

**POTENSI BAKTERI ENDOFIT ASAL LAHAN BASAH KALIMANTAN SELATAN
SEBAGAI AGENSIA HAYATI NEMATODA PURU AKAR (*Meloidogyne* sp.)
PADA TANAMAN SELEDRI (*Apium graveolens* L.) SECARA IN VITRO**

**POTENTIAL ENDOPHYTE BACTERIA ORIGIN IN SOUTH KALIMANTAN WET LAND AS
BIOLOGICAL AGENT OF ROOT NEMATODE (*Meloidogyne* sp.) ON CELERY (*Apium
graveolens* L.) IN VITRO**

Marcellino Althaf¹, Wilujeng Widayati, Arika Purnawati
Jurusan Agroteknologi, Fak. Pertanian Univ. Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

ABSTRACT

Celery (*Apium graveolens* L.) is one of important spice plants that is widely cultivated in highlands. One of diseases that can reduce production of celery is root ringworm caused by parasitic nematode *Meloidogyne* sp. Until now, nematode control uses pesticides that are toxic, difficult to degrade, and have a negative impact on environment. Currently, many biological control efforts have been developed, one of which is use of microorganisms, namely endophytic bacteria. Purpose of this study was to determine potential of endophytic bacteria from wetlands of South Kalimantan as biological agents for root-knot nematode *Meloidogyne* sp. on celery plants. This research was carried out in two stages, namely: exploration of endophytic bacteria in the wetlands of South Kalimantan in November 2021 and in vitro tests carried out at Plant Health Laboratory, Faculty of Agriculture, National Development University "Veteran" East Java in December 2021 using a Completely Randomized Design (CRD). This test was carried out by means of 1 ml of nematode suspension containing ± 50 juveniles of 2 nematodes from the extraction into 5 ml of endophytic bacterial suspension aged 48 hours which had been harvested using NB media and tested for biosafety with isolate codes BLR 1.2, BLR 1.3, BLR 2.1, BLR 2.2, BLR 2.3, BLR 3.2, AKL 2.1, AKL 2.2, AKL 3.1. Isolates with codes BLR 2.2, BLR 1.3, BLR 3.2, BLR 2.1 were isolates with highest number of mortality with 50.67, 45.33, 49.33 and 45.33 percent at 12 hours after treatment.

Keywords: Endophytic Bacteria, *Meloidogyne*, Celery

INTISARI

Seledri (*Apium graveolens* L.) merupakan tanaman rempah penting yang dibudidayakan di dataran tinggi. Salah satu penyakit yang dapat menurunkan produksi tanaman seledri adalah puru akar yang disebabkan oleh nematode parasit *Meloidogyne* sp. Pengendalian nematoda sampai dengan saat ini menggunakan pestisida yang toksik, sulit terdegradasi, dan berdampak negatif terhadap lingkungan. Upaya pengendalian biologis saat ini banyak dikembangkan, salah satunya penggunaan mikroorganisme bakteri endofit. Tujuan penelitian: mengetahui potensi bakteri endofit asal lahan basah Kalimantan Selatan sebagai agensia hayati nematode puru akar *Meloidogyne* sp pada tanaman seledri. Penelitian dilaksanakan dua tahap yaitu : eksplorasi bakteri endofit di lahan basah Kalimantan Selatan Bulan November 2021 dan uji vitro dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur Bulan Desember 2021 menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Uji dilakukan dengan cara 1 ml suspensi nematoda berisi ± 50 ekor juvenile 2 nematoda hasil ekstraksi dituang dalam 5 ml suspensi bakteri endofit berumur 48 jam yang dipanen menggunakan media NB dan diuji keamanan hayatinya dengan kode isolate BLR 1.2, BLR 1.3, BLR 2.1, BLR 2.2, BLR 2.3, BLR 3.2, AKL 2.1, AKL 2.2, AKL 3.1. Isolate kode BLR 2.2, BLR 1.3, BLR 3.2, BLR 2.1 merupakan isolate dengan jumlah mortalitas tertinggi dengan jumlah 50.67%, 45.33%, 49.33% dan 45.33% pada 12 jam setelah perlakuan

Kata kunci: Bakteri Endofit, *Meloidogyne*, Seledri

¹ Alamat penulis untuk korespondensi: Marcellino Althaf. Email: marcellinoalthaf77@gmail.com

PENDAHULUAN

Seledri (*Apium graveolens* L.) merupakan salah satu tanaman rempah-rempah penting yang banyak dibudidayakan di dataran tinggi. Tetapi, merujuk pada data Badan Pusat Statistika (2021), untuk tanaman seledri belum ditemukan data luas panen dan produksinya secara nasional. Menurut Wibowo (2013), kurangnya animo masyarakat untuk belajar serta mengelola pertanaman seledri memicu teknik budidaya tanaman seledri yang kurang baik, seperti tanah yang kurang subur dan kondisi suhu yang tidak cocok, hal ini menyebabkan tanaman memiliki tingkat ketahanan hama penyakit yang rendah. Salah satu penyakit yang dapat menurunkan produksi tanaman seledri adalah puru akar yang disebabkan oleh nematode parasit *Meloidogyne* sp.

Meloidogyne sp. adalah nematoda yang memiliki sifat parasit obligat dan memiliki perkembangan yang cepat dan daya tahan yang tinggi membuat spesies nematode satu ini banyak sekali menyerang tanaman lahan pengembangan maupun pembenihan, sehingga banyak menimbulkan kerugian bagi petani karena penurunan produksi tanaman. *Meloidogyne* sp. masuk ke dalam dan menginfeksi jaringan akar, sehingga akar membengkak dan tidak dapat berfungsi dengan baik. Bagian akar yang bengkak menjadi sarang dan tempat hidup nematode (Prasasti, 2012). Kondisi seperti menyebabkan tanaman mengalami perubahan biokimia tanaman, pada kandungan klorofil, asam amino, dan asam organik (Saikia *et al.*, 2013)

Pengendalian nematoda sampai dengan saat ini menggunakan pestisida yang bersifat toksik, sulit terdegradasi, dan memiliki dampak negatif yang cukup tinggi terhadap lingkungan (Isenring, 2010). Upaya pengendalian secara biologi saat ini sudah

banyak di kembangkan, salah satunya adalah penggunaan mikroorganisme. Penggunaan mikroorganisme sebagai agen pengendali hayati nematoda puru akar pada tanaman seledri dipilih karena kemampuannya memproduksi metabolit seperti antibiotik, enzim, dan dapat mengkolonisasi pada rhizosfer tanaman (Kerry, 2000) dan salah satunya yaitu bakteri endofit.

Munif dan Harni (2011), menyatakan bahwa penggunaan bakteri endofit pada tanaman lada terbukti mampu dan efektif menekan jumlah puru akar dan populasi juvenil nematode *M. incognita* di dalam tanah sebesar 90%, Tuminem (2016), juga melaporkan bahwa bakteri endofit dan rizosfer ubi jalar asal Papua berpotensi menghambat penetasan telur dan reproduksi *Meloidogyne* spp., mengurangi jumlah puru, serta menginduksi ketahanan sistemik tanaman.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi bakteri endofit asal lahan basah Kalimantan selatan sebagai agensia hayati nematode puru akar *Meloidogyne* sp. pada tanaman seledri *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat. Penelitian ini dilaksanakan dua tahap yaitu : eksplorasi bakteri endofit di lahan basah Kalimantan Selatan pada Bulan November 2021 dan *uji vitro* dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur pada Bulan Desember 2021-Februari 2022.

Alat dan Bahan. Alat-alat yang digunakan adalah: cawan Petri, autoclave (*All American Model*), mikroskop stereo, mikroskop compound (*Olympus CX33*), mikropipet (*Fisherbrand*), gelas Beaker, Erlenmeyer, tabung reaksi, pengaduk kaca, jarum suntik, alat kait nematoda, pipet tetes, lampu Bunsen, jarum

ose, kaca preparat, cover glass, pisau, blender, saringan nematoda, corong Bearman, timbangan analitik (ACIS Model AD 6001), botol specimen nematoda, cetok, hand counter, hot plate (thermo scientific). Bahan-bahan yang digunakan adalah: isolat bakteri endofit dari lahan basah Kalimantan Selatan, hasil eksplorasi nematoda puru akar pada tanaman seledri, 20 g media Nutrient Agar (NA), 7 g agar, 1000 ml aquades, 10 g media Nutrient Broth (NB), 1000 ml aquades (1000 ml), 42,23 g media Kings B, 1000 ml aquades, Gram Stains-Kit, larutan H₂O₂ 5%, larutan NaOCl 2%, kapas, plastik, tissue, kertas label, alkohol 70%, spittitus, tanaman tembakau.

Rancangan Percobaan. Penelitian uji secara *in vitro* menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan isolat bakteri endofit yang telah diuji keamanan hayati melalui uji hipersensitif. Kontrol pada uji *in vitro* digunakan aquades steril. Uji ini dilakukan untuk mengetahui aktivitas antibiosis bakteri endofit terhadap mortalitas juvenile 2. Uji ini dilakukan dengan cara 1 ml suspensi nematoda yang berisi $\pm$ 50 ekor juvenile 2 nematoda dari hasil ekstraksi ke dalam 5 ml suspensi bakteri endofit yang berumur 48 jam yang telah dipanen menggunakan media NB. Pengacakan secara acak dilakukan pada setiap unit percobaan dengan 3 ulangan sehingga terdapat 30 unit percobaan. Perhitungan mortalitas nematoda dilakukan pada jam ke-6 dan ke-12 setelah perlakuan.

Pengambilan Sampel, dan Ekstraksi dan Isolasi Nematoda (*Meloidogyne* sp.). Eksplorasi nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) dilakukan dengan mengambil sampel akar dan tanah pada lahan pertanian seledri di Kecamatan Bumiaji Kota Batu. Pengambilan sampel tanah dilakukan pada daerah perakaran tanaman yang bergejala sekitar 300 gram tanah. Pengambilan sampel akar dilakukan secara

Purposive sampling pada tanaman yang memiliki gejala serangan nematode puru akar seperti tanaman yang layu dan daun berwarna kuning, tanaman kerdil dan terjadi pembentukan gall atau pembengkakan pada akar tanaman (Winarto *et al.*, 2019). Ekstraksi nematode puru akar pada sampel akar dan tanah dilakukan dengan metode ekstraksi-isolasi Corong Baerman Modifikasi dengan mengambil nematode juvenile 2. Kemudian hasil ekstraksi nematode disaring menggunakan saringan nematode 100 mesh dan 250 mesh. Identifikasi nematoda dilakukan menggunakan mikroskop stereo dan mikroskop *compound* (Olympus CX33) dengan metode identifikasi morfologi nematoda pada buku Rahayuningtyas (2017)

Perbanyakan Isolat Bakteri Endofit. Bakteri endofit dieksplorasi dan diisolasi dari akar tanaman Lakum air (*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H.Raven) pada lahan basah pertanian padi di daerah Marabahan Barito Kuala Kalimantan Selatan. Pengambilan sampel tanaman dilakukan secara random sampling dengan kondisi tanaman sehat. Perbanyakan bakteri endofit dilakukan pada media NA, NB, dan King' B.

Karakteristik Fisiologi dan Biokimia Bakteri Endofit. Uji karakter fisiologi dan biokimia bakteri endofit dilakukan untuk menentukan potensi bakteri endofit sebagai agensia hayati nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.). uji dimulai dengan uji karakteristik morfologi bakteri, uji suhu ruang, uji katalase, uji pewarnaan Gram, uji fluorescent.

Uji Hipersensitif. Uji dilakukan pada seluruh isolat bakteri yang digunakan untuk penelitian dengan cara menyuntikkan suspensi bakteri ke daun tanaman tembakau hingga membasahi ruang dalam sel. Pengamatan dilakukan setelah 24-48 jam dengan melihat gejala nekrotik pada

tanaman tembakau. Pengujian mengikuti metode yang dilakukan oleh (Wahyudi *et al.*, 2011).

Uji Bakteri Endofit terhadap Mortalitas Nematoda (*Meloidogyne* sp.) secara *in vitro*.

Uji *in vitro* bakteri endofit terhadap nematoda puru akar (*Meloidogyne* sp.) dilakukan dengan memperbanyak isolat bakteri menggunakan media *Nutrient broth* (NB). Sebanyak 5 mL suspensi bakteri endofit dengan kerapatan 10^7 cfu/ml ditambahkan ke dalam media uji nematoda *Meloidogyne* sp. sedangkan perlakuan kontrol dilakukan penambahan 5 mL aquades steril. Pengamatan dilakukan dengan menghitung mortalitas J2 *Meloidogyne* sp. pada 6 dan 12 jam setelah perlakuan menggunakan mikroskop stereoskop. Uji ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap dan diulang sebanyak 3 kali.

Analisis Data. Data yang didapatkan dari masing-masing uji dianalisis ragamnya pada taraf kepercayaan 95%. Hasil berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Duncan pada taraf 5% menggunakan Excell 2010.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Tempat Pengambilan Sampel Nematoda *Meloidogyne* sp dan Gejala Pada Tanaman Seledri. Dusun Santrean, Desa

Sumberejo Kec. Batu merupakan penghasil komoditas seledri dengan kualitas unggul (Gambar 1).



Gambar 1. Komoditas seledri di Dusun Santrean, Desa Sumberejo Kec. Batu

Keunggulan bibit dari Sumberejo ini dibandingkan dengan daerah lainnya pada ketahanan bibit saat ditanam. Varietas yang banyak dibudidayakan adalah varietas lokal. Suhu lokasi pengambilan sampel nematoda puru akar ini rata-rata 23-26°C.

Tanaman seledri yang terserang oleh nematoda memiliki gejala jika dilihat dari atas terdapat gejala seperti tanaman layu, kerdil dan daun menguning seperti kekurangan unsur hara (Gambar 2a dan 2b) sedangkan gejala yang terdapat dari bawah yaitu munculnya puru pada akar tanaman (Gambar 2c).



Gambar 2. (a) Gejala serangan nematoda pada tanaman seledri; (b) daun tanaman seledri yang menguning akibat serangan nematoda puru akar; (c) gejala puru akar ada di akar tanaman seledri

Puru akar menyebabkan kerusakan pada akar karena nematoda menghisap jaringan sel-sel akar, sehingga pembuluh jaringan terganggu, akibatnya translokasi air dan hara terhambat. Serangan nematoda juga dapat mempengaruhi proses fotosintesa dan transpirasi tanaman (Raihana *et al.*, 2018). Menurut Kurniawati *et al.*, (2020), puru akar pada tanaman yang terserang nematode *Meloidogyne* sp. dapat menghasilkan sekresi protease sehingga mengubah protein di dalam jaringan akar menjadi asam amino. Triptofan adalah salah satu asam amino yang dihasilkan dan diduga dapat bertindak sebagai perangsang terjadinya hormone IAA.

Nematoda *Meloidogyne* sp. pada Sampel Akar dan Tanah. Nematoda *Meloidogyne* sp. yang diperoleh dari sampel akar dan tanah pada

Gambar 3. Nematoda betina dewasa *Meloidogyne* sp. meletakkan telurnya di dalam kantung telur gelatinus. Kantung telur yang baru terbentuk biasanya tidak berwarna dan menjadi cokelat setelah tua (Syahrok, 2021). Bentuk telur nematode ini oval memanjang (Gambar 3e) selanjutnya Juvenile II (J2) *Meloidogyne* sp. merupakan stadia paling efektif untuk melakukan penetrasi dalam akar ke dalam perakaran. Larva (J2) menerobos masuk ke daerah akar yang sedang memanjang, merusak sel-sel dengan mematukkan stiletnya berulang-ulang. Setelah masuk ke dalam akar, larva (J2) bergerak di antara sel-sel sampai di daerah pertumbuhan akar samping. Di tempat tersebut larva (J2) menetap dan menyebabkan pertumbuhan sel-sel yang akan menjadi makanannya (Nugrohorini, 2011).



Gambar 3. Morfologi Juvenil nematode *Meloidogyne* sp. (a) bagian seluruh tubuh *Meloidogyne* sp (Perbesaran 40 x 10), (b) bagian tubuh posteriror (Perbesaran 100 x10), (c) bagian tubuh anterior (Perbesaran 40 x10), (d) bentuk nematode betina (Perbesaran 40 x 10), (e) bentuk telur nematode (Perbanyakkan 40 x10).

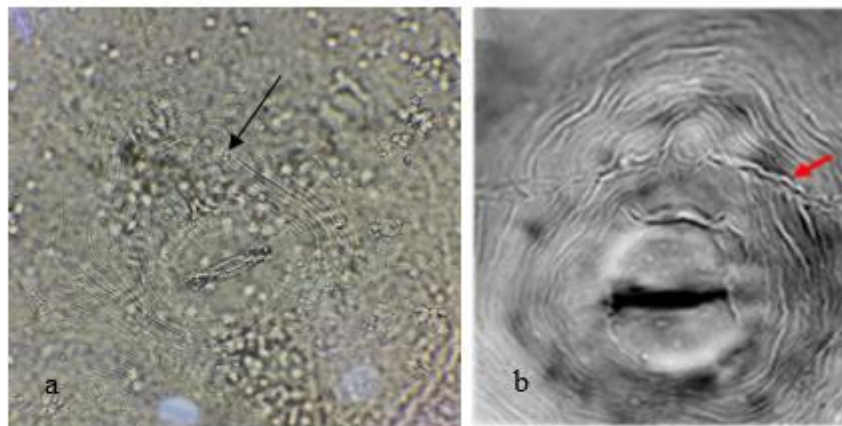
Juvenil II memiliki bentuk tubuh yang relatif lurus, tipe bibir tidak set-off atau tidak memiliki lengkungan bibir, anulasi halus, dan ujung ekor terlihat bergerigi (Gambar 2a, 2b, 2c). Nematoda terus berkembang dari fase juvenile II menjadi fase juvenill III dan mengganti kulit lagi menjadi fase Juvenill IV dan pada fase ini nematoda memasuki fase dewasa menjadi nematode jantan atau betina. Nematoda betina berbentuk seperti buah pir dengan leher pendek dan bagian posterior membulat, serta menetap di dalam jaringan tanaman (Gambar 2d).

Karakter yang paling sering digunakan untuk identifikasi morfologi spesies *Meloidogyne* sp. betina adalah menggunakan pola perineal. Pola perineal tersebut terletak di bagian posterior nematoda betina dewasa. Sementara itu, pola parineal *Meloidogyne* sp. betina dewasa hasil penelitian mendekati pola parineal *M. javanica* yang mempunyai ciri khas berupa garis lateral yang terputus dan seperti

memisahkan bagian lengkung dorsal dan ventral. Striasi kasar, halus sampai sedikit bergelombang (Gambar 4a) dan identifikasi menurut Eisenback *et al.*, (1981) (Gambar 4b).

Bakteri Endofit Asal Lahan Basah Kalimantan Selatan. Bakteri endofit diisolasi diambil dari batang dan akar tanaman lakum air (*Ludwigia octovalvis* (Jacq.) P.H.Raven) yang hidup lahan basah tanaman padi. Bakteri endofit yang diperoleh dari hasil isolasi ialah 16 bakteri isolate. Bakteri endofit diisolasi menggunakan media NA.

Identifikasi Bakteri Endofit Asal Lahan Basah Kalimantan Selatan. Identifikasi makroskopis dilakukan dengan uji karakteristik morfologi koloni bakteri yaitu mengamati warna, bentuk, elevasi, tepian koloni bakteri. Hal ini bertujuan untuk mempermudah kegiatan pemurnian bakteri. Hasil identifikasi (Tabel 1).



Gambar 4. Pola parineal *Meloidogyne* sp. betina dewasa. Hasil identifikasi berdasarkan morfologi pola perineal (a) *M. javanica*, identifikasi pola perineal berdasarkan kunci bergambar (Eisenback *et al.*, 1981) (b)

Identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan uji biokimia seperti, uji pewarnaan Gram, uji katalase, uji flouescens dan uji suhu ruang.

Uji pewarnaan Gram, dilakukan dengan meletakkan isolat bakteri menggunakan jarum ose pada gelas preparat, kemudian diberi

larutan kristal violet, yodium, alkohol, dan safranin secara bergantian. Bakteri Gram-positif berwarna biru keungguhan, dan bakteri Gram-negatif berwarna merah. Dari 16 isolat bakteri endofit, 9 isolat bersifat Gram-positif dan 7 isolat bersifat Gram-negatif. Hasil uji pewarnaan Gram dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Hasil identifikasi morfologi koloni

Kode Isolat	Warna Koloni	Bentuk	Elevasi	Tepian	Keterangan
BLR 1.1	Putih Susu	Tidak Teratur	Timbul Rata	Bergerigi	Tidak Berlendir
BLR 1.2	Putih Susu	Bulat	Timbul Rata	Utuh	Berlendir
BLR 1.3	Putih Susu	Tidak Teratur	Rata	Bergerigi	Tidak Berlendir
BLR 2.1	Putih Susu	Tidak Teratur	Rata	Bergerigi	Tidak Berlendir
BLR 2.2	Putih Susu	Tidak Teratur	Rata	Bergerigi	Tidak Berlendir
BLR 2.3	Putih Susu	Tidak Teratur	Rata	Bergerigi	Tidak Berlendir
BLR 3.1	Putih Susu	Bulat	Timbul Rata	Berombak	Berlendir
BLR 3.2	Merah Muda	Bulat	Timbul Rata	Utuh	Tidak Berlendir
AKL 1.1	Kekuningan	Bulat	Timbul Rata	Utuh	Tidak Berlendir
AKL 1.2	Putih Susu	Tidak Teratur	Serupa Kawah	Berombak	Berlendir
AKL 1.3	Putih Susu	Bulat	Rata	Berombak	Berlendir
AKL 2.1	Putih Susu	Tidak Teratur	Rata	Bergerigi	Berlendir
AKL 2.2	Putih Susu	Bulat	Timbul Rata	Utuh	Tidak Berlendir
AKL 2.3	Putih Susu	Bulat	Timbul Rata	Utuh	Tidak Berlendir
AKL 3.1	Putih Susu	Bulat	Rata	Berombak	Tidak Berlendir
AKL 3.2	Putih Susu	Bulat	Timbul Rata	Utuh	Tidak Berlendir

Tabel 2. Hasil uji biokimia

Kode Isolat	Uji Pewarnaan Gram	Uji Katalase	Uji Flourescens	Uji Suhu Ruang		
				Rendah	Tinggi	Ruang
BLR 1.1	-	+	-	-	+	+
BLR 1.2	+	+	-	-	+	+
BLR 1.3	+	+	-	-	+	+
BLR 2.1	+	+	-	-	+	+
BLR 2.2	+	+	-	-	+	+
BLR 2.3	+	+	-	-	+	+
BLR 3.1	-	+	-	-	+	+
BLR 3.2	+	+	-	-	+	+
AKL 1.1	-	+	-	-	+	+
AKL 1.2	-	+	-	-	+	+
AKL 1.3	-	+	-	-	+	+
AKL 2.1	+	+	-	-	+	+
AKL 2.2	+	+	-	-	+	+
AKL 2.3	-	+	-	-	+	+
AKL 3.1	+	+	-	-	+	+
AKL 3.2	-	+	-	-	+	+

Bakteri Gram negatif memiliki lapisan dinding sel dengan kandungan lipid yang cukup tebal. Hal ini yang menyebabkan ketika telah diberi larutan kristal violet dinding sel dapat menyerap. Namun ketika di beri alkohol, larutan kristal violet tersebut akan luntur karena lapisan sel dengan kandungan lipid yang cukup sehingga dinding sel hanya menyerap larutan pewarna safranin yang mengakibatkan warna bakteri menjadi merah. Sedangkan bakteri Gram positif dinding selnya tersusun atas lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga dapat menyerap larutan kristal violet meskipun di beri alkohol dan larutan pewarna safranin tidak akan luntur, oleh sebab itu warna bakteri Gram positif berwarna biru keunguan (Yuanita, *et al.*, 2019).

Uji Katalase dilakukan menggunakan larutan hidrogen peroksida 3 % (H_2O_2) pada koloni terpisah. Pada bakteri yang bersifat katalase positif terlihat adanya pembentukan gelembung gas di sekitar koloni dan jika gas tidak terbentuk katalase berarti katalase negatif. Hasil identifikasi dari 16 isolat yang didapat bahwa setiap bakteri menghasilkan enzim katalase (Tabel 2). Enzim katalase akan mengkatalisis dalam penguraian hidrogen peroksida (H_2O_2) yang berbahaya menjadi air dan oksigen sehingga tidak menyebabkan bahaya bagi organisme (Panjaitan *et al.*, 2020)

Uji Flourescens. Uji flourescens dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat bakteri pada media King B. Setelah isolat tumbuh 4-5 hari kemudian disinari dibawah sinar UV untuk melihat kemampuan bakteri dalam menghasilkan pigmen warna kuning sampai hijau bahkan kadang-kadang biru. Pigmen warna kuning kehijauan merupakan salah satu kriteria yang dipakai oleh para ahli untuk memilih bakteri yang bermanfaat, khususnya bakteri *Pseudomonas* yang mampu menghambat pertumbuhan dan aktivitas patogen (Susanna, 2000). Hasil uji flourescens

menunjukkan bahwa bakteri tidak menghasilkan pigmen dan dapat diartikan bukan termasuk spesies bakteri *Pseudomonas* (Tabel 2).

Uji Suhu Ruang dilakukan pada seluruh isolat bakteri yang tidak mengeluarkan pendar pada uji flourescens. Cara-cara melakukan uji suhu yaitu menyiapkan media NB dan biakan murni bakteri umur 24 jam. Bakteri tersebut diinokulasikan 1 loop ose kedalam media NB dengan dilakukan secara aseptik dalam LAF. Perlakuan biakan tersebut pada suhu kamar/ruang, suhu rendah (di dalam lemari es), dan suhu tinggi (di dalam oven), lalu diukur dengan thermometer dan mencatat suhu masing-masing tempat perlakuan. Setelah itu mengamati pertumbuhan bakteri pada masa inkubasi sudah 24 jam. Indikator pengamatan yaitu keruh tidaknya media. Apabila mengalami kekeruhan diberi tanda (+) dan jika tidak diberi tanda (-). Hasil uji suhu ruang didapatkan bahwa isolat bakteri dapat tumbuh di suhu tinggi dan suhu sedang sedangkan pada kondisi suhu rendah bakteri tidak bisa tumbuh (Tabel 2).

Uji Hipersensitif. Sebanyak 16 isolat bakteri endofit yang telah dimurnikan selanjutnya dilakukan pengujian hipersensitif pada tanaman tembakau. Hasil pengujian hipersensitif menunjukkan 9 isolat diantaranya tidak menunjukkan gejala nekrosis. Menurut Zhu *et al.*, (2000), reaksi gejala nekrosis ini adalah sebuah respon oleh tanaman terhadap munculnya serangan patogen di dalam jaringan tanaman yang merupakan usaha untuk menghambat pertumbuhan patogen. Reaksi hipersensitif dipengaruhi oleh gen *hrp* yang umum terdapat pada bakteri gram negatif patogen tanaman, seperti kelompok *Xanthomonas* sp. Isolat bakteri yang tidak menunjukkan gejala nekrosis pada daun

tembakau (reaksi negatif) digunakan untuk pengujian selanjutnya.

Uji Bakteri Endofit terhadap Mortalitas Nematoda *Meloidogyne* sp secara *In Vitro*.
Pengaruh uji bakteri endofit terhadap mortalitas *Meloidogyne* sp menunjukkan bahwa kematian

juvenile nematode terlihat pada 6 jam setelah perlakuan dan mulai meningkat pada 12 jam setelah perlakuan (Tabel 4). Isolat bakteri yang digunakan adalah isolat bakteri yang telah diidentifikasi dan telah diuji hipersensitifnya.

Tabel 4. Hasil uji bakteri endofit terhadap mortalitas nematoda *Meloidogyne* sp. secara *in vitro*

No	Kode Isolat	Mortalitas	
		6 Jam	12 Jam
1	Kontrol	1.00 a	6.67 a
2	BLR 1.2	18.67 de	42.00 cde
3	BLR 1.3	18.00 de	45.33 de
4	BLR 2.1	18.00 de	45.33 de
5	BLR 2.2	16.67 cde	50.67 e
6	BLR 2.3	11.33 b	36.00 bc
7	BLR 3.2	14.67 bcde	49.33 de
8	AKL 2.1	14.00 bcd	40.67 cd
9	AKL 2.2	12.00 bc	31.33 b
10	AKL 3.1	19.33 e	43.33 cde

Keterangan : angka yang didampingi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT pada tingkat kepercayaan 95%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan isolat bakteri memberikan pengaruh terhadap tingkat mortalitas nematoda dibandingkan dengan kontrol. Hal ini terlihat dari mortalitas nematoda yang semakin meningkat setelah perlakuan bakteri endofit pada pengamatan 6 jam hingga 12 jam. Terjadinya mortalitas tertinggi pada 6 jam setelah perlakuan dengan kode isolat AKL 3.1, BLR 1.2, BLR 1.3 dan BLR 2.1 dengan jumlah 19.33 % , 18.67%, 18.00% dan 18.00% sedangkan pada 12 jam setelah perlakuan didapatkan mortalitas tertinggi pada isolate BLR 2.2, BLR 1.3 ,BLR 3.2, BLR 2.1 dengan jumlah 50.67%, 45.33%, 49.33% dan 45.33%. Perlakuan BLR 1.3 dan BLR 2.1 tidak berbeda nyata antar perlakuan tetapi perlakuan BLR 1.3 dan BLR 2.1 berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol.

Berbagai mikroba endofit dapat melindungi tanaman dari serangan nematoda parasite melalui berbagai cara. Juvenile nematoda yang mengalami mortalitas diduga karena adanya senyawa toxic yang bersifat nematisida terhadap juvenile nematoda. Menurut Berg dan Hallmann (2006) senyawa yang dihasilkan oleh bakteri endofit salah satunya adalah enzim penghidrolisa seperti kitinase, protease, selulosa, lipase dan pektinase. Bakteri endofit asal lahan basah dapat menghasilkan asam laktat. Menurut Nuruwe *et al.*, (2020), bakteri yang memiliki kandungan asam laktat memiliki kemampuan merobak bahan organik, hasil dari perombakan tersebut dapat digunakan sebagai sumber unsur hara bagi tanaman dan mampu mensterilkan tanah dari mikroorganisme penyebab penyakit seperti jamur *Fusarium* sp. dan nematoda. Hartini (2004) menyatakan bahwa perlakuan kultur fitrat bakteri endofit yang diisolasi dari tanaman tomat mampu meningkatkan jumlah juvenil *Meloidogyne* sp. yang mengalami inaktif atau mortalitas hingga 100%. Selain itu Kurniawati

et al., (2020) melaporkan bahwa Isolat dengan kode EB13, EB28, EB45, EB48 dan EB49 merupakan isolat dengan jumlah mortalitas nematoda terbanyak dengan persentase berturut-turut hingga mencapai 53.74% pada 12 jam setelah perlakuan.

KESIMPULAN

Berdasar penelitian disimpulkan :

1. Nematoda yang terdapat pada Dusun Santrean, Desa Sumberejo Kec. Batu termasuk spesies *M. javanica*.
2. Hasil eksplorasi dari tanaman lakum air (*L. octovalvis* (Jacq.) P.H.Raven) pada lahan basah Kalimantan Selatan diperoleh 16 isolat bakteri endofit.
3. Sebanyak 9 isolat bakteri endofit asal lahan basah Kalimantan Selatan dapat digunakan sebagai agensia pengendali hayati nematoda *Meloidogyne* sp. yaitu isolate BLR 1.1,BLR 1.2,BLR 1.3,BLR 2.1,BLR 2.2,BLR 2.3,BLR 3.1,BLR 3.2,AKL 1.1,AKL 1.2,AKL 1.3,AKL 2.1,AKL 2.2,AKL 2.3,AKL 3.1, AKL 3.2 berhasil di isolasi dari tanaman lakum air (*L. octovalvis* (Jacq.) P.H.Raven) dengan persentase mortalitas yaitu 50.67%, 45.33%, 49.33% dan 45.33% pada 12 jam setelah perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrios, G. (2005). Diseases Caused by Myxomycota *Collectotrichum* disease. In: Plant pathology'. Elsevier Academic Press, pp. 409-418.
- Aris Tri Wahyudi, R.I.A. and G. (2011). Screening of *Pseudomonas* sp. Isolated from Rhizosphere of Soybean Plant as Plant Growth Promoter and Biocontrol Agent. *American*

- Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 6, pp. 134–141. doi:https://doi.org/10.3844/ajabssp.2011.134.141.
- Aung, L.W. and Chaw, D.K.E. (2019). Study on morphology, anatomy, preliminary phytochemical test, nutritional values and antimicrobial activities of leaves of *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) Raven. *Dagon University Commemoration of 25th Anniversary Silver Jubilee Research Journal*, 9(2), pp. 321–327.
- Butarbutar, E. (2017). Identifikasi Nematoda Parasit pada Beberapa Spesies Gulma yang Berpotensi Sebagai Inang Alternatif. *Jurnal Proteksi Tanaman*, 1(1), pp. 40–41.
- Daramola, F.Y. *et al.* (2014). Characterization of Root-knot Nematodes (*Meloidogyne* spp.) Associated with *Abelmoschus esculentus*, *Celosia argentea* and *Corchorus olitorius*. *Asian Journal of Biological Sciences*, 8(1), pp. 42–50. doi:10.3923/ajbs.2015.42.50.
- Eisenback JD, Hirschman H, Sasser JN, T.A. (1981). Guide to The Four Most common Species of Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species) With a Pictorial Key. Washington DC (US): Cooperative Publication Department of Plant Pathology and U.S. Agency International Development.
- Isenring, R. (2010). Pesticide Action Network Europe, pesticides and the loss of biodiversity, how intensive pesticide use affects wildlife populations and species diversity. *Pesticide Action Network Europe, London*, pp. 1–28.
- Kerry, B.R. (2000). Rhizosphere Interactions and the Exploitation of Microbial Agents for the Biological Control of Plant-Parasitic Nematodes. *Annual Review of Phytopathology*, 38, pp. 423–441. doi:https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.38.1.423.
- Kurniawati, F., Nursipa, N.T. dan Munif, A. (2020). Nematoda Parasit pada Seledri (*Apium Graveolens* L.) dan Pengendaliannya Menggunakan Bakteri Endofit Secara In Vitro. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(1), pp. 70–81. doi:10.21107/agrovigor.v13i1.6304.
- Mulyadi (2009). Nematologi Pertanian. UGM. Yogyakarta: Gadjah Mada University : Perss.
- Prasasti, W.D. (2012). Strategi Pengendalian Penyakit Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* sp.) pada Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.), Yogyakarta: UGM Press.
- Rahayunintyas, S. (2017). Dasar-Dasar Nematologi Tumbuhan. *Unggul Pangestu Nirmana*. Jawa Timur
- Raihana, Fitriyanti, D. and Zairin (2018). Aplikasi perkembangan stadia hidup nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.) mulai dari fase telur sampai dewasa pada pertanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L.) di Kota Banjarbaru. *JTAM Agroekotek View*, 1(2), pp. 25–35.
- Raya, J. (2011). Keefektifan Bakteri Endofit Untuk Mengendalikan Nematoda Parasit *Meloidogyne incognita* Pada Tanaman Lada. *Journal of Industrial and Beverage Crops*, 2(3), pp. 377–382.
- Saikia, S.K., Tiwari, S. dan Pandey, R. (2013). Rhizospheric biological weapons for growth enhancement and *Meloidogyne incognita* management in *Withania somnifera* cv. Poshita. *Biological Control*, 65(2), pp. 225–234. doi:10.1016/j.biocontrol.2013.01.014.
- Statistika, B.P. (2021) Produksi Tanaman

- Sayuran 2021. <https://www.bps.go.id/indicator/55/61/1/produksi-tanaman-sayuran.html>.
- Susari, N.Y.W. (2016). Fertilisasi pada Hewan. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), pp. 1689–1699. <https://repositori.unud.ac.id/protected/storage/upload/repositori/64eb88cc1318d99a73ed2c195b555917.pdf>.
- Syahrok, F.S. (2021). POTENSI *Trichoderma* sp. DAN *Streptomyces* sp. SEBAGAI AGENSIA HAYATI NEMATODA PURU AKAR PADA TANAMAN TOMAT CERI (*Lycopersicon esculentum* var. *Carasiforme*). [Skripsi]. Jawa Timur (ID) : UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Tuminem. (2016) . Nematoda puru akar pada ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) dan potensi bakteri probiotik tanaman sebagai agens biokontrol: studi kasus di Papua Barat [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Wibowo (2013). Herbal Ajaib Tumpas Macam – Macam Penyakit. Yogyakarta.
- Winarto, Trizelia and Yenny Liswarni (2019). Eksplorasi jamur antagonis terhadap Nematoda bengkok akar (*Meloidogyne* spp.) dari rizosfer tanaman tomat Antagonistic fungi exploration against root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 5(2), pp. 194–198. doi:10.13057/psnmmbi/m050208.