Keragaman rendah adalah karena tanaman jeruk merupakan tanaman tahunan sehingga populasi flora dan fauna yang berasosiasi dengan tanaman ini akan

relatif stabil pada dimensi waktu. Hal ini menandakan bahwa penyebaran jumlah individu tiap spesies dan kestabilan pada lahan di desa Krajan lebih seimbang daripada di Karangwidoro. Fitriana (2006) juga yang menyatakan bahwa diversitas dalam populasi dikatakan sedang apabila produktivitas cukup, kondisi ekosistem cukup seimbang, dan tekanan ekologis sedang. Indeks keanekaragaman rendah disebabkan oleh faktor tekanan lingkungan seperti kelembapan, suhu, dan pH tanah, yang membuat organisme menjadi terganggu dan tidak menempati ekosistem tersebut secara optimum. Semion *et al.* (2022) menegaskan bahwa keanekaragaman cenderung rendah pada ekosistem yang secara fisik terkendali, atau mendapatkan tekanan lingkungan. Keragaman yang rendah memengaruhi struktur komunitas arthropoda.

Struktur komunitas arthropoda menunjukkan indeks dominansi, indeks pemerataan, dan kekayaan jenis yang nyata di kedua desa, mengindikasikan struktur komunitas yang tidak stabil di lokasi penerapan bujangseta. Struktur komunitas arthropoda dikatakan stabil jika tidak ada salah satu spesies yang dominan tetapi dengan diversitas tinggi (Huzamah *et al.* 2016). Struktur komunitas yang tidak stabil ditunjukkan oleh hasil uji *t* yang menyatakan ada perbedaan nyata pada komponen jumlah spesies, indeks keanekaragaman, indeks dominansi, pemerataan dan kekayaan jenis.



Gambar 5 Fluktuasi populasi musuh alami di kedua lahan.

Tabel 6 Keragaman arthropoda di lokasi penerapan bujangseta

Kriteria	Lokasi		Nilai p	Uji t	
	Krajan	Karangwidoro		Signifikansi	
Jumlah spesies	43,00±1,41	13,00±1,14	0,00	Nyata	
Jumlah individu	1478,40±4,6	1633,10±4,24	0,48	Tidak Nyata	
Indeks keanekaragaman	2,29±0,03	1,93±0,04	0,01	Nyata	
Indeks dominansi	0,16±0,00	0,22±0,00	0,03	Nyata	
Indeks pemerataan	0,61±0,00	0,54±0,00	0,03	Nyata	
Indeks kekayaan jenis	5,78±0,25	4,74±0,26	0,00	Nyata	

Lahan Krajan mempunyai struktur komunitas yang lebih baik daripada Karangwidoro. Ini merupakan kontribusi dari tingginya keanekaragaman spesies dengan tingkat populasi yang lebih merata di lokasi Krajan dibandingkan Karangwidoro. Akibatnya ialah potensi wabah di lahan Krajan lebih rendah dibandingkan dengan di Karangwidoro. Hasil yang sama diperoleh dari proyeksi indikator struktur komunitas dalam ruang kuadran, yakni komunitas arthropoda di lahan Krajan berada pada kuadran yang berbeda dengan di Karangwidoro, sebagaimana hasil skala non-multidimensional di Gambar 6.

Berdasarkan hasil proyeksi struktur komunitas, lokasi Krajan memiliki struktur komunitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan di Karangwidoro, yang berarti bahwa ekosistem di lokasi Krajan lebih terjaga. Apriliyanto & Sarno (2018) menyampaikan bahwa ekosistem dengan keanekaragaman serangga yang tinggi mengindikasikan tingkat elastisitas yang tinggi dalam menghadapi guncangan ekosistem, dan sebaliknya apabila ekosistem dengan tingkat keanekaragaman serangga yang rendah menunjukkan tekanan yang tinggi sehingga memengaruhi kualitas ekosistem menjadi tidak stabil.

KESIMPULAN

Keragaman arthropoda didominasi oleh detritivora kelompok Collembola, hama utama tanaman jeruk *Diaphorina citri*, dan arthropoda kelompok predator, yaitu *Paederus* sp. dan Braconidae. Keragaman dan struktur komunitas menunjukkan ada perbedaan nyata dari segi indeks keragaman, dominansi, pemerataan, dan kekayaan jenis di lokasi Krajan dan Karangwidoro. Penerapan bujangseta di lokasi Krajan menggambarkan struktur komunitas yang lebih tinggi daripada di Karangwidoro, mengindikasikan ekosistem di lokasi Krajan lebih terjaga. Aplikasi pupuk bokashi dan pupuk kandang berupa kotoran sapi pada

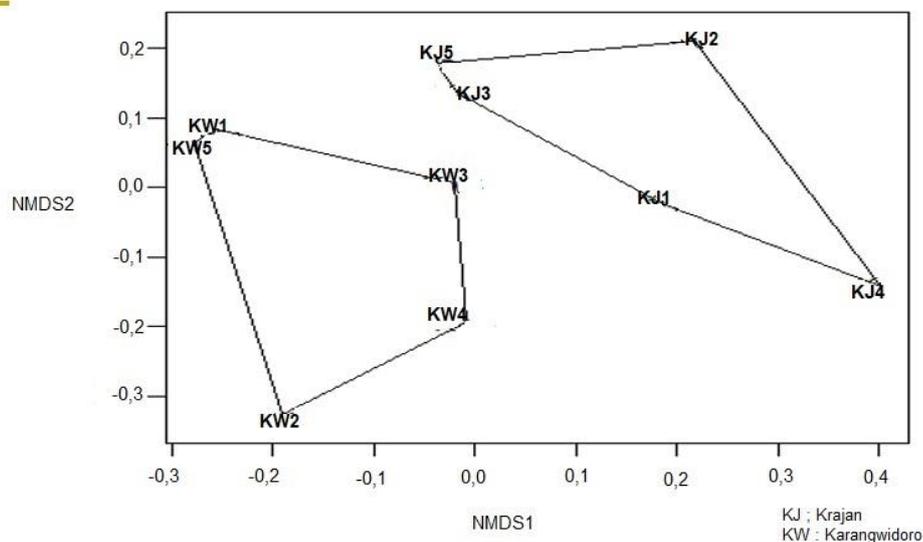
penerapan bujangseta di Desa Krajan dengan dosis yang lebih tinggi menunjukkan ekosistem yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Politeknik Pembangunan Pertanian Malang, Kementerian Pertanian, atas dana yang diberikan dalam melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliyanto E, Sarno. 2018. Pemantauan keanekaragaman hama dan musuh alami pada ekosistem tepi dan tengah tanaman kacang tanah (*Arachis hypogea* L.). *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*. 35(2): 69–74.
- Burckhardt D, Ouvrard D. 2012. A revised classification of the jumping lant-lice (Hemiptera: Psylloidea). *Zootaxa* 3509: 1–34. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.3509.1.1>
- Borror DJ, Triplehorn CA, Johnson NJ. 1992. *Pengenalan pelajaran serangga*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University.
- Carrillo Y, Ball BA, Bradford MA, Jordan CF, Molina M. 2011. Soil fauna alter the effects of litter composition on nitrogen cycling in a mineral soil. *Soil Biology and Biochemistry*. 43(7): 1440–1449. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.03.011>
- Chien CC, Chu YI. 1996. Biological control of citrus psyllid, *Diaphorina citri* in Taiwan. Dalam: *Biological Pest Control in Systems of Integrated Pest Management*; Taiwan, Oktober 1993. Taipei-Taiwan (TW): Food and Fertilizer Technology



Gambar 6 Proyeksi struktur komunitas kedua lahan dalam kuadran.

- Center for the Asian and Pacific Region, Taipei, Taiwan. hlm. 93–105.
- Fitriana YR. 2006. Keanekaragaman dan kelimpahan makrozoobentos di hutan mangrove hasil rehabilitasi Taman Hutan Raya Ngurah Rai Bali. *Biodiversitas*. 7(1): 67–72.
- Gonçalves MF, Pereira JA. 2012. Abundance and diversity of soil arthropods in the olive grove ecosystem. *Journal of Insect Science*. 12(1): 1–20. <https://doi.org/10.1673/031.012.2001>
- Husamah H, Rohman F, Sutomo H. 2016. Struktur Komunitas Collembola pada Tiga Tipe Habitat Sepanjang Daerah Aliran Sungai Brantas Hulu Kota Batu. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*. 9(1): 45–50. <https://doi.org/10.20961/bioedukasi-uns.v9i1.3886>
- Iftikhar Y, Rauf S, Shahzad U, Zahid MA. 2016. Huanglongbing: pathogen detection system for integrated disease management: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 15: 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2014.04.006>
- Kaneda S, Kaneko N. 2004. Growth of the collembolan *Folsomia candida* Willem in soil supplemented with glucose. *Pedobiologia*. 48(2): 165–170. <https://doi.org/10.1016/j.pedobi.2003.12.002>
- Rahayu GA, Buchori D, Hindayana D, Rizali A. 2017. Keanekaragaman dan peran fungsional serangga Ordo Coleoptera di area reklamasi pascatambang batubara di Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 14(2): 97–106. <https://doi.org/10.5994/jei.14.2.97>
- Semiun CG, Sago A, Laynurak YM. 2022. Keanekaragaman arthropoda tanah pada lahan pertanian organik dan anorganik di desa mata air, Kabupaten Kupang. *Jurnal Biosense*. 5(1): 1–13. <https://doi.org/10.36526/biosense.v5i01.1795>
- Sugiyono. 2017. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung (ID): Alfabeta
- Sulistyaningrum A, Hilman Y, Devy NF, Sastro Y. 2019. Acceleration of dissemination of Mandarin Citrus (Cv. Batu 55) superior variety in supporting import substitution. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 399(1): 012120. IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/399/1/012120>
- Supriyanto A, Purbiati T, Cahyono A. 2019. Bujangseta vs non bujangseta: pola pembuahan, produksi, mutu buah dan perubahan hormonal pada jeruk siam. Dalam Prosiding Seminar Nasional Perhori “Hortikultura Berkontribusi Menyelamatkan Bangsa” (hlm. 93–100). Banjarmasin (ID): Lambung Mangkurat University Press.
- Wijaya IN, Adiartayasa W, Sritamin M, Yuliadhi A. 2010. Dinamika populasi *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae) dan deteksi CVPD dengan teknik PCR. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 7(2): 8–78. <https://doi.org/10.5994/jei.7.2.78>
- Wijaya IN. 2003. *Diaphorina citri* Kuwayama (Homoptera: Psyllidae): Bioekologi dan peranannya sebagai vektor penyakit CVPD pada tanaman jeruk [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor: Program Pascasarjana
- Yamada T, Hamada M, Floreancig P, Nakabachi A. 2019. Diaphorin, a polyketide synthesized by an intracellular symbiont of the Asian *Citrus psyllid*, is potentially harmful for biological control agents. *PLoS One*. 14(5): 1–13 e0216319. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0216319>
- Yang Y, Huang M, Beattie GAC, Xia Y, Ouyang G, Xiong J. 2006. Distribution, biology, ecology and control of the psyllid *Diaphorina citri* Kuwayama, a major pest of citrus: a status report for China. *International Journal of Pest Management*. 52: 343–352. <https://doi.org/10.1080/09670870600872994>
- Zamzami L, Sugiyatno A, Harwanto. 2021. Innovation characteristics and adoption opportunity of bujangseta technology for tangerine farming. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 36(1): 144–154. <https://doi.org/10.20961/carakatani.v36i1.43381>
- Zeppelini D, Bellini BC, Creaõ-Duarte AJ, Hernáandez MIM. 2009. Collembola as bioindicators of restoration in mined sand dunes of Northeastern Brazil. *Biodivers Conserv*. 18: 1161–1170. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9505-2>