

SKRIPSI

**APLIKASI FORMULASI *Arthrobotrys* sp. BASIS BATU BARA
UNTUK MENGENDALIKAN *Meloidogyne* sp. PADA
TANAMAN SELEDRI (*Apium graveolens* L.) VARIETAS B-40**

***APPLICATION FORMULA OF COAL BASED *Arthrobotrys* sp. TO
CONTROL *Meloidogyne* sp. ON CELEDRI (*Apium graveolens* L.)
VARIETY B-40***



**REGINA APRIANI
05081182025005**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PEYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SUMMARY

REGINA APRIANI, Application of Formula of *Arthrobotrys* sp. Coal Base to Control *Meloidogyne* sp. in Celery (*Apium graveolens* L.) Variety B-40 (supervised by **MULAWARMAN**).

Celery is a widely consumed vegetable in Indonesia, the decline in celery production can be caused by nematodes. The species *Meloidogyne* sp. is one type of nematode from the order Rhabditida, family Meloidogynidae which has a wide host range. The purpose of this study was to determine the inhibition of *Arthrobotrys* sp. in the growth of parasitic nematodes *Meloidogyne* sp. in celery plants and determine the effectiveness of *Arthrobotrys* sp. in controlling root-knot disease in celery plants. The research was conducted at the Nematology Laboratory and Green House, Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Sriwijaya University. The treatments in this study were 6 treatments with 1 control, nematode control, *Arthrobotrys* sp. granule and 2 treatments of nematophagous fungal isolates and nematicides. The study used a completely randomized design (CRD). The observed variables were disease intensity, disease severity, gall, gall score, egg mass, and celery growth response. The results showed that disease intensity and disease severity could decrease with *Arthrobotrys* sp. granule treatment. Analysis of variance showed *Arthrobotrys* sp. granule. value 0.76, control (P6) 0.71 and nematode control (P1) 1.73. The P1 and P6 treatments were not significantly different, while the P1 treatment was significantly different from the other treatments. It can be concluded that *Arthrobotrys* sp. granules can control *Meloidogyne* sp. nematodes.

Keywords: Nematophagus, Celery, Antagonistic Fungi

RINGKASAN

REGINA APRIANI, Aplikasi Formulasi *Arthrobotrys* sp. Basis Batu Bara untuk Mengendalikan *Meloidogyne* sp. pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Varietas B-40 (dibimbing oleh **MULAWARMAN**).

Seledri merupakan sayuran yang banyak dikonsumsi di Indonesia, penurunan produksi seledri dapat disebabkan oleh nematoda. Spesies *Meloidogyne* sp. merupakan salah satu jenis nematoda dari Ordo Rhabditida, famili Meloidogynidae yang memiliki kisaran inang luas. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui daya hambat *Arthrobotrys* sp. dalam pertumbuhan nematoda parasit *Meloidogyne* sp. pada tanaman seledri. dan mengetahui efektivitas *Arthrobotrys* sp. dalam mengendalikan penyakit puru akar di tanaman seledri. Penelitian telah dilaksanakan di Laboratorium Nematologi dan Rumah Bayang, Program Studi Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Perlakuan pada penelitian ini adalah 6 perlakuan dengan 1 kontrol, kontrol nematoda, granul *Arthrobotrys* sp. dan 2 perlakuan isolat jamur nematofagus dan nematisida. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Peubah yang diamati intensitas penyakit, keparahan penyakit, *gall*, skor *gall*, *egg mass*, dan respon pertumbuhan seledri. Hasil menunjukkan intensitas penyakit dan keparahan penyakit dapat menurun dengan perlakuan *Arthrobotrys* sp. granul. Analisis sidik ragam menunjukkan *Arthrobotrys* sp. granul. nilai 0,76, kontrol (P6) 0,71 dan kontrol nematoda (P1) 1,73. Perlakuan P1 dan P6 tidak berbeda nyata, sedangkan perlakuan P1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Hal ini dapat disimpulkan bahwa *Arthrobotrys* sp. granul dapat mengendalikan nematoda *Meloidogyne* sp.

Kata kunci: Nematofagus, Seledri, Jamur Antagonis

SKRIPSI

**APLIKASI FORMULASI *Arthrobotrys* sp. BASIS BATU BARA
UNTUK MENGENDALIKAN *Meloidogyne* sp. PADA
TANAMAN SELEDRI (*Apium graveolens* L.) VARIETAS B-40**

***APPLICATION FORMULA OF COAL BASED *Arthrobotrys* sp. TO
CONTROL *Meloidogyne* sp. ON CELEDRI (*Apium graveolens* L.)
VARIETY B-40***



**REGINA APRIANI
05081182025005**

**PROGRAM STUDI PROTEKSI TANAMAN
JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**APLIKASI FORMULASI *Arthrobotrys* sp. BASIS BATU BARA
UNTUK MENGENDALIKAN *Meloidogyne* sp. PADA
TANAMAN SELEDRI (*Apium graveolens*) VARIETAS B-40**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Pertanian
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya

Oleh

Regina Apriani
05081182025005

Indralaya, November 2023
Pembimbing


Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc.
NIP. 196709031993021001

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Sriwijaya



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr.
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul “Aplikasi Formulasi *Arthrobotrys* sp. Basis Batu Bara untuk Mengendalikan *Meloidogyne* sp. pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens*) Varietas B-40” oleh Regina Apriani telah dipertahankan di hadapan komisi penguji skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 22 November 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan dari tim penguji.

Komisi Penguji

1. Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc.
NIP. 196709031993021001

Ketua Panitia

(.....)

2. Arsi, M. Si
NIPUS. 195810172015105201

Sekretaris Panitia

(.....)

3. Prof. Dr. Ir. Yulia Pujiastuti, M. S
NIP. 196205181987032002

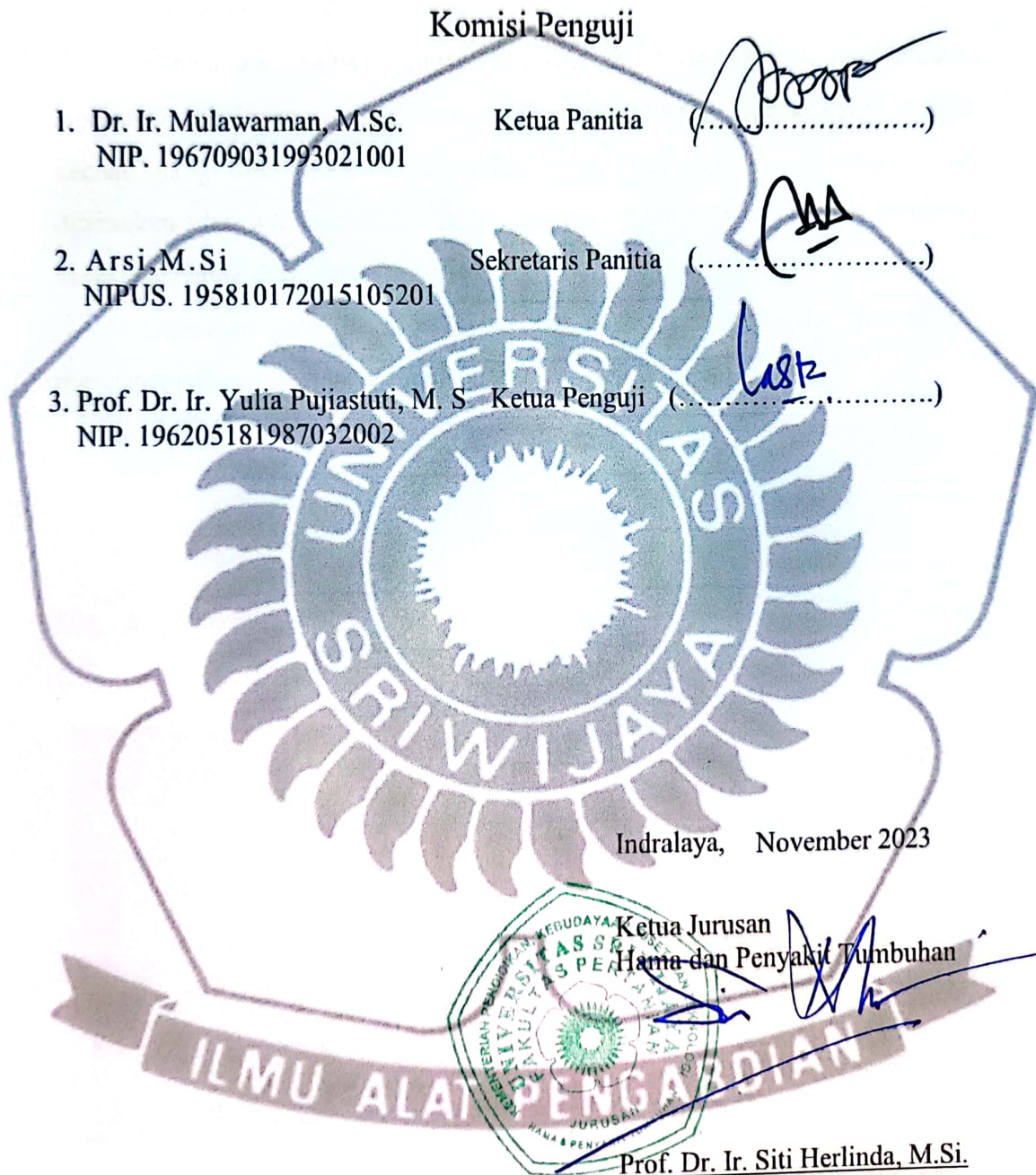
Ketua Penguji

(.....)

Indralaya, November 2023

Ketua Jurusan
Hama dan Penyakit Tumbuhan

Prof. Dr. Ir. Siti Herlinda, M.Si.
NIP. 196510201992032001



PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Regina Apriani

NIM : 05081182025005

Judul : Aplikasi Formulasi *Arthrobotrys* sp. Basis Batu Bara untuk Mengendalikan *Meloidogyne* sp. pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Varietas B-40.

Menyatakan bahwa semua data dan informasi yang dimuat didalam laporan skripsi ini merupakan hasil saya sendiri dibawah supervisi pembimbing, kecuali yang disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam laporan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, November 2023



Regina Apriani
05081182025005

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Desa Pedamaran VI Kecamatan Pedamaran Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan pada tanggal 04 April 2002. Penulis bernama Regina Apriani yang merupakan anak bungsu dari lima bersaudara. Nama orang tua penulis ialah Bapak Yanson (Almarhum) dan Ibu Irau Wati. Pendidikan yang ditempuh SDN 1 Pedamaran pada tahun 2008-2014, lalu di SMPN 1 Pedamaran pada tahun 2014-2017 dan di SMAN 1 Pedamaran pada tahun 2017-2020. Saat ini penulis sedang menempuh pendidikan di Universitas Sriwijaya di Program Studi Proteksi Tanaman melalui jalur SNMPTN 2020. Penulis beralamat di Desa Pedamaran VI Dusun III RT 6 RW 3 Kecamatan Pedamaran Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam berbagai kegiatan ilmiah dan tertarik dalam bidang keilmiahan yaitu seperti karya tulis ilmiah dan pernah menjadi pemakalah di seminar Lahan Sub Optimal Tahun 2022 dan Tahun 2023. Penulis pernah aktif di Badan Pengurus Harian HIMAPRO sebagai anggota Departemen Kesekretariatan pada tahun 2021-2022. Penulis juga memiliki kemampuan didalam bidang hama maupun penyakit tanaman, penulis juga pernah menjadi Asisten praktikum Dasar-Dasar Perlindungan Tanaman 2022, Asisten Praktikum Ilmu Penyakit Tanaman 2023, Asisten Praktikum Identifikasi Penyakit Tanaman 2023 dan Asisten Praktikum Hama dan Penyakit Tanaman Tahunan 2023.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Yang Maha Esa, atas Rahmat dan Karunia- Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana yang berjudul "Aplikasi Formulasi *Arthrobotrys* sp. Basis Batu Bara untuk Mengendalikan *Meloidogyne* sp. pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Varietas B-40."

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Bapak Dr. Ir. Mulawarman, M.Sc, selaku pembimbing dalam melaksanakan skripsi penulis, atas kesabaran dan arahan serta motivasi yang diberikan kepada penulis dalam menyusun laporan skripsi ini. Ucapan yang sama juga penulis sampaikan kepada keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan penulis, serta seluruh staff dosen pengajar Fakultas Pertanian khususnya Dosen Proteksi Tanaman penulis ucapkan terima kasih atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis hingga penulis menyelesaikan laporan skripsi, teman-teman Nemaland (Erliza, Riki, Akmal, dan Risal), teman-teman HPT 20 dan semua pihak yang telah membantu. Penulis mengucapkan terimakasih kepada saudara-saudari penulis yang selalu mendukung penulis (Fitriani, Awaludin, Supardi Winda, Etik, Yandra, Ratih, dan Opin). Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Tezar Ramanda Putra yang sudah membantu penulis selama masa kuliah dan menyelesaikan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Band Rock Queen dan The Beatles dengan lagunya yang telah menemani penulis dalam menyusun laporan hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Akhirnya penulis berharap semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Aamiin

Indralaya, November 2023

Regina Apriani

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Hipotesis	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Penyakit Puru Akar Seledri.....	4
2.2 Taksonomi dan Morfologi <i>Meloidogyne</i> sp.....	5
2.3. Ekologi dan Siklus Hidup <i>Meloidogyne</i> sp.	6
2.4. Patogenisitas <i>Meloidogyne</i> Sp.....	7
2.5. Tanaman Inang <i>Meloidogyne</i> sp.	7
2.5.1 Tanaman Seledri	8
2.5.2 Taksonomi Seledri	8
2.5.3 Bioekologi Seledri.....	9
2.6. Agen Hayati Jamur Antagonis.....	10
2.6.1. Jamur <i>Arthrobotrys</i> sp.	10
2.6.2 Taksonomi Jamur <i>Arthrobotrys</i> sp.	11
2.6.3. Morfologi Jamur <i>Arthrobotrys</i> sp.....	12
BAB 3. PELAKSANAAN PENELITIAN.....	13
3.1 Tempat dan Waktu	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Metode Penelitian	13
3.4 Cara Kerja.....	14
3.4.1. Penyiapan Nematoda.....	14

3.4.2. Penyiapan Tanaman Seledri	15
3.4.2.1. Persiapan Media Tanam	15
3.4.2.2. Perawatan Tanaman Seledri.....	15
3.4.3. Penyiapan <i>Arthrobotrys</i> sp.	16
3.4.3.1. Pembedakan Isolat <i>Arthrobotrys</i> sp.	16
3.4.3.2. Persiapan Formulasi <i>Arthrobotrys</i> sp.	16
3.4.3.3. Pengaplikasian <i>Arthrobotrys</i> sp.....	17
3.5 Parameter Pengamatan	17
3.5.1. Persentase Serangan.....	17
3.5.2. Keparahan Penyakit	17
3.5.3. Perhitungan Gall Akar Seledri	18
3.5.4. Perhitungan Jumlah <i>Egg Mass</i>	18
3.4.5. Respon Pertumbuhan Tanaman Seledri	19
3.4.5.1. Tinggi Tanaman	19
3.4.5.2. Jumlah Daun	19
3.4.5.3. Jumlah Batang	19
3.4.5.4. Diameter Batang.....	19
3.4.5.5. Bobot Tanaman.....	20
3.5. Analisis Data.....	20
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1. Hasil.....	21
4.1.1. Gejala Penyakit Puru Akar pada Tanaman Seledri	21
4.1.2. Intensitas Penyakit Puru Akar pada Tanaman seledri.....	22
4.1.3. Keparahan Penyakit Puru Akar pada Tanaman seledri.....	22
4.1.4. Jumlah <i>Gall</i> pada Tanaman Seledri.....	23
4.1.5. Skor <i>Gall</i> pada tanaman seledri.....	23
4.1.6. Jumlah <i>Egg Mass</i> pada Tanaman Seledri	24
4.1.7. Kelayuan Tanaman Seledri.....	24
4.1.8. Berat Segar Batang Tanaman (BSBT) dan Berat Akar Akar Tanaman (BSAT)	25
4.1.9. Tinggi Tanaman dan Anakan Tanaman Seledri	26
4.1.10. Respon Pertumbuhan Tanaman Seledri.....	26
4.2. Pembahasan	29

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Kesimpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Perbedaan morfologi nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. betina dan nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. jantan.....	5
Gambar 2.2 Siklus hidup nematoda <i>Meloidogyne</i> sp.....	6
Gambar 2.3 Gejala serangan primer nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. pada tanaman seledri dan gejala serangan sekunder nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. pada tanaman seledri	7
Gambar 2.4 Morfologi tanaman seledri, daun tanaman seledri dan biji tanaman seledri	9
Gambar 2.5 Mekanisme jamur antagonis dalam mengendalikan patogen penyebab penyakit tanaman	10
Gambar 2.6 Jamur <i>Arthrobotrys</i> sp. dalam melilit nematoda parasit tanaman	11
Gambar 2.7 Media biakan jamur <i>Arthrobotrys</i> sp. konidia jamur <i>Arthrobotrys</i> sp. (B), interaksi jamur <i>Arthrobotrys</i> sp. dan nematoda <i>Meloidogyne</i> sp ...	12
Gambar 3.1 Penataan petak percobaan tanaman seledri di rumah bayang	14
Gambar 4.1 Gejala sekunder serangan nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. pada tanaman seledri, <i>gall</i> pada tanaman seledri yang diberi perlakuan	21
Gambar 4.2 Gejala sekunder serangan nematoda <i>Meloidogyne</i> sp. pada anakan tanaman seledri, gejala serangan pada daun, gejala serangan pada batang tanaman seledri, dan gejala seragan nematoda pada akar tanaman	21
Gambar 4.3 Pengamatan rerata pertumbuhan tanaman seledri selama 6 kali pengamatan.	28
Gambar 4.4 Pengamatan rerata pertumbuhan jumlah daun tanaman seledri selama 6 kali pengamatan.	29
Gambar 4.5 Pengamatan rerata pertumbuhan jumlah batang tanaman seledri selama 6 kali pengamatan.	29
Gambar 4.6 Pengamatan rerata pertumbuhan diameter batang tanaman seledri selama 6 kali pengamatan.	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Perlakuan yang digunakan dalam menurunkan populasi nematoda....	13
Tabel 3.2 Skor keparahan panyakir seledri	18
Tabel 4.1 Intensitas penyakit puru akar pada tanaman seledri.....	22
Tabel 4.2 Keparahan penyakit puru akar pada tanaman seledri.....	22
Tabel 4.3 Jumlah <i>gall</i> pada tanaman seledri	23
Tabel 4.4 Jumlah skor <i>gall</i> pada tanaman seledri	23
Tabel 4.5 Jumlah <i>egg mass</i> pada tanaman seledri.....	24
Tabel 4.6 Kelayuan pada tanaman seledri.....	25
Tabel 4.7 Berat segar batang tanaman (BSBT) dan berat segar akar tanaman (BSBT).	25
Tabel 4.8 Tinggi tanaman seledri dan jumlah anakan tanaman seledri.....	26
Tabel 4.9 Pertumbuhan tinggi tanaman seledri pada 6 kali pengamatan yang dilakukan selama 6 minggu pengamatan.....	26
Tabel 4.10 Pertumbuhan jumlah daun tanaman seledri pada 6 kali pengamatan yang dilakukan selama 6 minggu pengamatan.....	27
Tabel 4.11 Pertumbuhan jumlah batang tanaman seledri pada 6 kali pengamatan yang dilakukan selama 6 minggu pengamatan.....	27
Tabel 4.12 Pertumbuhan diameter batang tanaman seledri pada 6 kali pengamatan yang dilakukan selama 6 minggu pengamatan.....	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Pengamatan tinggi tanaman seledri minggu ke-0 (sebelum aplikasi) pada tiga kelompok ulangan.....	42
Lampiran 2. Pengamatan tinggi tanaman seledri minggu ke-1 pada tiga kelompok ulangan.....	42
Lampiran 3. Pengamatan tinggi tanaman seledri minggu ke-2 pada tiga kelompok ulangan.....	42
Lampiran 4. Pengamatan tinggi tanaman seledri minggu ke-3 pada tiga kelompok ulangan.....	43
Lampiran 5. Pengamatan tinggi tanaman seledri minggu ke-4 pada tiga kelompok ulangan.....	43
Lampiran 6. Pengamatan tinggi tanaman seledri minggu ke-4 pada tiga kelompok ulangan.....	43
Lampiran 7. Pengamatan jumlah daun tanaman seledri minggu ke-0 pada tiga kelompok ulangan.....	43
Lampiran 8. Pengamatan jumlah daun tanaman seledri minggu ke-1 pada tiga kelompok ulangan.....	44
Lampiran 9. Pengamatan jumlah daun tanaman seledri minggu ke-2 pada tiga kelompok ulangan.....	44
Lampiran 10. Pengamatan jumlah daun tanaman seledri minggu ke-3 pada tiga kelompok ulangan.....	44
Lampiran 11. Pengamatan jumlah daun tanaman seledri minggu ke-4 pada tiga kelompok ulangan.....	45
Lampiran 12. Pengamatan jumlah daun tanaman seledri minggu ke-5 pada tiga kelompok ulangan.....	45
Lampiran 13. Pengamatan jumlah batang tanaman seledri minggu ke-0 pada tiga kelompok ulangan.....	45
Lampiran 14. Pengamatan jumlah batang tanaman seledri minggu ke-1 pada tiga kelompok ulangan.....	46
Lampiran 15. Pengamatan jumlah batang tanaman seledri minggu ke-2 pada tiga kelompok ulangan.....	46
Lampiran 16. Pengamatan jumlah batang tanaman seledri minggu ke-3 pada tiga kelompok ulangan.....	46
Lampiran 17. Pengamatan jumlah batang tanaman seledri minggu ke-4 pada tiga kelompok ulangan.....	47

Lampiran 18. Pengamatan jumlah batang tanaman seledri minggu ke-5 pada tiga kelompok ulangan.....	47
Lampiran 19. Pengamatan diameter batang tanaman seledri minggu ke-0 pada tiga kelompok ulangan.....	47
Lampiran 20. Pengamatan diameter batang tanaman seledri minggu ke-1 pada tiga kelompok ulangan.....	47
Lampiran 21. Pengamatan diameter batang tanaman seledri minggu ke-2 pada tiga kelompok ulangan.....	48
Lampiran 22. Pengamatan diameter batang tanaman seledri minggu ke-3 pada tiga kelompok ulangan.....	48
Lampiran 23. Pengamatan diameter batang tanaman seledri minggu ke-4 pada tiga kelompok ulangan.....	48
Lampiran 24. Pengamatan diameter batang tanaman seledri minggu ke-5 pada tiga kelompok ulangan.....	49

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tanaman hortikultura sayur-sayuran yang saat ini menjadi tanaman yang banyak dikembangkan adalah tanaman seledri (*Apium graveolens* L.). Tanaman seledri dapat memenuhi kebutuhan dari nutrisi masyarakat Indonesia. Manfaat dari tanaman seledri sangat banyak dan sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Tanaman seledri banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional untuk memperlancar pencernaan, dapat menyembuhkan demam dan juga bermanfaat sebagai penambah nafsu makan sebab seledri mengandung aroma yang harum (Elidar, 2018). Seledri termasuk tanaman yang banyak digemari banyak orang karena selain menyehatkan juga merupakan sayuran yang dijadikan pelengkap makanan (Herawati & Novalia, 2018). Tanaman seledri memiliki prospek yang sangat baik dipasaran dalam negeri ataupun luar negeri, sebagai salah satu komoditas ekspor menjadikan tanaman seledri banyak dikelola oleh petani (Dalimunthe & Lestari, 2020). Tanaman seledri memiliki bentuk seperti rumput dan memiliki akar tunggang dengan banyak akar samping yang berukuran pendek atau dangkal. Tanaman seledri merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan dikarenakan memiliki nilai ekonomis yang tinggi.

Seledri merupakan sayuran yang banyak dikonsumsi di Indonesia, selain itu tanaman seledri juga digunakan sebagai bumbu didalam makanan dan penghias makanan dalam suatu hidangan (Surya *et al.*, 2022). Dalam produksi tanaman seledri ada beberapa kendala dalam tingkat produksi tanaman, sehingga menyebabkan penurunan hasil produksi seledri. Penyakit tanaman adalah keadaan abnormal dari suatu tanaman yang dapat disebabkan oleh faktor biotik dan abiotik tanaman. Penyakit pada tanaman seledri dapat menyebabkan kegagalan produksi mulai dari masa pembibitan sampai pada tahap kegagalan produksi (Triana, 2020). Salah satu penyakit yang menyerang tanaman seledri adalah penyakit puru akar yang disebabkan oleh nematoda parasit *Meloidogyne* sp.

Nematoda parasit adalah organisme pengganggu tanaman (OPT) yang banyak menyerang berbagai tanaman utama di Indonesia dan juga berbagai negara

yang memiliki iklim tropis. Tanaman yang terserang tanaman nematoda di Indonesia kurang disadari baik oleh petani ataupun petugas yang bekerja pada bidang pertanian karena gejala yang diamati biasanya terdapat didalam tanah dan nematoda harus diamati secara visual menggunakan mikroskop mengingat ukuran nematoda yang sangat kecil (Rachman *et al.*, 2020). Salah satu tanaman yang terserang oleh nematoda parasit adalah tanaman seledri. Gejala serangan nematoda juga sulit untuk untuk dibedakan dengan gejala-gejala penyakit lainnya karena bercampur dengan gejala kekurangan unsur hara tanah dan kerusakan akar tanaman. Gejala serangan nematoda berjalan sangat lambat dalam pergerakannya tergantung pada aliran air dalam tanah, namun resiko yang ditimbulkan nematoda sangatlah besar.

Gejala nematoda pada tanaman seledri mempunyai daya perkembangan yang sangat cepat dan memiliki daya tekan yang tinggi terhadap tanaman seledri. Pada pertumbuhan tanaman seledri dapat dilihat pertumbuhan bintil-bintil kecil pada akar tanaman yang disebut sebagai puru akar tanaman seledri (Hadijah *et al.*, 2023). Pada gejala yang sekunder nematoda parasit juga menyebabkan tanaman seledri mengalami perhambatan proses fotosintesis sehingga menyebabkan daun seledri mengalami klorosis, banyak daun yang gugur serta pada serangan berat menyebabkan kematian pada tanaman seledri. Ada beberapa pengendalian yang dapat dilakukan untuk mengendalikan nematoda adalah dengan cara penggunaan agens hayati, rotasi tanam dan pengendalian terakhir yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan nematisida. Agen hayati yang saat ini dikembangkan dalam pengendalian nematoda adalah dengan menggunakan jamur nematofagus. Nematofagus merupakan mikroorganisme yang dapat menekan serangan nematoda parasit, salah satu jamur nematofagus yang dapat digunakan adalah jamur *Arthrobotrys* sp. (Wiratno, 2017). Berdasarkan uraian latar belakang tersebut, maka dilakukan penelitian dengan judul “Aplikasi Formulasi *Arthrobotrys* sp. Basis Batu Bara untuk Mengendalikan *Meloidogyne* sp. pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens*) Varietas B-40.”

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah jamur *Arthrobotrys* sp. dapat mengendalikan populasi nematoda *Meloidogyne* sp.?
2. Apakah jamur *Arthrobotrys* sp. yang diaplikasikan dengan formulasi granul dapat meningkatkan daya hambat terhadap populasi nematoda *Meloidogyne* sp. serta menyuburkan seledri?

1.3. Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui daya hambat *Arthrobotrys* sp. dalam menghambat populasi nematoda parasit *Meloidogyne* sp. pada tanaman seledri.
2. Mengetahui efektivitas *Arthrobotrys* sp. dalam mengendalikan penyakit puru akar di tanaman seledri.

1.4. Hipotesis

Adapun hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Diduga jamur *Arthrobotrys* sp. dapat mengendalikan populasi nematoda parasit *Meloidogyne* sp. pada tanaman seledri.
2. Diduga aplikasi formulasi granul jamur *Arthrobotrys* sp. dapat efektif mengendalikan infeksi *Meloidogyne* sp. pada tanaman seledri.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat membawah wawasan dan informasi mahasiswa pengendalian penyakit puru akar pada tanaman seledri berbasis pengendalian hayati dengan memanfaatkan prinsip antagonisme.
2. Penelitian ini mampu memberikan wawasan manfaat *Arthrobotrys* sp. dalam menekan pertumbuhan organisme yang tidak menguntungkan seperti *Meloidogyne* sp. penyebab penyakit puru akar ke taraf yang tidak merugikan serta ramah lingkungan dan bersifat hayati.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M., Islam, W., Shabbir, A., Khan, K. A., Ghramh, H. A., Huang, Z., Chen, H. Y. H., & Lu, G. dong. (2019). Plant defense against fungal pathogens by antagonistic fungi with *Trichoderma* in focus. *Microbial Pathogenesis*, 129, 7–18.
- Afriyani, Maulidia, V., Alfizar, & Sriwati, R. (2020). Endophytic bacteria (genus : *Pseudomonas* spp.) isolated from Aceh bamboo root as biological agent againts nematode *Meloidogyne* spp. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 425(1).
- Ali, N., Tavoillot, J., Chapuis, E., & Mateille, T. (2016). Trend to explain the distribution of root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. associated with olive trees in Morocco. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 225, 22–32.
- Althaf, M., Widayati, W., & Purnawati, A. (2022). Potensi Bakteri Endofit asal lahan basah Kalimantan Selatan sebagai agensi Hayati Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* sp.) pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) secara in Vitro. *Jurnal Pertanian Agros*, 24(1), 474–486.
- Asty, N., Siahaya, V. G., & Umasangaji, A. (2023). Efektivitas ekstrak akar Kenikir (*Cosmos caudatus* Kunth) dan Pepaya (*Carica papaya* L) dalam menekan terbentuknya Puru Akar Nematoda pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L). *Jurnal Agrosilvopasture*, 2(2), 354–363.
- Banelos, J., Alarcón, A., Larsen, J., Cruz-Sánchez, S., & Trejo, D. (2014). Interactions between arbuscular mycorrhizal fungi and *Meloidogyne incognita* in the ornamental plant *Impatiens balsamina*. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14(1), 63–74.
- Bozdağ, G., Pinar, O., Gündüz, O., & Kazan, D. (2023). Valorization of pea pod, celery root peel, and mixed-vegetable peel as a feedstock for biocellulose production from *Komagataeibacter hansenii* DSM 5602. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 13(9), 7875–7886.
- Brito, J. A., Desaeger, J., & Dickson, D. W. (2020). Reproduction of *Meloidogyne enterolobii* on selected root-knot nematode resistant sweetpotato (*ipomoea batatas*) cultivars. *Journal of Nematology*, 52, 1–6.
- Cardona, N. L., Borrego, D. A., Fernández, E. P., Sánchez, J., Cardona, V., & Montoya, G. (2014). Microbiological evaluation and pathogenicity of a liquid bioformulation of the fungus *purpureocillium* sp. (strain udea 0109) on *Meloidogyne incognita-javanica* stages. *Biotechnologia Aplicada*, 31(3), 204–209.

- Chen, J. L., Sun, S. Z., Miao, C. P., Wu, K., Chen, Y. W., Xu, L. H., Guan, H. L., & Zhao, L. X. (2016). Endophytic *Trichoderma gamsii* YIM PH30019: A promising biocontrol agent with hyperosmolar, mycoparasitism, and antagonistic activities of induced volatile organic compounds on root-rot pathogenic fungi of *Panax notoginseng*. *Journal of Ginseng Research*, *40*(4), 315–324.
- Chen, S. A., Lin, H. C., & Hsueh, Y. P. (2022). The cAMP-PKA pathway regulates prey sensing and trap morphogenesis in the nematode-trapping fungus *Arthrobotrys oligospora*. *G3: Genes, Genomes, Genetics*, *12*(10), 1–9.
- Consentino, B. B., Virga, G., la Placa, G. G., Sabatino, L., Roupheal, Y., Ntatsi, G., Iapichino, G., la Bella, S., Mauro, R. P., D'anna, F., Tuttolomondo, T., & De Pasquale, C. (2020). Celery (*Apium graveolens* L.) performances as subjected to different sources of protein hydrolysates. *Plants*, *9*(12), 1–13.
- Dalimunthe, B. A., & Lestari, W. (2020). Pengaruh Aplikasi Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) pada Media Gambut. *Jurnal Agroplasma*, *6*(2), 23–28.
- Defitri, Y. (2021). Intensitas dan Persentase Serangan Beberapa Penyakit Utama Pada Tanaman Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Desa Tebing Tinggi Kecamatan Mara Sebo Ulu Kabupaten Batanghari. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, *21*(3), 1399.
- Ding, X., Jia, L. L., Xing, G. M., Tao, J. P., Sun, S., Tan, G. F., Li, S., Liu, J. X., Duan, A. Q., Wang, H., & Xiong, A. S. (2021). The Accumulation of Lutein and β -Carotene and Transcript Profiling of Genes Related to Carotenoids Biosynthesis in Yellow Celery. *Molecular Biotechnology*, *63*(7), 638–649.
- Dwijaya, I. B. M., Sritamin, M., & Puspawati, N. M. (2014). Uji Efektifitas Ekstrak Daun dari Beberapa Jenis Tanaman untuk Mengendalikan Nematoda Puru Akar *Meloidogyne* Spp. pada Tanaman Cabai (*Capsicum Annum* L.). *E-Jurna Agroekoteknologi Tropika*, *3*(2), 104–113.
- Efendi, E., Supramana, & Giyanto. (2022). Potential of Bacterial Isolates from Peat Land as Controlling Agent for the Root Knot Nematodes *Meloidogyne incognita*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, *17*(6), 243–250.
- Elidar, Y. (2018). Budidaya Tanaman Seledri Di Dalam Pot Dan Manfaatnya Untuk Kesehatan. *Jurnal Abdimas Mahakam*, *2*(1), 42–47.
- Fitriyanti, D. (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. *I*(2).
- Fitriyanti, D., & Aidawati, N. (2022). *Meloidogyne* spp. as The Causal Agent of

- Root Knot on Celery in Landasan Ulin Utara, Banjarbaru`. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 18(2), 85–90.
- Freitas Soares, F. E. de, Ferreira, J. M., Genier, H. L. A., Al-Ani, L. K. T., & Aguilar-Marcelino, L. (2023). Biological control 2.0: Use of nematophagous fungi enzymes for nematode control. *Journal of Natural Pesticide Research*, 4(February), 100025.
- Geisen, S., Snoek, L. B., ten Hooven, F. C., Duyts, H., Kostenko, O., Bloem, J., Martens, H., Quist, C. W., Helder, J. A., & van der Putten, W. H. (2018). Integrating quantitative morphological and qualitative molecular methods to analyse soil nematode community responses to plant range expansion. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(6), 1366–1378.
- Hadijah, S., Liestiany, E., & Aidawati, N. (2023). Kemampuan Jenis PGPR dalam Menekan Serangan Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.) pada Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.). *Jurnal Proteksi Tanaman Tropika*, 6(1), 613–620.
- Halimah, S., & Suastika, G. (2013). Identifikasi Spesies *Meloidogyne* pada Wortel berdasarkan Sikuen Nukleotida. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 9(1), 1–6.
- Hastuti, L., Berliani, K., Mulya, M., Hartanto, A., & Pahlevi, S. (2022). *Arthrobotrys* *Sinensis* (*Orbiliaceae* *Orbiliales*), a New Record of Nematode-Trapping Fungal Species for Sumatra, Indonesia.
- Herawati, E., & Novalia, K. (2018). Gambaran Pengetahuan Lansia di Desa Banaran, Kabupaten Nganjuk tentang Manfaat Seleri bagi Kesehatan Sistem Urinaria. *Jurnal Keperawatan*, 1(2), 31–36.
- Kassam, R., Yadav, J., Chawla, G., Kundu, A., Hada, A., Jaiswal, N., Bollinedi, H., Kamil, D., Devi, P., & Rao, U. (2021). Identification, Characterization, and Evaluation of Nematophagous Fungal Species of *Arthrobotrys* and *Tolypocladium* for the Management of *Meloidogyne incognita*. *Frontiers in Microbiology*, 12(December), 1–16.
- Khalil, A., Nawaz, H., Ben Ghania, J., Rehman, R., & Nadeem, F. (2015). Value Added Products, Chemical Constituents and Medicinal Uses of Celery (*Apium graveolens* L.)-A Review. *Ijcbcs*, 8, 40–48.
- Kuo, C. Y., Chen, S. A., & Hsueh, Y. P. (2020). The high osmolarity glycerol (HOG) pathway functions in osmosensing, trap morphogenesis and conidiation of the nematode-trapping fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Journal of Fungi*, 6(4), 1–11.
- Kurniawati, F., Nursipa, N. T., & Munif, A. (2020). Nematoda Parasit pada Seledri (*Apium graveolens* L.) dan Pengendaliannya Menggunakan Bakteri Endofit Secara In Vitro. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(1), 70–

81.

- Li, H., Chen, J., He, L., Zhu, H., Huang, Z., Zhu, M., Fan, L., Wu, L., Yu, L., Zhu, W., & Yan, J. (2022). Transcriptome Analyses Reveal the Role of Light in Releasing the Morphological Dormancy of Celery Seed by Integrating Plant Hormones, Sugar Metabolism and Endosperm Weakening. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(17).
- Li, M., Li, J., Xie, F., Zhou, J., Sun, Y., Luo, Y., Zhang, Y., Chen, Q., Wang, Y., Lin, Y., Zhang, Y., He, W., Wang, X., Xiong, A., Tan, G., & Tang, H. (2023). Combined evaluation of agronomic and quality traits to explore heat germplasm in celery (*Apium graveolens* L.). *Scientia Horticulturae*, 317(July 2022), 112039.
- Li, M. Y., Hou, X. L., Wang, F., Tan, G. F., Xu, Z. S., & Xiong, A. S. (2018). Advances in the research of celery, an important Apiaceae vegetable crop. *Critical Reviews in Biotechnology*, 38(2), 172–183.
- Lindi Pawitrasari, A., Fuady Surya Putra, A., Fitri Ramdhani, A., Dewi Suryandari, H., Purwani, Y., Advinda, L., Biologi, J., Sains dan Teknologi, F., & Syarif Hidayatullah Jakarta, U. (2022). Nematoda Penyebab Penyakit Pada Tanaman Kacang Tanah (*Arachishypogaea* L.). *Prosiding SEMNAS BIO 2022, 2018*, 92–105.
- Liu, J.-X. L., Li, T., Wang, H., Liu, Y.-H., Feng, A. K., Duan, O.-Q., Liu, H., Shu, S., Xiong, A.-S., & State. (2022). CRISPR / Cas9-mediated precise targeted mutagenesis of phytoene desaturase in celery. *Horticulture Research*, 9(March), 4–7.
- Liu, L., Huang, X., Zhang, J., Cai, Z., Jiang, K., & Chang, Y. (2020). Deciphering the relative importance of soil and plant traits on the development of rhizosphere microbial communities. *Soil Biology and Biochemistry*, 148(February), 107909.
- Lopez-Lima, D., Sánchez-Nava, P., Carrion, G., Espinosa de los Monteros, A., & Villain, L. (2015). Corky-root symptoms for coffee in central Veracruz are linked to the root-knot nematode *Meloidogyne paranaensis*, a new report for Mexico. *European Journal of Plant Pathology*, 141(3), 623–629.
- Ma, N., Zhao, Y., Wang, Y., Yang, L., Li, D., Yang, J., Jiang, K., Zhang, K. Q., & Yang, J. (2021). Functional analysis of seven regulators of G protein signaling (RGSs) in the nematode-trapping fungus *Arthrobotrys oligospora*. *Virulence*, 12(1), 1825–1840.
- Masnilah, R., Wahyuni, W. S., N, S. D., Majid, A., Addy, H. S., & Wafa, A. (2020). Insidensi dan Keparahan Penyakit Penting Tanaman Padi di kabupaten Jember. *Agritrop: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian (Journal of Agricultural Science)*, 18(1), 1–12.

- Mathematics, A. (2016). Potensi Bakteri Endofit dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Tembakau yang Terinfeksi Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne* spp.). *Jurnal Agroteknologi*, 4(1), 1–23.
- Navarro, A. S., Romero, J. A. S., del Carmen Salas Sanjuan, M., Bernardeau, M. A. B., & Iniesta, M. J. D. (2020). Medium-term influence of organic fertilization on the quality and yield of a celery crop. *Agronomy*, 10(9), 1–19.
- Nguyen, P. V., Bellafiore, S. P., Haidar, R., Bak, A., Abed, A., Gantet, P., Mezzalira, I., Engler, J. de A., & Fernandez, D. (2014). *Meloidogyne incognita* - rice (*Oryza sativa*) interaction: a new model system to study plant–root-knot nematode interactions in monocotyledons. *Rice a SpringerOpen Journal*, 7(1), 1–13.
- Nguyen, V.-N., Ju, W.-T., Kim, Y.-J., Jung, W.-J., Kim, K.-Y., & Park, R.-D. (2014). Suppression of Cucumber Root-Knot Nematode *Meloidogyne incognita* by Chitinolytic Fungi *Lecanicillium psalliotae* A-1 and *Lecanicillium antillanum* B-3. *J. Chitin Chitosan*, 19(2), 93–99.
- Nuraini, S. (2022). Implementasi Model Pembelajaran PQ4R (Preview, Question, Read, Reflect, Recite And Review) untuk Meningkatkan Pemahaman Siswa Terkait Materi Pokok Tanah dan Organisme Tanah di Kelas IX-7 MTsN 2 Kota Bima. *LAMBDA: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA Dan Aplikasinya*, 1(1), 87–93.
- Onkendi, E. M., Kariuki, G. M., Marais, M., & Moleleki, L. N. (2014). The threat of root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Africa: A review. *Plant Pathology*, 63(4), 727–737.
- Perotto, S., Angelini, P., Bianciotto, V., Bonfante, P., Girlanda, M., Kull, T., Mello, A., Pecoraro, L., Perini, C., Persiani, A. M., Saitta, A., Sarrocco, S., Vannacci, G., Venanzoni, R., Venturella, G., & Selosse, M. A. (2013). Interactions of fungi with other organisms. *Plant Biosystems*, 147(1), 208–218.
- Quijada, A., & Donald, H. (2023). Species of neotropical nematode-trapping fungus from Puerto Rico , supported by morphology and molecular phylogenetics Willdenowia. *BioOne Complete*, 2(50), 241–251.
- Rachman, N. R., Manan, A., & Sakhidin. (2020). Uji Kemempunan Isolast *Trichoderma* sp. terhadap Nematoda Puru Akar Tomat. *Agro Wiralodra*, 3(2), 52–59.
- Ralmi, N. H. A. A., Khandaker, M. M., & Mat, N. (2016). Occurrence and control of root knot nematode in crops: A review. *Australian Journal of Crop Science*, 10(12), 1649–1654.
- Rusdiana, T. (2018). Telaah Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) sebagai

Sumber Bahan Alam Berpotensi Tinggi dalam Upaya Promotif Kesehatan. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 3(1), 1–8.

- Safira, A., Savitri, S. L., Putri, A. R. B., Hamonangan, J. M., Safinda, B., Solikhah, T. I., Khairullah, A. R., & Puspitarani, G. A. (2021). Review on the pharmacological and health aspects of *Hylocereus* or Pitaya: An update. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 11(6), 297–303.
- Sahetapy, M., & Liworngawan, G. A. (2013). Respon Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L.) Pada Dosis Pupuk Growmore. *Jurnal Ilmiah Unklab*, 17(1), 33–43.
- Sikandar, A., Zhang, M. Y., Wang, Y. Y., Zhu, X. F., Liu, X. Y., Fan, H. Y., Xuan, Y. H., Chen, L. J., & Duan, Y. X. (2020). Review article: *Meloidogyne incognita* (root-knot nematode) a risk to agriculture. *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1), 1679–1690.
- Simatupang, D. F., Yuniyanto, Y., & Sihalohe, E. D. W. (2021). Analisa Kebutuhan Batu Bara pada Unit Dryer dalam Pengeringan Pupuk NPK di PT AGS Medan. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*, 4(1), 11.
- Singh, R., & Phulera, S. (2015). Plant Parasitic Nematodes: The Hidden Enemies of Farmers. *Environmental Issues for Socio-Ecological Development*, February, 68–81.
- Soliman, M. S., El-Deriny, M. M., Ibrahim, D. S. S., Zakaria, H., & Ahmed, Y. (2021). Suppression of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on tomato plants using the nematode trapping fungus *Arthrobotrys oligospora* Fresenius. *Journal of Applied Microbiology*, 131(5), 2402–2415.
- Sun, M., Xu, Q. Y., Zhu, Z. P., Liu, P. Z., Yu, J. X., Guo, Y. X., Tang, S., Yu, Z. F., & Xiong, A. S. (2023). AgMYB5, an MYB transcription factor from celery, enhanced β -carotene synthesis and promoted drought tolerance in transgenic *Arabidopsis*. *BMC Plant Biology*, 23(1), 1–15.
- Surya, E., Vahira, V., Noviyanti, A., & Ridhwan, M. (2022). Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) Buah Pepaya Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Seledri (*Apium graveolens* L) Di Gampong Lamteuba Kecamatan Seulimum Kabupaten Aceh Besar 1 . Latar Belakang Seledri merupakan tanaman setahun yang berbentuk rumput . *Jurnal Biology Education Science & Technology*, 5(1), 291–296.
- Syam, N., Suriyanti, S., & Killian, L. H. (2017). Pengaruh Jenis Pupuk Organik dan Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Seledri (*Apium graveolus* L.). *AGROTEK: Jurnal Ilmiah Ilmu Pertanian*, 1(2), 43–53.
- Thambugala, K. M., Daranagama, D. A., Phillips, A. J. L., Kannangara, S. D., & Promputtha, I. (2020). Fungi vs. Fungi in Biocontrol: An Overview of

- Fungal Antagonists Applied Against Fungal Plant Pathogens. *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, 10(November), 1–19.
- Thies, J. A., Merrill, S. B., & Corley, E. L. (2002). Red food coloring stain: New, safer procedures for staining nematodes in roots and egg masses on root surfaces. *Journal of Nematology*, 34(2), 179–181.
- Triana, N. (2020). Sistem Pakar Diagnosa Penyakit Pada Tanaman Seledri Menggunakan Metode Anfis. *Jurnal Terapan Informatika Nusantara*, 1(8), 418–423.
- Viogenta, P., Wathan, N., Sunardi, S., & Azizah, J. (2022). Profil FTIR dan GC/MS Ekstrak Jamur Endofit dari Akar Seluang Belum (*Luvunga sarmentosa* (Blume) Kurz.) Asal Kabupaten Tabalong Kalimantan Selatan. *Jurnal Pharmascience*, 9(2), 344.
- Vovlas, N., Lucarelli, G., Sasanelli, N., Troccoli, A., Papajova, I., Palomares-Rius, J. E., & Castillo, P. (2008). Pathogenicity and host-parasite relationships of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on celery. *Plant Pathology*, 57(5), 981–987.
- Wang, D., Ma, N., Rao, W., & Zhang, Y. (2023). Recent Advances in Life History Transition with Nematode-Trapping Fungus *Arthrobotrys oligospora* and Its Application in Sustainable Agriculture. *Pathogens*, 12(3).
- Wang, B. Le, Chen, Y. H., He, J.-N., Xue, H.-X., Yan, N., Zeng, Z.-J., Bennett, J. W., Zhang, K.-Q., & Niu, X. M. (2018). Integrated Metabolomics and Morphogenesis Reveal Volatile. *Environmental Microbiology*, 84(9), 1–19.
- Wang, W., Zhao, Y., Bai, N., Zhang, K.-Q., & Yanga, J. (2022). AMPK Is Involved in Regulating the Utilization of Carbon Sources, Condiation, Pathogenicity, and Stress Response of the Nematode- Trapping Fungus *Arthrobotrys* . *Microbiology Spectrum*, 10(4), 1–15.
- Wiratno. (2017). Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman Obat Berkelanjutan. *Prosiding Seminar Nasional 2017 Fak. Pertanian UMJ*, 1(3), 1–21.
- Wulandari', D. R., Sudana, I. M., & Singarsa, I. D. P. (2019). Tingkat Fekunditas Nematoda (*Meloidogyne* spp .) pada Beberapa Tanaman yang Tergolong Familia Solanaceae. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 8(4), 468–477.
- Yang, L., Li, X., Bai, N., Yang, X., Zhang, K.-Q., & Yang, J. (2022). Transcriptomic Analysis Reveals That Rho GTPases Regulate Trap Development and Lifestyle Transition of the Nematode-Trapping Fungus *Arthrobotrys oligospora* .
- Yogaswara, D. A. (2020). Peran Nematoda Hidup Bebas di Dalam Tanah.

Biological Invasions, 1(September), 232–238.

- Yommi, A. K., Di Gerónimo, N. M., Carrozzi, L. E., Quillehauquy, V., Goñi, M. G., & Roura, S. I. (2013). Morphological, physicochemical and sensory evaluation of celery harvested from early to late maturity. *Horticultura Brasileira*, 31(2), 236–241.
- Yus, I. D. M., Rahardjo, B. T., & Himawan, T. (2014). Pengaruh Aplikasi Bakteri *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus subtilis* terhadap Mortalitas Nematoda Puru Akar (*Meloidogyne javanica*) di Laboratorium. *Jurnal HPT*, 2(2338–4336), 9–17.
- Zhang, F., Boonmee, S., Bhat, J. D., Xiao, W., & Yang, X. Y. (2022). New *Arthrobotrys* Nematode-Trapping Species (Orbiliaceae) from Terrestrial Soils and Freshwater Sediments in China. *Journal of Fungi*, 8(7).
- Zhou, D., Zhu, Y., Bai, N., Xie, M., Zhang, K. Q., & Yang, J. (2022). Aolatg1 and Aolatg13 Regulate Autophagy and Play Different Roles in Conidiation, Trap Formation, and Pathogenicity in the Nematode-Trapping Fungus *Arthrobotrys oligospora*.
- Zhou, L., Yuen, G., Wang, Y., Wei, L., & Ji, G. (2016). Evaluation of bacterial biological control agents for control of root-knot nematode disease on tomato. *Crop Protection*, 84, 8–13.