

Pengaruh Pupuk Hayati Cair BRE4 dan Pupuk Organik Terhadap Keragaman Nematoda Tanah Pada Lahan Kopi Arabika

Effect of Liquid Biofertilizer BRE4 and Organic Fertilizer on Soil Nematode Diversity in Arabica Coffee Plantation

Iis Nur Asyiah^{1*}, Imam Mudakir¹, Ankardiansyah Pandu Pradana², Aris Budiman³, Dwi Nugroho³ dan Laeli Nordiana¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jember, Indonesia

²Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Indonesia

³Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

*E-mail: iisnaza.fkip@unej.ac.id

ABSTRACT

This research aims to determine the influence of liquid biofertilizer BRE4 and organic fertilizer on soil nematode diversity in Arabica coffee plantations. The study was conducted in smallholder Arabica coffee farms in the Ijen Bondowoso region, Indonesia. The research utilized a Randomized Complete Block Design with 5 replications and 7 treatments, namely P1= 30 ml of liquid biofertilizer BRE4 per ton of manure, P2= 60 ml of liquid biofertilizer BRE4 per ton of manure, P3= 90 ml of liquid biofertilizer BRE4 per ton of manure, P4= 120 ml of liquid biofertilizer BRE4 per ton of manure, K- = Without liquid biofertilizer and manure, K+1= 60 ml of liquid biofertilizer, and K+2= 5L of manure without liquid biofertilizer. Data were analyzed by ANOVA test with a significant level of 95% (α 5%) using DSAASTAT Microsoft Excel 2013. If there is a significant difference, it is continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) 95% (α 5%). The results showed that the P4 treatment reduced the population of parasitic nematodes and increased the diversity of free-living nematodes better than other treatments. A total of 18 genera of soil nematodes were identified, with the bacterial-feeding nematode genus (bacteriovore) being the most abundant compared to other trophic groups. The application of BRE4 and manure improved the soil ecosystem based on the nematode diversity level.

Keywords: Arabica coffee, BRE4, free living nematoda, parasitic nematode

Disubmit : 17 Oktober 2023, **Diterima:** 11 Juni 2024, **Disetujui :** 09 September 2024;

PENDAHULUAN

Saat ini, Indonesia merupakan produsen kopi terbesar ketiga di dunia. Sebanyak setengah juta ton kopi diproduksi setiap tahun di perkebunan dan kebun kecil, terutama di pulau Sumatra, Jawa, Sulawesi, dan Bali (Hindersah et al., 2022). Kopi tidak hanya menyajikan pengalaman rasa, melainkan juga mewakili identitas budaya Indonesia. Kondisi iklim di negara ini mendukung pertumbuhan kopi dengan optimal. Namun demikian ada berbagai kendala dalam budidaya kopi salah satunya adalah serangan organisme pengganggu tanaman termasuk di dalamnya adalah nematoda parasit. Kehilangan hasil kopi akibat serangan nematoda parasit bisa mencapai 78%, bahkan pada kopi arabika nematoda parasit *Pratylenchus coffeae* menyebabkan



Lisensi

Ciptaan disebarluaskan di bawah Lisensi Creative Commons Atribusi-BerbagiSerupa 4.0 Internasional.

gagal panen dan kematian tanaman pada kopi arabika (Wiryadiputra, 1995; Arsadja et al., 1996; Elling, 2013; Sulistyowati, 2012).

Timbulnya masalah nematoda parasit pada tanaman kopi dipengaruhi oleh variasi jenis nematoda yaitu pada saat nematoda parasit tumbuhan dominan dalam komunitas yang memiliki tingkat keragaman nematoda yang rendah. Semakin tinggi tingkat keragaman nematoda, maka dominasi nematoda yang dapat menyebabkan kerugian akan semakin berkurang, sementara peran nematoda yang memberikan manfaat akan semakin meningkat (Swibawa et al., 2014, Sagita et al., 2014). Pengendalian nematoda parasit yang bisa menurunkan populasi nematoda parasit sekaligus meningkatkan keragaman nematoda tanah adalah cara yang diyakini efektif dan efisien dalam mengendalikan nematoda parasit tanaman.

(Asyiah et al., 2020), (Asyiah et al., 2021), (Asyiah et al., 2022) menemukan bahwa pupuk hayati cair BRE4 yang mengandung bakteri *Bacillus sp.* dan *Pseudomonas sp.* mampu menurunkan populasi nematoda parasit pada tanaman kopi, tomat, cabai, kentang, dan padi. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa pupuk hayati cair BRE4 mengandung mikroba perombak bahan organik sehingga jika diaplikasikan bersama dengan pupuk organik akan meningkatkan ketersediaan unsur hara.

Banyak peneliti telah menganalisis pengaruh pupuk organik pada komunitas nematoda di tanah. Tergantung pada jenis pupuk yang digunakan, ketersediaan nutrisi tanah akan berubah dan hal ini akan mempengaruhi komunitas nematoda (Yeates et al., 2009, Zhang et al., 2019). Pemupukan organik dapat menyediakan nutrisi untuk perkembangan nematoda pemakan bakteri dan mengurangi jumlah beberapa spesies nematoda parasit tumbuhan (Renco & Kovacic, 2012). Jumlah nematoda pemakan bakteri cenderung meningkat setelah pemupukan bahan organik (McSorley & Frederick, 1999), namun kemudian menurun seiring berkurangnya sumber makanan di tanah (Bulluck Iii et al., 2002). menyebutkan bahwa jumlah nematoda pemakan fungi lebih besar setelah penanaman pada tanah yang telah dimodifikasi dengan kotoran babi, rye-vetch, atau sampah kapas, dibandingkan dengan tanah yang dimodifikasi dengan pupuk sintetis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pupuk hayati cair BRE4 dan pupuk organik terhadap keragaman nematoda tanah pada lahan kopi arabika.

METODE PENELITIAN

Desain Eksperimen. Penelitian ini dilaksanakan di lahan perkebunan kopi rakyat di kawasan Ijen, Bondowoso, Jawa Timur. Metode eksperimen yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK). Bahan yang digunakan meliputi pupuk hayati cair BRE4 yang mengandung *Bacillus sp.* $3,9 \times 10^9$, *Pseudomonas sp.* $2,6 \times 10^9$, bakteri endofitik $2,7 \times 10^8$, perombak bahan organik 6×10^8 , dan pelarut fosfat $1,4 \times 10^9$, serta pupuk kandang. Tanaman uji yang digunakan adalah tanaman kopi arabika, sedangkan tanah yang digunakan berasal dari lahan kopi. Selain itu, digunakan juga kertas tisu, kertas label, dan aquades. Alat-alat yang digunakan meliputi peralatan untuk bercocok tanam seperti cangkul, cetok, dan ember. Selain itu, digunakan juga kantong plastik, kamera digital, timbangan digital, alat tulis, gelas ukur 10 ml, cawan petri, beaker glass 250 ml, saringan nematoda 400 mesh (*Whitehead Tray*), cawan hitung, pipet tetes, nampan plastik, kaca benda, kaca penutup, soil tester, mikroskop binokuler, dan mikroskop stereo.

Penelitian ini terdiri dari 7 perlakuan dengan 5 ulangan dan pengelompokan dalam penelitian ini berdasarkan kemiringan lahan. Tujuh (7) perlakuan tersebut adalah: P1= 30 ml pupuk hayati cair BRE4 per ton pupuk kandang, P2= 60 ml pupuk hayati cair pupuk hayati cair BRE4 per ton pupuk kandang, P3= 90 ml pupuk hayati cair pupuk hayati cair BRE4 per ton pupuk kandang, P4= 120 ml pupuk hayati cair BRE4 per ton pupuk kandang, K= Tanpa pupuk hayati cair dan pupuk kandang, K+1= 60 ml pupuk hayati cair, dan K+2= 5L pupuk kandang tanpa pupuk hayati cair.

Aplikasi Pupuk Hayati BRE4 dan Pupuk Organik. Pupuk hayati cair BRE4 dilarutkan dengan air, kemudian disemprotkan merata ke atas pupuk kandang dengan dosis sesuai perlakuan. Selanjutnya,

campuran ini diinkubasi selama 3 hari. Sesuai dengan perlakuan, setiap tanaman diberikan pupuk kandang hasil inkubasi dengan dosis 5L per tanaman. Untuk perlakuan K+1, pupuk hayati cair diaplikasikan ke tanaman dengan cara disebar dan dicampurkan dengan permukaan tanah di bagian bawah tajuk secara merata.

Ekstraksi Nematoda dari Tanah. Metode *White head tray* yang telah dimodifikasi digunakan dalam mengekstraksi nematoda per 100 g tanah (Pusat Krantina Tumbuhan, 2010). Suspensi nematoda dikumpulkan dan diamati di bawah mikroskop setelah diinkubasi selama 48 jam. Nematoda tanah diidentifikasi sampai tingkat genus menggunakan kunci dikotomis berdasarkan ciri-ciri morfologi.

Parameter Pengamatan. Identifikasi nematoda dilakukan dengan mengamati 6 ciri morfologi yang menonjol yaitu bentuk tubuh, daerah kepala, esophagus, organ reproduksi jantan atau betina, dinding tubuh, dan bentuk ekor. Hasil pengamatan yang didapatkan dibandingkan dengan kunci identifikasi nematoda seperti (Tarjan et al., 2014), (Stirling, 2018) serta beberapa literatur pendukung lainnya. Mengacu pada Yeates et al. (1993), pengelompokan genus nematoda berdasarkan kelompok makan dan nilai colonizer-persister (c-p).

Analisis komunitas nematoda menggunakan metode Diversitas Shannon-Weaver dan Diversitas Hill. Karakterisasi komunitas dan indeks ekologi nematoda dilakukan dengan parameter berikut: 1) Kelimpahan nematoda per grup tropic (herbivora, bakteriovora, fungivora, omnivora, dan predator); 2) Indeks keragaman Shannon-Wiener dengan rumus $H' = -\sum pi(\ln(pi))$, kriteria nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener adalah: $H' < 1 =$ keanekaragaman rendah, $1 < H' < 3 =$ keanekaragaman sedang, dan $H' > 3 =$ keanekaragaman tinggi; 3) *Maturity index* (nematoda *free-living*) dengan rumus $MI = \sum vifi$; dan 4) *Plant parasite index* dengan rumus $PPI = \sum vifi$ (Bongers et al., 1997) dan (Ferris & Bongers, 2009).

Populasi nematoda baik parasit maupun yang hidup bebas dianalisis dengan uji ANOVA dengan taraf signifikan 95% (α 5%) menggunakan DSAASTAT Microsoft Excel 2013. Apabila terdapat beda nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% (α 5%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi nematoda parasit dan *free living*. Hasil analisis ragam (Tabel 1) menunjukkan bahwa semua perlakuan pupuk hayati dan pupuk kandang menurunkan populasi nematoda parasit dibanding tanpa perlakuan (K-). Penurunan populasi nematoda parasit tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lain adalah pada perlakuan P4 (16,02), yaitu 120 ml pupuk hayati cair BRE4 per ton pupuk kandang. Penurunan populasi nematoda parasit seiring dengan peningkatan jumlah nematoda *free living* pada perlakuan P4 yang memiliki jumlah tertinggi (464,64) dan berbeda nyata dengan perlakuan lain. Hal ini disebabkan karena pemupukan organik dapat menyediakan nutrisi untuk perkembangan nematoda *free living* dan mengurangi jumlah beberapa spesies nematoda parasit tumbuhan. Selain itu pupuk cair BRE 4 terbukti mampu menurunkan populasi nematoda parasit pada berbagai tumbuhan, hal ini disebabkan adanya kandungan *Bacillus subtilis* dan *Pseudomonas diminuta*, dan beberapa bakteri endofit lain (Asyiah et al., 2015). *B. subtilis* dan *P. diminuta* mampu menurunkan populasi *Pratylenchus coffeae* sampai 71,3%. *P. coffeae* merupakan nematoda parasit yang umum ditemukan pada tanaman kopi (Asyiah et al., 2015). Kedua bakteri tersebut menghasilkan enzim peroksidase yang dapat merangsang tanaman untuk memproduksi gen ketahanan sehingga tanaman lebih tahan terhadap serangan hama atau penyakit, termasuk nematoda. Kedua bakteri juga menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin, giberelin dan sitokinin (Asyiah et al., 2022).

(Sagita et al., 2014) dan (Renčo & Kováčik, 2012) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat keragaman nematoda, maka dominasi nematoda yang dapat parasit (nematoda yang merugikan) akan semakin berkurang, sementara peran nematoda *free living* (nematoda bermanfaat) semakin meningkat. Hal yang sama diungkapkan (Stirling, 2018) bahwa meningkatkan status biologis tanah dapat meningkatkan jumlah dan keragaman musuh alami yang melawan nematoda parasit tumbuhan.

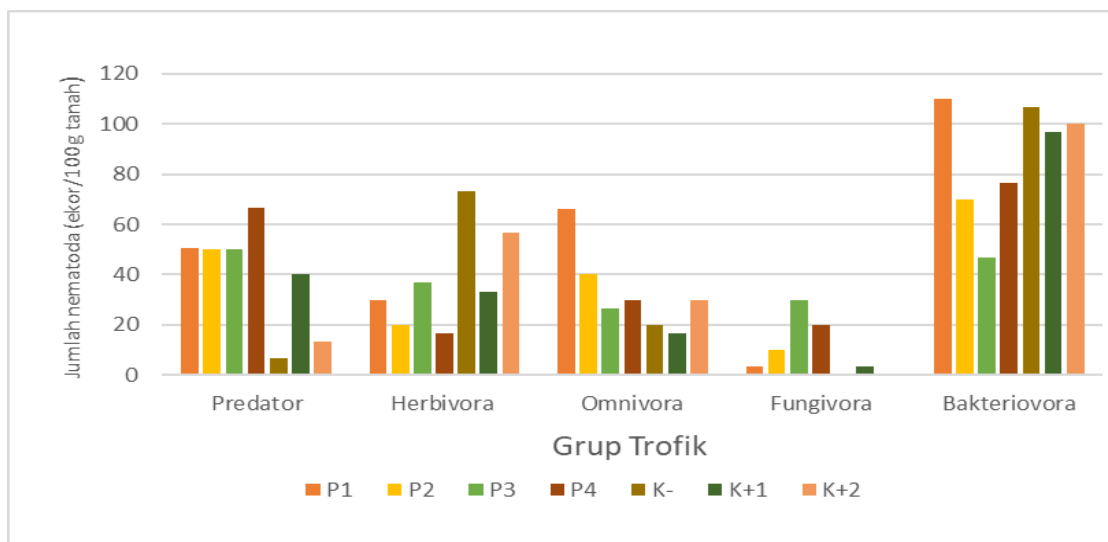
Selanjutnya, komunitas nematoda dapat dengan mudah dipengaruhi oleh perubahan lingkungan tanah yang disebabkan oleh berbagai praktik pengelolaan tanah termasuk pemupukan (Yeates et al., 2009), (Neher & Olson, 1999). Ketersediaan nutrisi tanah akan berubah sesuai dengan jenis pupuk yang digunakan dan hal ini akan mempengaruhi komunitas nematoda (Yeates et al., 2009), (Zhang et al., 2019).

Tabel 1 Pengaruh pupuk organik terhadap populasi nematoda parasit dan nematoda *free living*

Perlakuan	Populasi Nematoda Parasit	Nematoda <i>free living</i>
P1	48,93 ^d ± 6,03	195,73 ^b ± 24,12
P2	23,33 ^b ± 4,88	210,00 ^{bc} ± 43,89
P3	20,00 ^{ab} ± 1,91	280,00 ^d ± 26,67
P4	16,02 ^a ± 1,10	464,64 ^e ± 31,77
K-	63,11 ^e ± 11,40	126,22 ^a ± 22,79
K+1	37,07 ^c ± 5,28	240,93 ^c ± 34,34
K+2	38,89 ^c ± 4,73	194,44 ^b ± 23,65

Keterangan: angka rerata yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan nyata berdasarkan uji DMRT $\alpha=0,05$

Identifikasi nematoda. Nematoda tanah yang teridentifikasi dari 7 perlakuan pupuk hayati cair dan pupuk kandang terdiri atas 18 genus (Tabel 2). Genus yang paling banyak ditemukan adalah genus nematoda kelompok pemakan bakteri (bakteriovora) (Gambar 1). Pengubahan bahan organik menghasilkan jalur dekomposisi siklus cepat yang lebih didominasi bakteri, dengan demikian jumlah bakteriovora juga tinggi. Menurut (Liu et al., 2017) dan (Jiang et al., 2018), pengubahan bahan organik tidak hanya menciptakan habitat yang lebih baik bagi nematoda dan memfasilitasi pergerakan mereka melalui air pori tanah, tetapi juga meningkatkan kemampuan nematoda untuk menangkap sumber daya makanan yang melimpah (bakteri) karena peningkatan bahan organik tanah.



Gambar 1. Populasi nematoda tanah per grup trofik pada setiap perlakuan pupuk organik di lahan kopi arabika

Pemupukan organik dapat menyediakan nutrisi untuk perkembangan nematoda pemakan bakteri (bakteriovora) dan mengurangi jumlah beberapa spesies nematoda parasit tumbuhan (Renčo & Kováčik, 2012). Nematoda pemakan bakteri merupakan bioindikator laju dekomposisi bahan organik yang lebih baik

daripada bakteri karena posisi mereka yang lebih tinggi dalam jaring makanan, mereka juga mengintegrasikan faktor-faktor biotik dan abiotik (Tomar et al., 2010).

Tabel 2. Populasi nematoda tanah per genus pada setiap perlakuan pupuk organik di lahan kopi arabika

Genus	Grup Trofik	c-p value	Jumlah nematoda (ekor/100 g tanah) pada perlakuan						
			P1	P2	P3	P4	K-	K+1	K+2
<i>Acrobeles</i>	Bacteriovora	2	3,33	0,0	0,0	3,33	0,0	6,67	0,0
<i>Aphelenchus</i>	Fungivora	3	3,33	10	30	20	0,0	3,33	0,0
<i>Cephalobus</i>	Bacteriovora	2	40,0	23,33	26,66	36,67	43,33	36,66	43,34
<i>Dorylaimus</i>	Omnivora	4	30,0	23,33	13,34	16,66	13,33	0,0	0,0
<i>Eudorylaimus</i>	Omnivora	4	6,0	0,0	10,0	6,66	0,0	0,0	6,67
<i>Helicotylenchus</i>	Herbivora	3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,0
<i>Iotonchus</i>	Predator	4	3,33	3,33	3,33	6,67	0,0	0,0	0,0
<i>Labronema</i>	Omnivora	4	30,0	16,67	3,33	6,67	6,67	16,67	23,33
<i>Mononchus</i>	Predator	4	10,0	16,67	30,0	20,0	0,0	23,33	13,34
<i>Panagrolaimus</i>	Bacteriovora	1	16,67	3,33	3,33	16,67	33,33	23,33	26,66
<i>Pratylenchus</i>	Herbivora	3	13,34	13,34	20,0	3,33	40,0	10,0	13,33
<i>Prionchulus</i>	Predator	4	34,0	13,34	6,66	30,0	3,33	3,33	0,0
<i>Prismatolaimus</i>	Bacteriovora	3	16,66	16,67	3,33	6,67	3,33	16,67	23,33
<i>Radopholus</i>	Herbivora	3	0,0	0,0	0,0	3,33	3,33	0,0	16,67
<i>Rhabditis</i>	Bacteriovora	1	33,33	26,67	13,33	13,33	26,66	13,34	6,67
<i>Tripyla</i>	Predator	3	3,33	16,67	10,0	10,0	3,33	13,33	0,0
<i>Tylenchus</i>	Herbivora	2	10,0	3,33	0,0	10,0	10,0	20,0	6,67
<i>Xiphinema</i>	Herbivora	5	6,66	3,33	16,66	0,0	20,0	3,33	0,0

Nematoda tanah diklasifikasikan ke dalam seri colonizer-persister 1-5. Nematoda "colonizer" pada ujung rendah skala c-p dianggap sebagai oportunist pengkayaan, menunjukkan ketersediaan sumber daya. Di sisi lain, nematoda "persister" pada ujung tinggi skala c-p mengindikasikan stabilitas sistem, kompleksitas jaring makanan, dan keterhubungan (Ferris et al., 2001) Nematoda pemakan bakteri oportunist dari kelas c-p1 mendominasi jaring makanan pada semua perlakuan. Nematoda pemakan fungi dari kelas c-p2 meningkat ketika sumber daya lebih kompleks, misalnya dengan rasio C:N yang lebih tinggi, menjadi tersedia, atau ketika aktivitas pemakan fungi ditingkatkan dengan merugikan aktivitas pemakan bakteri. Jaring makanan terstruktur adalah yang memiliki lebih banyak sumber daya yang tersedia. Taksa nematoda dari kelas c-p3 hadir dalam jaring makanan yang kurang terstruktur, sedangkan struktur dalam komunitas akan lebih besar ketika taksa nematoda dari kelas c-p4 dan c-p5 hadir (Sieriebriennikov et al., 2014). Berdasarkan Tabel 2, dapat kita lihat bahwa semua jenis nematoda bebas ditemukan pada perlakuan P4. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan P4 menyediakan sumber nutrisi yang lebih kompleks akibat proses dekomposisi bahan organik yang lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Dapat disimpulkan bahwa dosis pupuk hayati sebesar 120 ml per ton pupuk kandang adalah dosis terbaik untuk membantu proses dekomposisi pupuk kandang.

Komunitas dan indeks ekologi nematoda. Kelompok makan (grup trofik) dan nilai c-p digunakan sebagai dasar untuk menghitung indeks komunitas nematoda, termasuk *maturity index* (MI) dan *plant parasite index* (PPI). Penggunaan indeks ini membantu dalam mengukur kualitas ekosistem dan menggambarkan dinamika komunitas nematoda di lingkungan tersebut. Pengukuran kualitas tanah dilakukan menggunakan nilai *Maturity Index* (MI). Semakin rendah nilai MI mengindikasikan ekosistem semakin terganggu. Adapun *Plant Parasite Index* (PPI) membantu mengukur tingkat parasitisme pada tanaman. Adanya peningkatan nilai PPI mengindikasikan tingginya produktivitas lahan, terutama pada akar tumbuhan.

Tabel 3. Indeks komunitas nematoda

Perlakuan	H'	PPI	MI	PPI/MI
P1	2,534	1,656	2,374	0,698
P2	2,412	1,656	2,132	0,777
P3	2,359	1,314	2,308	0,569
P4	2,485	1,200	2,374	0,505
K-	1,970	1,914	1,527	1,253
K+1	1,907	1,656	1,802	0,919
K+2	1,877	1,286	1,286	1,000

H' = indeks Shannon-Wiener, MI = *maturity index*, PPI = *plant-parasitic index*

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa pada semua perlakuan nilai indeks keragaman Shannon-Wiener termasuk kategori sedang ($1 < H' < 3$ = keanekaragaman sedang), dengan nilai indeks tertinggi pada perlakuan P1 diikuti perlakuan P4. Semakin tinggi nilai indeks keragaman Shannon-Wiener (H'), semakin tinggi keragaman nematoda. Namun, nilai rendah indeks Simpson menandakan adanya taksa nematoda yang memiliki kerapatan populasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan taksa lainnya. Hal ini terlihat dari jumlah nematoda kelompok bakteriovora pada perlakuan K+2 yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Selanjutnya, pada penelitian ini nilai MI pada semua perlakuan pupuk hayati cari BRE4 yang diinkubasikan pada pupuk kandang lebih tinggi dibanding K-, K+1, dan K+2. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian BRE4 dan pupuk kandang mampu memperbaiki ekosistem tanah berdasarkan tingkat keragaman nematoda. Menurut (Bongers & Bongers, 1998), nilai MI (*Maturity index*) bervariasi dari 1 dalam kondisi setelah pemupukan berat hingga nilai sekitar 4 dalam kondisi tanah tidak terganggu.

Pada penelitian ini, nilai PPI (*plant parasite index*) tertinggi pada perlakuan K-, yaitu tanpa perlakuan pupuk hayati cair BRE4 maupun pupuk kandang, hal ini mengindikasikan bahwa nematoda parasit dapat berkembang baik karena musuh alami nematoda parasit (herbivora) seperti nematoda predator jumlah dan jenisnya terbatas, bahkan tidak ditemukan adanya fungivora. Selain itu, menurut (Ugarte et al., 2013) nilai PPI tinggi diakibatkan kelimpahan nutrisi di tanah dan kemungkinan berkaitan dengan pertumbuhan akar tanaman.

Rasio PPI/MI merupakan turunan dari indeks kematangan nematoda yang menarik untuk dicatat dari segi pengendalian nematoda parasit tanaman. Pada penelitian ini rasio PPI/MI berada di kisaran 0,505 sampai 1. Rasio PPI/MI tertinggi terdapat pada perlakuan K- dan terendah pada perlakuan P4. Hal ini terlihat dari komunitas nematoda pada perlakuan K yaitu ada empat jenis kelompok herbivora dengan jumlah yang lebih tinggi dibanding perlakuan lain.

Bongers et al. (1997) menyatakan rasio PPI/MI bisa menjadi indikator yang berguna untuk memantau perubahan fungsi sistem pertanian dan habitat alami yang terpengaruh oleh penambahan nitrogen. Pada habitat alami, rasio PPI/MI tidak melebihi 0,9, yang menunjukkan bahwa tanaman tingkat tinggi menggunakan sumber daya nutrisi dengan efisien. Namun, jika rasio mencapai 1,6 atau lebih, tanah dianggap sangat kaya nutrisi, dan pemanfaatan sumber daya oleh tanaman tingkat tinggi menjadi kurang optimal.

KESIMPULAN

Pemberian pupuk hayati cair BRE4 yang diinkubasikan pada pupuk kandang dengan dosis 120 ml pupuk hayati cair BRE4 per ton pupuk kandang mampu menurunkan populasi nematoda parasit dan meningkatkan keragaman nematoda *free living* yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya. Nematoda tanah yang berhasil teridentifikasi sebanyak 18 genus, dan genus nematoda paling banyak ditemukan dibandingkan genus dari grup tropik lainnya adalah nematoda kelompok pemakan bakteri (bakteriovora). Pemberian BRE4 dan pupuk kandang mampu memperbaiki ekosistem tanah berdasarkan tingkat keragaman nematoda.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada LPDP dan LP2M UNEJ atas pemberian dana penelitian skim RISPRO LPDP no kontrak PRJ-38/LPDP/2020 dan skim hibah MBKM no kontrak4434/UN25.3.1/LT/2022

DAFTAR PUSTAKA

- Asyiah, I. N., Mudakir, I., Hoesain, M., Pradana, A. P., Djunaidy, A., & Sari, R. F. (2020). Consortium of endophytic bacteria and rhizobacteria effectively suppresses the population of *Pratylenchus coffeae* and promotes the growth of Robusta coffee. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 21(10).
- Asyiah, I. N., PRIHATIN, J., Hastuti, A. D., Winarso, S., Widjyanthi, L., Nugroho, D., Firmansyah, K., & Pradana, A. P. (2021). Cost-effective bacteria-based bionematicide formula to control the root-knot nematode *Meloidogyne* spp. on tomato plants. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 22(6).
- Asyiah, I. N., Tristaningtyas, D. H., Prihatin, J., Winarso, S., Widjyanthi, L., Nugroho, D., Firmansyah, K., & Pradana, A. P. (2022). The Efficacy of Cost-Effective Bionematicide against Potato Cyst Nematode *Globodera Rostochiensis*. *Pakistan Journal of Phytopathology*, 34(2), 173–185.
- Asyiah, I. N., Wiryadiputra, S., Fauzi, I., & Harni, R. (2015). *Populasi Pratylenchus coffeae (Z.) dan Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika Akibat Inokulasi Pseudomonas diminuta L. dan Bacillus subtilis (C.)*[Population of *Pratylenchus coffeae (Z.)* and Growth of Arabica Coffee Seedling Inoculated by *Pseudomonas diminuta L. a.*
- Bongers, T., & Bongers, M. (1998). Functional diversity of nematodes. *Applied Soil Ecology*, 10(3), 239–251.
- Bongers, T., van der Meulen, H., & Korthals, G. (1997). Inverse relationship between the nematode maturity index and plant parasite index under enriched nutrient conditions. *Applied Soil Ecology*, 6(2), 195–199.
- Bulluck Iii, L. R., Barker, K. R., & Ristaino, J. B. (2002). Influences of organic and synthetic soil fertility amendments on nematode trophic groups and community dynamics under tomatoes. *Applied Soil Ecology*, 21(3), 233–250.
- Ferris, H., & Bongers, T. (2009). Indices developed specifically for analysis of nematode assemblages. In *Nematodes as environmental indicators* (pp. 124–145). CABI Wallingford UK.
- Ferris, H., Bongers, T., & de Goede, R. G. M. (2001). A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology*, 18(1), 13–29.
- Hindersah, R., Asyiah, I. N., Harni, R., Rahayu, D. S., & Fitriatin, B. N. (2022). Formulation of Soil Beneficial Microbes Solid Inoculant for Controlling Nematode in Coffee. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(1), 58–66.
- Jiang, Y., Qian, H., Wang, X., Chen, L., Liu, M., Li, H., & Sun, B. (2018). Nematodes and microbial community affect the sizes and turnover rates of organic carbon pools in soil aggregates. *Soil Biology and Biochemistry*, 119, 22–31.
- Liu, T., Yu, L., Xu, J., Yan, X., Li, H., Whalen, J. K., & Hu, F. (2017). Bacterial traits and quality contribute to the diet choice and survival of bacterial-feeding nematodes. *Soil Biology and Biochemistry*, 115, 467–474.
- McSorley, R., & Frederick, J. J. (1999). Nematode population fluctuations during decomposition of specific organic amendments. *Journal of Nematology*, 31(1), 37.

- Neher, D. A., & Olson, R. K. (1999). *Nematode communities in soils of four farm cropping management systems*.
- Renčo, M., & Kováčik, P. (2012). Response of plant parasitic and free living soil nematodes to composted animal manure soil amendments. *Journal of Nematology*, 44(4), 329.
- Sagita, L., Siswanto, B., & Kurniatun, H. (2014). Studi keragaman dan kepadatan nematoda pada berbagai sistem penggunaan lahan di Sub DAS Konto. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 1(1), 51–60.
- Sieriebriennikov, B., Ferris, H., & de Goede, R. G. M. (2014). NINJA: An automated calculation system for nematode-based biological monitoring. *European Journal of Soil Biology*, 61, 90–93.
- Stirling, G. R. (2018). Biological control of plant-parasitic nematodes. In *Diseases of nematodes* (pp. 103–150). CRC Press.
- Sulistiyowati, E. (2012). Application of *Paecilomyces lillacinus* to Induce Resistance of Coffe Plant against *Pratylenchus coffeae*: Efectivity of *Paecilomyces lillacinus* strain 251 to *Pratylenchus coffeae*. *Proceeding of InSINas*.
- Swibawa, I. G. (2014). Komunitas nematoda pada tanaman kopi (*Coffea canephora* var *robusta*) muda di Kabupaten Tanggamus Lampung. *Agrotrop*, 4(2), 141–150.
- Tarjan, A., Esser, R., & Chang, S. (2014). *Interactive diagnostic key to plant parasitic, free-living, and predaceous nematodes*. University of Nebraska, Lincoln, Nematology Laboratory.
- Tomar, V. V. S., Baniyamuddin, M., & Ahmad, W. (2010). Distribution of Bacterivorous nematodes along the distance gradient from a thermal power station. *Ekológia (Bratislava)*, 29(1), 47–54.
- Ugarte, C. M., Zaborski, E. R., & Wander, M. M. (2013). Nematode indicators as integrative measures of soil condition in organic cropping systems. *Soil Biology and Biochemistry*, 64, 103–113.
- Yeates, G. W., Ferris, H., Moens, T., & Putten, W. H. van der. (2009). The role of nematodes in ecosystems. In *Nematodes as environmental indicators* (pp. 1–44). CABI Wallingford UK.
- Zhang, W., Villarini, G., & Vecchi, G. A. (2019). Impacts of the Pacific meridional mode on rainfall over the maritime continent and Australia: potential for seasonal predictions. *Climate Dynamics*, 53, 7185–7199.