

KERAGAMAN NEMATODA PADA LAHAN REKLAMASI PASCA TAMBANG BATU BARA DI DESA BANGUN REJO KECAMATAN TENGGARONG SEBERANG

Sofian¹, Sopiarena², Suyadi³ dan Haris Rudiyanto⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman, Jalan Pasir Belengkong Kampus Gunung Kelua, Universitas Mulawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia
Email: sopiarena@faperta.unmul.ac.id

ABSTRAK

Keragaman Nematoda Pada Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batu Bara Di Desa Bangun Rejo Kecamatan Tenggarong Seberang. Nematoda merupakan salah satu mikroorganisme yang memiliki peranan penting. Selain itu, nematoda juga dapat digunakan sebagai bioindikator dalam pemulihan kesehatan tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui status keragaman nematoda pada lahan reklamasi pasca tambang batubara dan hutan sekunder (pembandingan). Penelitian ini dilakukan di Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman selama 4(empat) bulan. Pengambilan sampel tanah dilaksanakan di Desa Bangun Rejo Kecamatan Tenggarong Seberang, Kalimantan Timur. Dilanjutkan dengan ekstraksi nematoda menggunakan metode Baermann yang dimodifikasi, dan identifikasi nematoda yang didapatkan sampai tingkat genus berdasarkan ciri morfologinya. Pengamatan nematoda dilakukan di laboratorium Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman Samarinda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ditemukan 14 genera nematoda, terdiri dari 6 genera nematoda non-pasit dan 8 genera parasit tumbuhan. Genus nematoda yang dominan secara berturut-turut adalah sebagai berikut: Apelenchus, Cephalobus, Dorylaimus, Pratylenchus, dan Rhabditis. Kepadatan populasi nematoda berkisar 30-206 individu 100 gram⁻¹ tanah. Keanekaragaman nematoda pada lahan reklamasi tergolong sedang dengan indeks Shannon-Wiener berkisar 1,22-3,09, sedangkan pada lahan pembandingan (hutan sekunder) tergolong tinggi dengan indeks Shannon-Wiener berkisar 3,06 – 3,49. Kata kunci : Lahan Reklamasi Pasca Tambang Batu bara, Keragaman Nematoda, Indikator Biologi.

Kata kunci: keragaman nematoda, lahan reklamasi pasca tambang.

ABSTRACT

Nematode Diversity In Post-Coal Mining Reclamation Land In Bangun Rejo Village, Tenggarong Seberang District. Nematodes are one of the microorganisms that have an important role. In addition, nematodes can also be used as bioindicators in restoring soil health. *This research conducted to determine the nematode diversity status on reclamation area of post coal mining and secondary forest (as comparison). This research was conducted at the Faculty of Agriculture, Mulawarman University for 4(four) months. Soil sampling was carried out in Bangun Rejo Village, Tenggarong Seberang District, East Kalimantan. Followed by nematode extraction using the modified Baermann method, and identify nematodes that have been obtained up to the genus level based on its morphological characteristics. Observation of nematodes was carried out in the Plant Disease Pest Science Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Mulawarman in Samarinda. The result showed that found 14 genera of nematodes, consisting of 6 genera of non-parasitic and 8 genera of plant parasites nematodes. The nematode genus dominant successively are as follows: Apelenchus, Cephalobus, Dorylaimus, Pratylenchus, and Rhabditis. Nematode population densities range 30-206 individuals 100 grams-1 soil. Nematode diversity in the coal mining reclamation area is classified as moderate with the Shannon-Wiener index ranging from 1.22-3.09, while the comparison area (secondary forest) has considering high value of the Shannon-Wiener index, ranges from 3.06 to 3.49. Keywords: Post-Coal Mining Reclamation Land, Nematode Diversity, Biological Indicators.*

Keywords: ex-coal mining land, nematoda diversity.

1. PENDAHULUAN

Kegiatan penambangan batu bara terutama dengan sistem terbuka (Open pit Mining) dapat menimbulkan kerusakan lingkungan yang cukup parah terutama disebabkan oleh kontaminasi dan degradasi lahan. Kerusakan tersebut disebabkan karena operasional penambangan terutama pada penggalian dan pemindahan top soil dalam jumlah besar (Juwarkar dan Jambhulkar, 2008). Penambangan batu bara yang dilakukan dengan sistem terbuka menimbulkan masalah lingkungan antara lain penurunan permukaan tanah, kerusakan lingkungan perairan, pembuangan limbah tambang, dan polusi udara (Zhengfu et al., 2010). Di beberapa tempat, penambangan batu bara juga dapat mengakibatkan tanah longsor, lubang dan retakan di permukaan tanah serta bangunan di sekitar area tambang (Ardebili et al., 2011).

Pada pengelolaan penambangan batu bara yang kurang baik, kerugian ekologis dan lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan penambangan batu bara dapat jauh lebih tinggi dibanding keuntungan ekonomi yang diperoleh. Sebuah studi yang dilakukan (Li et al., 2011) menunjukkan bahwa nilai ekonomi dari batu bara yang ditambang di Distrik Mentougou, China sekitar US\$ 870 juta, sedangkan kerugian lingkungan yang timbul dari kegiatan penambangan diperkirakan mencapai US\$ 2001 juta dalam kurun waktu 50 tahun. Kerugian lingkungan yang utama adalah hilangnya daya dukung lingkungan akibat limbah batu bara, saluran pembuangan, kehilangan air bersih dan tanah akibat erosi. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki keadaan seperti semula adalah dengan cara reklamasi dan revegetasi lahan yang berdampak cukup signifikan terhadap pemulihan lahan bekas tambang (Sudarmaji dan Hartati,

2016). Dalam jangka pendek, reklamasi biologis tersebut bertujuan untuk mengendalikan erosi secara efektif melalui pertumbuhan tanaman cepat yang sekaligus berperan sebagai kolonisator awal. Tujuan jangka panjang adalah menciptakan keseimbangan ekologis (tanah bekas tambang, mikro flora, mikro fauna, dan tanaman-tanaman antara lahan bekas tambang dengan lingkungan sekitarnya (Maiti, 2013).

Mikroorganisme memiliki peranan yang sangat penting dalam penyediaan dengan menguraikan bahan organik menjadi senyawa kimia sehingga unsur hara tersedia bagi tanaman pada lahan reklamasi. Nematoda merupakan salah satu mikroorganisme yang memiliki peranan tersebut. Selain itu, nematoda juga dapat digunakan sebagai bioindikator dalam pemulihan kesehatan tanah. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang keragaman dan dominansi nematoda yang terdapat pada lahan reklamasi dengan tujuan untuk mengetahui jenis-jenis nematoda yang berperan sebagai indikator pemulihan lingkungan pada lahan reklamasi pasca tambang batu bara.

2. BAHAN DAN METODE

Waktu untuk penelitian ini dilakukan kurang lebih 4 (empat) bulan dilakukan di Desa Bangun Rejo Kecamatan Tenggarong Seberang dan untuk pengamatan nematoda dilakukan di Laboratorium Ilmu Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman.

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sampel tanah pada lahan reklamasi pasca tambang batu bara yaitu: kantong plastik, tisu, karet gelang, air dan formalin 5%, kotak pendingin, corong *baerman* yang dimodifikasi, tabung film, gelas arloji, bor tanah, timbangan, mikroskop, objek glass, dan cover glass.

Rancangan dan Prosedur Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang bertujuan untuk memberi gambaran tentang keragaman, kepadatan populasi dan dominansi nematoda pada lahan reklamasi pasca tambang batu bara di Desa Bangun Rejo Kecamatan Tenggarong Seberang, sebagai indikator biologi dalam proses pemulihan kondisi lingkungan yang rusak. Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu meliputi: Orientasi lapangan, pengambilan sampel tanah, ekstraksi nematoda, pengamatan dan identifikasi nematoda, serta analisis data di laboratorium.

3. HASIL DAN DISKUSI

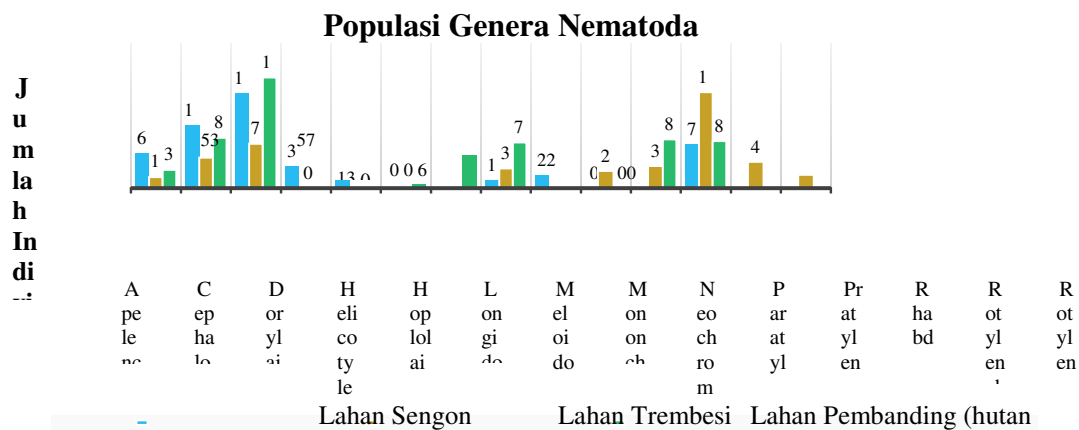
Deskripsi Lahan

Lokasi pengambilan sampel penelitian terdiri dari 3 lokasi berbeda yang terletak di wilayah Desa Bangun Rejo Kecamatan Tenggarong Seberang yaitu meliputi lahan hutan sekunder, lahan reklamasi dengan revegetasi tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* L), dan lahan reklamasi dengan revegetasi tanaman trembesi (*Samanea saman*). Pengambilan sampel pada lahan hutan sekunder merupakan wilayah hutan yang berada di sekitar area reklamasi pasca tambang batu bara yang belum tereksplorasi oleh perusahaan tambang batu bara. Sedangkan pengambilan sampel pada lahan reklamasi (lahan sengon dan trembesi) merupakan wilayah pasca tambang batu bara PT. Kitadin Site

Embalut. Lokasi pengambilan sampel tanah berjarak \pm 30 Km dari kota Samarinda dan untuk pengambilan sampel di lahan reklamasi terletak di antara 0°21'9.60" Lintang Selatan – 0°21'20.01" Lintang Selatan dan 117° 5'39.79" Bujur Timur – 117° 5'58.89" Bujur Timur dengan topografi datar dan berbukit-bukit. Sedangkan pada lahan pembanding terletak pada 0°21'44.50" Lintang Selatan – 117° 5'2.60" Bujur Timur dengan topografi berbukit-bukit.

Populasi Nematoda

Berdasarkan hasil ekstraksi dan identifikasi pada sampel tanah ditemukan 14 genus nematoda yang berasosiasi pada tiga lahan sampel yang berbeda yaitu lahan sengon, trembesi dan lahan pembanding (hutan sekunder). Hasil dari 14 genus nematoda yang ditemukan terdapat 6 genus nematoda non-parasit dan 8 genus nematoda parasit. Genus nematoda non-parasit yang ditemukan meliputi nematoda *Apelenchus*, *Cephalobus*, *Dorylaimus*, *Mononchus*, *Neocrhomadora*, dan *Rhabditis*, sedangkan genus nematoda parasit meliputi nematoda *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*, *Longidorus*, *Meloidogyne*, *Paratylenchus*, *Pratylenchus*, *Rotylenchulus* dan *Rotylenchus*. Beberapa genus nematoda ditemukan di semua lahan sampel, tetapi genus lainnya hanya ditemukan pada lahan sampel tertentu dan dapat dilihat secara rinci pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah populasi nematoda pada ketiga lahan sampel yang berbeda

Hasil ekstraksi nematoda dari sampel tanah menunjukkan jumlah populasi nematoda non-parasit dan nematoda parasit pada masing-masing lahan sampel terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan (Gambar 1). Dalam penelitian ini jumlah nematoda non-parasit (pemakan jamur, bakteri, predator dan omnivor) lebih banyak ditemukan pada lahan reklamasi dengan revegetasi tanaman sengon dari pada lahan revegetasi trembesi dan lahan pembanding (hutan sekunder). Hal ini tidak sejalan dengan penelitian Franco, yang menyebutkan bahwa nematoda omnivora dan nematoda predator yang lebih banyak ditemukan pada hutan primer dan hutan sekunder yang terdapat di Mexico (Franco dan Godinez, 2017). Menurut Celentis, juga menyatakan bahwa tanah yang didominasi oleh bakteri dan nematoda pemakan fungi adalah tanah yang sehat karena dapat menyuplai hara tersedia untuk pertumbuhan bakteri dan fungi dan selanjutnya juga dapat menopang populasi nematoda ini, tetapi jika tanah mengandung populasi nematoda parasit tanaman yang tinggi, hal tersebut menunjukkan tanah yang tidak sehat (Swibawa, 2021).

Banyaknya jumlah nematoda non-

parasit yang ditemukan pada lahan sengon diduga karena dipengaruhi oleh jarak tanam, umur tanaman, sumber makanan dan faktor yang mempengaruhi lainnya. Menurut penelitian Burchia, perubahan sifat terhadap perubahan tipe vegetasi penutup tanah secara langsung berpengaruh terhadap distribusi bahan organik tanah dan aktivitas mikroorganisme tanah (Schroth et al., 2000). Sedangkan nematoda parasit yang ditemukan terdapat perbedaan jenis genus nematoda dan rata-rata dijumpai hampir di semua lahan sampel baik pada lahan reklamasi sengon, trembesi, ataupun pada lahan pembanding (hutan sekunder) dengan jumlah populasi yang tidak jauh berbeda (Gambar 1). Suin mengatakan, kehidupan hewan ini sangat tergantung pada habitatnya, yang mempengaruhi keberadaan dan kepadatan populasinya (Suin, 1989).

Jumlah populasi nematoda yang ditemukan dalam 100 gram tanah di lahan reklamasi tanaman sengon, trembesi, dan lahan pembanding (hutan sekunder) pada beberapa tingkat kedalaman ini masih tergolong sedikit yaitu di bawah 5000 individu nematoda tanah. Dari penelitian terdahulu

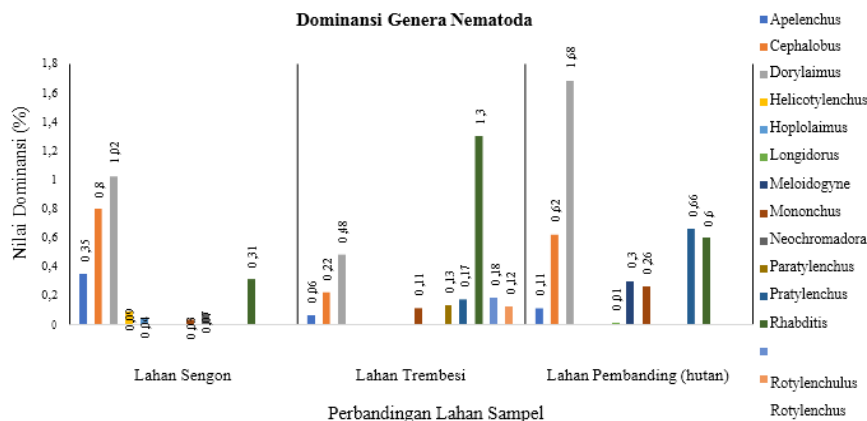
menyatakan bahwa sekitar 5000- 10000 individu dapat diperoleh dari 100 gram tanah (Schouten et al., 2004). Menurut Raty & Huhta, mengatakan bahwa sebagian nematoda tanah tidak dapat bertahan pada tanah yang asam (pH < 3,5). Selain itu, pH dapat berpengaruh secara tidak langsung terhadap kehidupan nematoda tanah. Beberapa spesies bakteri dapat tumbuh dalam keadaan sangat asam dan bagi kebanyakan spesies nilai pH minimum (Pelczar, 1988).

Hal ini Sejalan dengan pendapat Winarto, bahwa siklus hidup nematoda dipengaruhi faktor lingkungan dan makanan, semakin cocok makanan baik kualitas maupun kuantitas maka siklus hidupnya semakin cepat, sedangkan pada tanaman yang kurang cocok sebagai inangnya atau pada tanaman yang tahan maka siklus hidupnya lebih lama (Winarto, 2015). Wallace, juga

menjelaskan bahwa fluktuasi populasi nematoda di dalam tanah dipengaruhi oleh kelembaban dan aerasi tanah akibat curah hujan (Wallace, 1973). Gorny & Grum, menambahkan jumlah populasi dan kehadiran spesies berkurang dengan bertambahnya kedalaman profil tanah (Gorny & Grum, 1993).

Dominansi Nematoda

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa genus nematoda *Dorylaimus* masih mendominasi pada kedua lahan tersebut baik lahan reklamasi sengon maupun lahan perbandingan (hutan sekunder) dibandingkan genus lainnya. Sedangkan pada lahan reklamasi trembesi yang mendominasi adalah genus nematoda *Rhabditis* dibandingkan dengan genus lainnya yang ditemukan pada lahan reklamasi trembesi ini (Gambar 2).



Gambar 2. Tingkat Dominansi Genera nematoda

Kedua genus nematoda yang mendominasi tersebut merupakan bagian dari beberapa nematoda non-parasit yang terdapat pada setiap lahan sampel akan tetapi memiliki nilai dominansi yang lebih rendah dibandingkan dua genus tersebut. Salah satu nematoda non-parasit yang memiliki nilai dominansi paling tinggi

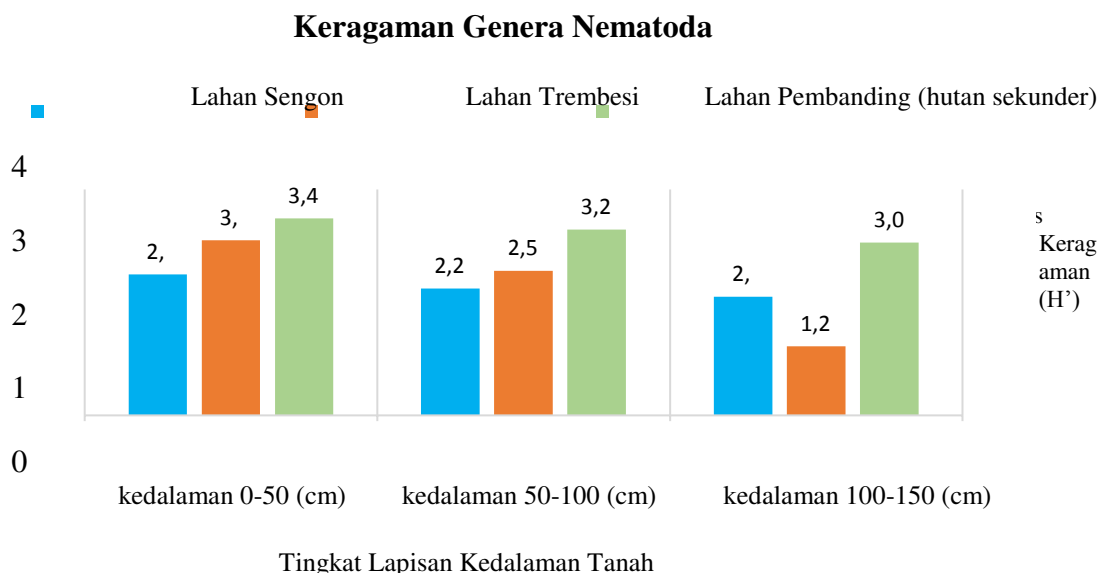
sekitar 1,68 % yaitu adalah nematoda *Dorylaimus* yang terdapat pada lahan sengon dan tersebar secara merata pada setiap lahan sampel. Sedangkan untuk nematoda parasit yang memiliki nilai dominansi paling tinggi adalah nematoda *Pratylenchus* dengan nilai dominansi sekitar 0,66 % lebih rendah dibandingkan dengan nematoda non-

parasit dan hanya tersebar merata pada lahan pembanding (hutan sekunder) dan hampir tidak tersebar merata pada setiap lahan sampel lainnya (Gambar 2).

Hal ini diduga karena Menurut Van Noordwijk, Tumbuhan di atas permukaan tanah mempengaruhi organisme di dalam tanah melalui kualitas seresah, eksudat akar, dan iklim mikro. Perubahan tipe vegetasi di atas permukaan tanah akan berpengaruh pada kuantitas dan kualitas akar serta bahan organik di dalam tanah (Van Noordwijk & Swift, 1999). Swibawa,

juga mengatakan bahwa Akar adalah sumber makanan kelompok nematoda parasit tumbuhan, sementara bahan organik akan mempengaruhi nematoda pengurai. Perakaran tumbuhan tahunan dan berbagai jenis gulma dapat dijadikan sumber makanan bagi nematoda parasit tumbuhan. Hal ini yang mendorong jumlah individu nematoda parasit pada lahan tersebut tinggi (Swibawa, 2001). Sesuai pendapat Wallace, Populasi nematoda dipengaruhi oleh ketersediaan sumber makanan yang berupa akar tanaman.

Keragaman Nematoda Shannon-Wiener (H')



Gambar 3. Keragaman Nematoda Shannon-Wiener

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keragaman nematoda pada lahan reklamasi sengon, trembesi dan lahan pembanding (hutan sekunder) dengan kedalaman lapisan tanah yang berbeda terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan dapat dilihat pada Gambar 3. Krebs menyebutkan bahwa, kriteria nilai indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (H') adalah jika nilai $H' < 1$ = keanekaragaman rendah, dan apabila

jika nilai $H' < 1 - 3$ = keanekaragaman sedang, sedangkan jika nilai $H' > 3$ = keanekaragaman tinggi. Dari hasil penelitian ini menunjukkan indeks keragaman nematoda yang sedikit berbeda antara lahan yang satu dengan yang lainnya. Pada kedalaman 0-50 cm tingkat keragaman nematoda paling tinggi terdapat pada lahan pembanding (hutan sekunder) dengan nilai indeks (H') 3,49 dan keragaman terendah terdapat pada lahan reklamasi sengon

dengan nilai indeks (H') 2,5, Dan untuk kedalaman 50-100 cm keragaman tertinggi masih terdapat pada lahan perbandingan dengan nilai indeks (H') 3,29 dan yang terendah masih terdapat pada lahan reklamasi sengon dengan nilai indeks (H') 2,25. Sedangkan pada kedalaman 100-150 cm keragaman tertinggi terdapat pada lahan perbandingan dengan nilai indeks (H') 3,29 dan yang terendah adalah pada lahan reklamasi trembesi dengan nilai indeks (H') 1,22 (Gambar 3).

Perbandingan perbedaan keragaman nematoda tidak signifikan pada kedalaman 0-50 cm dan 50-100 cm namun signifikan pada kedalaman 100-150 cm. Hal ini sesuai yang dikatakan Gorny & Grum di atas, bahwa jumlah populasi dan kehadiran spesies berkurang dengan bertambahnya kedalaman profil tanah. Schroth menambahkan bahwa pada prinsipnya untuk mempertahankan keragaman nematoda tergantung pada keragaman

tanaman yang ditanam yang mempunyai pola sebaran tajuk yang berbeda. Dengan rapatnya penutupan permukaan tanah oleh kanopi pohon, maka kelembaban udara dan tanah pada sistem agroforestri lebih tinggi dari pada sistem monokultur (Schroth et al., 2000), dan kandungan bahan organik tanahnya juga lebih tinggi (Hairiah dkk., 2004). kedua kondisi tersebut penting untuk mempertahankan keragaman nematoda baik yang bermanfaat maupun yang merugikan. Menurut Swibawa, Semakin tinggi keragaman vegetasi maka semakin besar pula tingkat keragaman suatu komunitas nematoda (Swibawa dkk., 2009). Akan tetapi tingginya keragaman vegetasi tidak selalu diikuti dengan tingginya keragaman nematoda hidup bebas. Hal ini dikarenakan keanekaragaman nematoda hidup bebas lebih dipengaruhi oleh kandungan senyawa yang terdapat pada seresah yang dihasilkan oleh vegetasi tersebut (Sagita dkk., 2017).

Tabel 1. Analisis Tanah pada Lahan Sampel.

No.	lahan	Kode		pH	Penyebaran Partikel			
		Sampel	Lab.		H2O	Liat	Debu	Pasir
1	Sengon	J1	7207	7,21	13,81	29,71	56,48	SL
		J2	7208	7,82	25,10	37,84	37,06	L
		J3	7209	7,29	0,02	74,84	25,14	SiL
2	Trembesi	J1	7138	5,37	29,92	30,70	39,38	CL
		J2	7139	5,33	37,88	37,38	24,74	CL
		J3	7140	6,17	20,59	16,95	62,46	SCL
3	Hutan Sekunder	J1	7204	7,16	26,55	28,07	45,38	L
		J2	7205	8,15	23,32	23,83	52,85	SCL
		J3	7206	8,45	22,57	29,45	47,98	L

Sumber : Laboratorium Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman

Keterangan : SL (*Sandy Loam*), CL (*Clay Loam*), L (*Loam*), SiL (*Silty Loam*), SCL (*Sandy Clay Loam*) dan J1 (kedalaman 0-50 cm), J2 (kedalaman 50-100 cm), J3 (kedalaman 100-150 cm).

Berdasarkan hasil analisis data di atas menunjukkan bahwa tanah pada lahan reklamasi sengon dan trembesi didominasi oleh pasir, liat, dan debu dengan tingkat penyebaran partikel

berkisar antara 13,81% - 74,84%. Sedangkan pada lahan perbandingan (hutan sekunder) didominasi oleh debu dan pasir dengan tingkat penyebaran partikel berkisar antara 23,83% -

52,85%. Tekstur tanah yang diperoleh dari hasil analisis laboratorium meliputi tekstur tanah lempung, lempung berliat, lempung berpasir, lempung berdebu, dan lempung liat berpasir.

Pendapat Sagita mengatakan kandungan pasir dan liat berhubungan erat dengan distribusi ukuran pori tanah dan kadar air tanah. Tanah dengan tekstur pasir banyak mempunyai pori makro sehingga lebih sulit menahan air dibandingkan dengan tekstur liat. Pori-pori dan kadar air yang terdapat dari jenis tanah tersebut dapat menentukan populasi nematoda di dalam tanah. Hasil dari penelitian terdahulu mengatakan bahwa pori-pori dan kadar air dalam tekstur tanah secara tidak langsung dapat menjadi faktor atau berpengaruh terhadap keberadaan nematoda di dalam tanah (Setiawan dkk., 2019).

Seperti yang dikatakan dalam penelitian Afifah, bahwa tanah dengan tekstur lempung berdebu memiliki kondisi tanah yang remah karena memiliki pori-pori yang baik sehingga kadar oksigen dan kadar air stabil untuk memudahkan pergerakan dan pernapasan nematoda di dalam tanah (Afifah dkk., 2013). Hal inilah yang menyebabkan tingginya populasi nematoda di dalam tanah. Sedangkan pada tanah yang memiliki tekstur liat kondisi tanahnya padat karena pori-pori tanahnya berukuran kecil sehingga kadar air dan oksigennya rendah. Kondisi tersebut yang dapat menyebabkan nematoda sulit bergerak dan bernapas akibatnya populasi nematoda dalam keadaan tanah tersebut menjadi rendah.

Berdasarkan hasil analisis pH di atas menunjukkan bahwa pada lahan reklamasi sengon nilai pH yang diperoleh berkisar antara 7,21 – 7,82 menandakan bahwa tanah tersebut di atas netral atau sedikit basa. Pada lahan

reklamasi trembesi pH yang diperoleh berkisar antara 5,33 – 6,17 menandakan bahwa tanah tersebut sedikit masam. Sedangkan pada lahan pembanding (hutan sekunder) pH yang diperoleh berkisar 7,16 – 8,45 menandakan bahwa tanah tersebut basa. Perbedaan tingkat kandungan pH tanah pada lahan sampel tersebut merupakan salah satu faktor yang menjadi penentu terhadap tingkat populasi, dominansi, dan keragaman nematoda pada masing-masing lahan.

Sejalan dengan pendapat Sagita di atas yang mengatakan bahwa tingkat kemasaman tanah (pH) berpengaruh secara tidak langsung terhadap kehidupan nematoda. Sebagian nematoda tidak dapat bertahan pada tanah yang asam ($\text{pH} < 3,5$). Menurut hasil penelitian Satria, menyebutkan bahwa pH yang optimum untuk spesies nematoda adalah 8,0 (Satria dkk., 2018). Beberapa faktor fisik dan faktor kimia lainnya yang tidak diukur dalam penelitian ini, juga dapat memberikan pengaruh terhadap perkembangan nematoda di dalam tanah. Raty & Huhta mengatakan faktor kimia tanah yang mempengaruhi kehidupan nematoda tanah meliputi pH, N, P, K dan C-Organik dan Suin juga menambahkan bahwa, faktor fisika yang mempengaruhi yaitu kadar air.

Genera Nematoda yang ditemukan dari Hasil Pengamatan

Berdasarkan hasil pengamatan, berikut adalah genera nematoda yang berhasil diidentifikasi dari sampel tanah pada lahan reklamasi sengon, trembesi, dan lahan pembanding (hutan sekunder):

1. Aphelenchus

Aphelenchus termasuk dalam filum: nematoda, kelas *secernentea*, ordo: *tylenchida*, famili: *aphelenchoidae*, genus: *Aphelenchus*. Ukuran kecil sampai medium 0,4-1,2 mm, silindris memanjang. Bagian

kepalanya sedikit bersklerotin, siletnya lemah atau tanpa knob. Bulbus esofagusnya berkembang biak, berbentuk persegi bulat. Kantung kelenjar-kelenjar esofagusnya menjorok ke bagian usus di daerah dorsal. *Aphelenchus* adalah nematoda non parasit dan hidup sebagai pengurai dan predator bagi jamur, contohnya seperti *Aphelenchus avenae* yang merupakan predator bagi jamur parasit *Rizoktonia* dan *Fusarium*.

2. *Cephalobus*

Cephalobus termasuk dalam filum: nematoda; kelas: *chromadoreae*; ordo: *rabditida*; famili: *cephalobidae*; genus: *cephalobus*. Ciri-ciri *Cephalobus* yaitu memiliki ujung ekor tumpul, gonad tunggal, bagian tengah esofagus membesar, dan memiliki bulb *pharynx*. Nematoda ini merupakan non-parasit yang kebanyakan hidup dengan memakan bakteri.

3. *Dorylaimus*

Dorylaimus termasuk dalam filum: nematoda, kelas: *adenophorea*, ordo: *dorilaimida*, famili: *dorilaimidae*, genus: *dorylaimus*. *Dorylaimus* umumnya hidup di dalam tanah dan air tawar, cuticula halus, tanpa bulu-bulu kaki, ujung anterior dengan 2 *papillae* yang masing-masing terdiri atas 6-10 *papillae*, *amphidcyathiform*. *pharynx* bersifat muscular dan jarang bagian posteriornya membesar. *Dorylaimus* dapat berperan sebagai predator dalam hidupnya selain itu juga dapat berperan sebagai dekomposer dalam tanah atau bakteriovora.

4. *Helicotylenchus*

Tubuh nematoda *Helicotylenchus* pada umumnya seperti spiral sehingga sering disebut spiral nematoda. Daerah bibir tidak set off atau tidak ada lekukan antara bagian kepala dengan tubuhnya. Anulasi pada tubuhnya kasar sampai pada bagian melengkung ekornya. Panjang stilet 20 mikron

dengan basal knob yang berkembang kuat. Diketahui terdapat kurang lebih 53 spesies, *Helicotylenchus dihystera*, *H.indicus* dan *H.multicinctus* merupakan spesies-spesies yang banyak ditemukan pada lahan pertanian. Spesies ini termasuk nematoda ekto atau semi endoparasit. Stadia larva dan dewasa melakukan proses makan secara semi endoparasit yang mengakibatkan terjadinya luka yang berwarna kecokelatan disekitar *feeding site*-nya, serta mengelupasnya bagian epidermis akar. *Helicotylenchus* bersifat ektoparasit, semi-endoparasit atau *endoparasitik* pada akar inangnya. Semua stadium dapat dijumpai di dalam jaringan korteks akar. Gejala yang ditimbulkan yaitu luka-luka kecil yang kemudian menjadi nekrotik sebagai kelanjutan invasi sekunder.

5. *Hoplolaimus*

Nematoda ini merupakan nematoda parasit yang memiliki klasifikasi ilmiah yaitu filum: nematoda; kelas: *secernentea*; ordo: *tylenchida*; famili: *hoplolaimidae*; genus: *hoplolaimus*. Nematoda betina: pangkal *stylet* (knob) memiliki 2 buah tonjolan mengarah ke depan; esophagus overlapping dengan intestine di bagian dorsal; lubang excretory terletak di belakang sambungan (katup) antara esophagus dengan intestine; ovary lurus; intestine overlapping dengan rectum; ekor membulat, 16-22 anulasi; lateral field hanya terdiri dari 1 incisure dan tidak terlihat jelas; kepala offset, biasanya dengan 3 anulasi, anulasi pangkal (basal annule) pada bibir memiliki 10-15 garis memanjang; hemizonid 2-5 anulasi di belakang lubang excretory; phasmid anterior terletak 38% dari ujung kepala (di sisi kanan), posterior phasmid terletak 81% dari ujung kepala (di sisi kiri). Nematoda jantan: sangat jarang, bentuk

tubuh secara umum sama dengan nematoda betina kecuali tidak mengalami *sexual dimorphism*; bagian kepala terdapat 3-4 anulasi; pada basal anulasi terdapat 7-8 garis memanjang; lubang excretory terletak di depan atau di belakang katup oesophagus dan intestine; hemizonid terletak 2-8 anulasi di belakang lubang excretory, hemizonion terletak 10 anulasi di belakang hemizonid; tidak memiliki lateral line; gubernaculum berbentuk palung; panjang spicule 37-53 μ m, sedikit melengkung; 33 telamon terlihat jelas; bursa dimulai dari pangkal depan spicule sampai ujung ekor (Kementan, 2010).

6. *Longidorus*

Longidorus merupakan nematoda parasit yang termasuk dalam filum: Nematoda, Famili: Longidoridae, Genus: *Longidorus*. Nematoda *Longidorus* memiliki bentuk tubuh kurus dan memanjang. Ketika dipanaskan dalam keadaan rileks, tubuh melengkung membentuk huruf C terbuka.

7. *Meloidogyne*

Adapun klasifikasi untuk jenis nematoda *Meloidogyne* adalah sebagai berikut; filum: *nemathelminthes*, kelas: nematoda, sub kelas: *secerentea*, ordo: *thylenchina*, famili: *heteroderidae*, genus: *meloidogyne*, spesies: *meloidogyne*. *Meloidogyne* atau dikenal dengan nama umum “nematoda puru akar” merupakan nematoda parasit tumbuhan terpenting yang tersebar luas pada tanaman pertanian di seluruh dunia. Dinamakan nematoda puru akar karena tanda serangan yang ditimbulkan pada akar tanaman inang yang sangat spesifik yaitu terbentuknya puru atau gall pada sistem perakaran. Nematoda ini bersifat endoparasit menetap (*sedentary endoparasite*) yang dapat menyebabkan puru akar.

8. *Mononchus*

Termasuk dalam filum: nematoda; kelas: *dorylaimea*; famili : *monocida*; ordo: *mononchidae*; genus: *Mononchus bastian*. Ciri morfologi, bagian stoma memiliki “gigi” yang mengarah ke atas. Bagian sub ventral tidak memiliki gigi, esofagus panjang menyerupai tabung. Memiliki ekor yang meruncing. Tidak memiliki setae atau ada tetapi tidak jelas, tidak memiliki stilet, terdapat gigi terletak pada dinding stoma agak ke arah posterior, ekor membulat atau meruncing, ekor yang jantan tidak memiliki setae (Tarjan et al., 1977). Nematoda ini berperan sebagai predator nematoda di dalam tanah.

9. *Neochromadora*

Neochromadora merupakan nematoda non-parasit yang memiliki bagian kutikula yang berbeda, terdapat garis-garis pada bagian dorsal (dada) dan ventral (punggung). Pada bagian anterior terdapat sungut peraba (*barbels*) yang berfungsi untuk mendeteksi sumber makanan.

10. *Paratylenchus*

Paratylenchus termasuk dalam filum: nematoda, kelas: *secernentea*, ordo: *tylenchida*, famili: *paratylenchidae*, genus: *Paratylenchus*. *Paratylenchus* memiliki bentuk tubuh yang kecil atau ramping, panjangnya kurang lebih dari 1 mm, dalam posisi kaku, apabila dipanaskan dalam keadaan rileks akan membentuk huruf C. Pada bagian kepala, mulut berbentuk hampir menyerupai mangkuk dengan stilet dan knob yang jelas. Bagian posterior dari perut hingga ekor meruncing, *Paratylenchus* memiliki panjang tubuh jantan dan betina biasanya kurang lebih 0,5 mm dan pada beberapa spesies hanya sekitar 0,2 mm. Tubuh betina dapat membengkak. Daerah mulut lurus dan berbentuk seperti kerucut terpotong. Kepala kerucut, bulat. Tubuh halus dan

beranulasi jelas. Pada betina, stilet kuat dan ramping, panjang berkisar (12-40 μm). *Pratylenchus* dikelompokkan ke dalam golongan nematoda endoparasit yang berpindah-pindah (*migratory endoparasities*). Nematoda masuk ke dalam akar tanaman yang diserang dan tetap aktif di dalamnya, dan setelah berhasil menginfeksi akar tanaman, di dalam akar nematoda aktif dan bergerak membuat lubang-lubang dan saluran yang digunakan untuk mengumpulkan telur-telurnya baik secara tunggal ataupun kelompok kecil. Kerusakan kecil pada awalnya adalah menguning dan kemudian berubah warna menjadi coklat kehitaman.

11. *Pratylenchus*

Pratylenchus termasuk dalam Filum: *Nematoda*; Kelas: *Secernetea*; Ordo: *Tylenchida*; Famili: *Pratylenchidae*; Genus: *Pratylenchus*. Nematoda tersebut bertubuh kecil panjangnya kurang dari 1 mm, bagian kepalanya rendah dan datar, apabila dilihat dari bawah mikroskop stereoskopis tampak ujung anteriornya tersebut seperti topi hitam yang datar. Esofagus tubuh baik pada kedua jenis kelamin, median bulbusnya berkembang baik dan lobus kelenjar esofagus dorsal menjorok ke usus pada bagian ventral. Nematoda jantan ekornya pendek bursanya tumbuh sampai ke ujung. Berdasarkan organ tanaman yang diserang dan cara memarasit tanaman, nematoda luka akar (*Pratylenchus*) dikelompokkan ke dalam golongan nematoda endoparasit yang berpindah pindah (*migratory endoparasites*). Nematoda masuk ke dalam akar tanaman yang diserang dan tetap aktif di dalamnya. Setelah berhasil menginfeksi akar tanaman, nematoda menyerang kortek akar tanaman, di dalam akar nematoda aktif dan bergerak, membuat lubang-lubang dan saluran-saluran yang digunakan

untuk mengumpulkan telur-telurnya baik secara tunggal atau dalam kelompok kecil. Sebelum melakukan penetrasi pada akar, nematoda kadang-kadang berada di sekitar permukaan akar dan di rambut-rambut akar. Kerusakan kecil pada awalnya adalah menguning, kemudian berubah warna menjadi coklat-kehitaman.

12. *Rhabditis*

Rhabditis termasuk dalam filum: nematoda; klas: Enophea; Famili: Rhabditoidae; Ordo: Rhabditoida; Genus: *Rhabditis*. *Rhabditis* ditemukan oleh Dujardin pada tahun 1845 ketika ia mendeskripsikan *Rhabditis terricola*, *Rhabditis* umumnya memiliki tabung esophagus yang berotot di seluruh bagiannya. Ovarium umumnya tunggal dan terletak terentang. Median bulb terlihat sangat jelas hingga samar, selain itu ukuran tubuhnya dapat mencapai. *Rhabditis* termasuk nematoda non-parasit dan hidup sebagai pengurai di dalam tanah. Sampai saat ini telah diketahui 65 spesies dalam genus *Rhabditis*. *Rhabditis* kebanyakan hidup dengan memakan bakteri dan jamur pengurai.

13. *Rotylenchulus*

Rotylenchulus termasuk dalam Filum: *Nematoda*; Kelas: *Secernentea*; Ordo: *Tylenchida*; Famili: *Hoplolaimidae*; Genus: *Rotylenchulus*. *Rotylenchulus* memiliki bentuk rileks tubuhnya akan melengkung ke daerah ventral. Nematoda betina belum dewasa terdapat di tanah dan hidup bebas. Tubuhnya berbentuk cacing dengan ukuran panjang 0,23-0,64 mm. Bentuk kepala membulat sampai kerucut, lurus dengan garis kontur. Nematoda mempunyai stilet sedang dan basal knobnya bulat. Vulvanya terdapat di daerah posterior tubuhnya sekitar 58-72%, bibir vulvanya tidak menonjol. Nematoda jantan memiliki bentuk badan panjang seperti cacing,

Spikulanya melengkung dan ekor meruncing serta bursa yang tidak sampai ke ujung ekor. Larvanya mirip dengan nematoda betina, tetapi lebih pendek. Nematoda ini termasuk salah satu nematoda parasit penting setelah genus *Meloidogyne* yang menyerang berbagai tanaman bernilai ekonomis di negara tropis maupun subtropis.

14. *Rotylenchus*

Rotylenchus termasuk dalam filum: Nematoda, kelas, *secernente*, ordo: *tylenchida*, famili: *hoplolaimidae*, genus: *Rotylenchus*. Pada bagian kepala membulat sampai kerucut, stilet sedang. Ekornya berbentuk kerucut dan ujungnya tumpul. Untuk nematoda betina tubuhnya gemuk seperti ginjal sedangkan untuk nematoda jantan berbentuk cacing dengan bursa tidak mencapai ujung ekor. *Rotylenchus* merupakan salah satu nematoda semi-endoparasit penting yang menyerang berbagai jenis tanaman hortikultura di Indonesia. Nematoda ini dapat ditemukan di dataran rendah maupun tinggi di Indonesia.

4. KESIMPULAN

Keragaman genera nematoda pada lahan reklamasi pasca tambang batu bara lebih rendah dibandingkan dengan lahan pembanding (hutan sekunder) dan tergolong sedang dengan indeks *Shannon-Wiener* berkisar 1,22–3,09 (H') sedangkan pada lahan pembanding tergolong tinggi dengan indeks *Shannon-Wiener* berkisar 3,06–3,49 (H'). Kerapatan populasi nematoda pada lahan reklamasi pasca tambang batu bara dengan tiga kedalaman lapisan tanah, lebih rendah dibandingkan dengan lahan pembanding (hutan sekunder) dengan jumlah berkisar 479-494 ekor/300 gram tanah. Sedangkan hutan sekunder dari tiga lapisan tanah lebih tinggi

dengan jumlah 617 ekor/300 gram tanah. Nematoda yang berhasil diidentifikasi berjumlah 14 genus yang terdiri dari 6 genus nematoda non-parasit dan 8 genus nematoda parasit tumbuhan. Genus nematoda yang dominan secara umum yaitu *Apelenchus*, *Cephalobus*, *Dorylaimus*, *Pratylenchus*, dan *Rhabditis*

DAFTAR PUSTAKA

- Juwarkar, A. A., & Jambhulkar, H. P. (2008). Phytoremediation of coal mine spoil dump through integrated biotechnological approach. *Bioresource Technology*, 99(11), 4732-4741.
- Zhengfu, B. I. A. N., Inyang, H. I., Daniels, J. L., Frank, O. T. T. O., & Struthers, S. (2010). Environmental issues from coal mining and their solutions. *Mining Science and Technology (China)*, 20(2), 215-223.
- Ardebili, L., Babazadeh, V. M., Mammadov, M., & Navi, P. (2011). Physical environment pollution of mining coal in Central Alborz (Northern Iran). *World Applied Sciences Journal*, 14(8), 1141-1145.
- Li, F., Liu, X., Zhao, D., Wang, B., Jin, J., & Hu, D. (2011). Evaluating and modeling ecosystem service loss of coal mining: a case study of Mentougou district of Beijing, China. *Ecological Complexity*, 8(2), 139-143.
- Sudarmadji, T., & Hartati, W. (2016). The process of rehabilitation of mined forest lands toward degraded forest ecosystem recovery in Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 17(1), 185-191.
- Maiti, S. K. (2013). Eco restoration of the coalmine degraded lands. New

- Delhi, India: Springer India.
- Franco-Navarro, F., & Godinez-Vidal, D. (2017). Soil nematodes associated with different land uses in the Los Tuxtlas Biosphere Reserve, Veracruz, Mexico. *Revista mexicana de biodiversidad*, 88(1), 136-145.
- Celentis Analytical (2003) Biological soil test-definitions. e-lab. limited. http://www.lifestyleblock.co.nz/general/sfs/213_Soil_biological_Testdefinition.htm
- Barchia, F., Aini, N., & Prawito, P. (2007). Bahan organik dan respirasi di bawah beberapa tegakan pada Das Musi Bagian Hulu. *Jurnal Akta Agrosia. Edisi Khusus*, 2(1), 172-175.
- Suin, N.M. (1989). *Ekologi Hewan Tanah*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Schouten, T., Breure, A. M., Mulder, C., & Rutgers, M. (2004, January). Nematode diversity in Dutch soils, from Rio to a biological indicator for soil quality. In *Proceedings of the Fourth International Congress of Nematology, 8-13 June 2002, Tenerife, Spain* (pp. 469-482). Brill.
- Räty, M., & Huhta, V. (2003). Earthworms and pH affect communities of nematodes and enchytraeids in forest soil. *Biology and Fertility of Soils*, 38(1), 52-58.
- Pelczar, Jr. M. & E.C.S. Chan. (1988). *Elements of Microbiology*. Siri Hadioetomo dkk. (Penerjemah). Jakarta: UI Press.
- Winarto. (2015). *Nematologi Tumbuhan*. Padang: Minangkau Press.
- Wallace, H.R. (1973). *Nematode Ecology and Plant Diseases*. London: Edward Arnold.
- Górny, M., & Grüm, L. (1993). *Methods in soil zoology*. Polish Scientific Publishers, Amsterdam.
- Van Noordwijk, M. & Swift, M.J. (1999). Belowground biodiversity and sustainability of complex agroecosystems. Pages 8-27 in: Gafur, A., F.X. Susilo, M. Utomo, & M. van Noordwijk, eds. *Proceedings of Workshop Management of Agrobiodiversity in Indonesia for Sustainable Land Use and Global Environmental Benefits. ASB Report No. 9*. Agency for Agricultural Research and Development Ministry of Agriculture and University of Lampung, Bogor, August 19-20, 1999.
- Swibawa, I Gede. (2001). Keanekaragaman Nematoda Dalam Tanah Pada Berbagai Tipe Tataguna Lahan Di Asb-Benchmark Area Way Kanan. *Jurnal hama dan penyakit tumbuhan tropika*. Vol. 1, No. 2 : 54-59.
- Schroth, G., Krauss, U., Gasparotto, L. J. A. D., Duarte Aguilar, J. A., & Vohland, K. (2000). Pests and diseases in agroforestry systems of the humid tropics. *Agroforestry systems*, 50(3), 199-241.
- Hairiah, K., Suprayogo, D., Widiyanto, B., Suhara, E., Mardiasuning, A., Widodo, R. H., ... & Rahayu, S. (2004). Alih guna lahan hutan menjadi lahan agroforestri berbasis kopi: ketebalan seresah, populasi cacing tanah dan makroporositas tanah. *Agrivita*, 26(1), 68-80.
- Swibawa, I. G., Evizal, R., Aini, F. K., Susilo, F. X., Hairiah, K., & Suprayogo, G. (2009). Penurunan keragaman pohon dan nematoda akibat alih guna hutan menjadi lahan pertanian memacu munculnya masalah nematoda. In *Prosiding Seminar "Peran Konservasi Flora Indonesia Dalam Mengatasi Dampak Pemanasan Global*. Bali (Vol. 14, pp. 688-697).

- Sagita, L., Siswanto, B., & Kurniatun, H. (2017). Studi keragaman dan kepadatan nematoda pada berbagai sistem penggunaan lahan di Sub DAS Konto. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(1), 51-60.
- Setiawan, D. F., Suyadi, Rosfiansyah. (2019). Identifikasi Genera Nematoda pada Lahan Perkebunan Karet (*Hevea brasiliensis*) di Desa Santan Ulu Kecamatan Marangkayu Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. Vol 1 No. 2. 144-150.
- Afifah, L., Rahardjo, B. T., & Tarno, H. (2013). Eksplorasi nematoda entomopatogen pada lahan tanaman jagung, kedelai dan kubis di Malang serta virulensinya terhadap *Spodoptera litura* Fabricius. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan*, 1(2), pp-1.
- Satria, A. B., Widiyaningrum, P., & Ngabekti, S. (2018). Viabilitas Dua Isolat Lokal Nematoda Entomopatogen pada Berbagai Variasi pH Media dan Uji Mortalitasnya terhadap Rayap Tanah. *Life Science*, 7(1), 9-15.
- Kementan. (2010). Pedoman diagnosis OPTK golongan nematoda. Pusat karantina tumbuhan badan karantina pertanian. Jakarta: Kementerian pertanian.
- Tarjan, A. C., Esser, R. P., & Chang, S. L. (1977). An illustrated key to nematodes found in fresh water. *Journal (Water Pollution Control Federation)*, 2318-2337.