

**STABILITAS KOMUNITAS MIKROBIOMA *INDIGENOUS* RIZOSFER
SELEDRI (*Apium graveolens* L.) SIMTOMATIK DAN ASIMTOMATIK
PURU AKAR MELALUI PENDEKATAN METAGENOMIK**

**MUHAMMAD RIZKI
NIM. 2420525310041**



**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2026

**STABILITAS KOMUNITAS MIKROBIOMA *INDIGENOUS* RIZOSFER
SELEDRI (*Apium graveolens* L.) SIMTOMATIK DAN ASIMTOMATIK
PURU AKAR MELALUI PENDEKATAN METAGENOMIK**

**MUHAMMAD RIZKI
NIM. 2420525310041**

TESIS

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
MAGISTER LINGKUNGAN
Pada Program Studi Magister (S2) PSDAL PPs ULM**

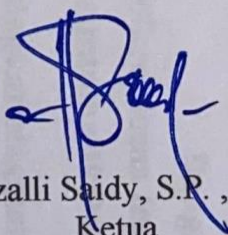
**PROGRAM STUDI MAGISTER
PENGELOLAAN SUMBERDAYA ALAM DAN LINGKUNGAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2026

Judul Tesis : Stabilitas Komunitas Mikrobioma *Indigenous* Rizosfer Seledri (*Apium graveolens* L.) Simtomatik dan Asimtomatik Puru Akar Melalui Pendekatan Metagenomik
Nama : Muhammad Rizki
NIM : 2420525310041

disetujui,

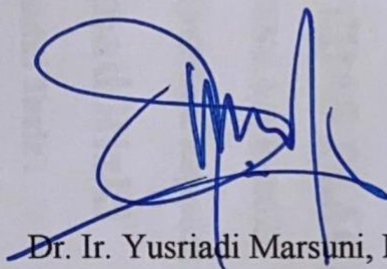
Komisi Pembimbing



Prof. Akhmad Rizalli Saidy, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.
Ketua



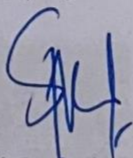
Dr. Gusti Irya Ichriani, S.P., M.P.
Anggota I



Dr. Ir. Yusriadi Marsuni, M.Si.
Anggota II

diketahui,

Koordinator Program Studi
Magister (S2) PSDAL



Dr. Dini Sofarini, S.Pi., M.S

Direktur Pascasarjana
Universitas Lambung Mangkurat



Prof. Dr. H. Lanang Biyatmoko, M.Si.

Tanggal Lulus:

Tanggal Wisuda:



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
PROGRAM PASCASARJANA**

SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

NOMOR : 037 /UN8.4/DP/2026

Sertifikat ini diberikan kepada:

Muhammad Rizki

Dengan Judul Tesis :

Stabilitas Komunitas Mikrobioma *Indigenous Rizooster Seledri (Apium Graveolen L.)*
Simtomatik dan Asimtomatik Puru Akar melalui Pendekatan Metagenomik

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan
dinyatakan Bebas dari Plagiasi.

Banjarmasin, 26 Januari 2026

Direktur,



Prof. Dr. Ir. Danang Biyatmoko, M.St.

NIP. 196805071993031020



PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Rizki
NIM : 2420525310041
Program Studi : S2 - Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Fakultas : Program Pascasarjana
Perguruan Tinggi : Universitas Lambung Mangkurat
Judul Tesis : **“Stabilitas Komunitas Mikrobioma *Indigenous*
Rizosfer Seledri (*Apium graveolens* L.) Simtomatik
dan Asimtomatik Puru Akar Melalui Pendekatan
Metagenomik”**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tesis yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dicantumkan sebagai kutipan/acuan dalam naskah dengan disebutkan sumber kutipan/acuan dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan tesis ini hasil jiplakan, plagiat maupun manipulasi, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sehat dan tanpa paksaan dari siapapun.

Banjarbaru, 27 Januari 2026
Yang membuat Pernyataan,



Muhammad Rizki
NIM. 2420525310041

RINGKASAN

Muhammad Rizki. 2026. Stabilitas Komunitas Mikrobioma *Indigenous* Rizosfer Seledri (*Apium graveolens* L.) Simtomatik dan Asimtomatik Puru Akar Melalui Pendekatan Metagenomik. Pembimbing: Prof. Akhmad Rizalli Saidy, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.; Dr. Gusti Irya Ichriani, S.P., M.P.; Dr. Ir. Yusriadi Marsuni, M.Si.

Rizosfer merupakan zona peralihan antara akar tanaman dan tanah yang dihuni oleh komunitas mikroorganisme dengan peran penting dalam menjaga fungsi ekosistem tanah dan kesehatan tanaman. Pada tanaman seledri (*Apium graveolens* L.), komunitas mikrobioma rizosfer berinteraksi dengan faktor biotik, termasuk nematoda puru akar (*Meloidogyne* spp.), yang berpotensi memengaruhi struktur dan stabilitas komunitas mikroba. Namun, informasi mengenai keragaman dan stabilitas mikrobioma *indigenous* rizosfer seledri pada kondisi lapangan di Kalimantan Selatan masih terbatas.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis keragaman komunitas mikrobioma *indigenous* rizosfer seledri pada tanaman dengan kondisi simtomatik dan asimtomatik puru akar berdasarkan indeks keragaman alfa, mengevaluasi stabilitas komunitas mikrobioma *indigenous* rizosfer seledri terhadap gangguan biotik berupa infestasi nematoda puru akar berdasarkan konsistensi nilai indeks keragaman alfa, serta menganalisis hubungan antara sifat edafik tanah dengan keragaman dan stabilitas komunitas mikrobioma *indigenous* rizosfer seledri.

Penelitian dilaksanakan di tiga lokasi pertanaman seledri di Kelurahan Landasan Ulin Utara, Kota Banjarbaru, Kalimantan Selatan. Pengambilan sampel tanah rizosfer dilakukan secara *purposive* pada tanaman seledri dengan kondisi simtomatik dan asimtomatik puru akar. Sampel tanah rizosfer dikompositkan berdasarkan kondisi tanaman dan lokasi, kemudian dianalisis menggunakan pendekatan *shotgun* metagenomik. Analisis keragaman alfa dilakukan berdasarkan hasil klasifikasi taksonomi tingkat spesies menggunakan perangkat lunak Kraken2 dengan indeks *richness* (S), Shannon (H'), dan Simpson (D-1). Analisis sifat edafik tanah meliputi pH tanah, C-Organik, N-Total, C/N Rasio, P-tersedia, KTK dan tekstur tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh sampel tanah rizosfer seledri memiliki tingkat keragaman mikrobioma yang relatif tinggi, ditunjukkan oleh nilai indeks Shannon yang tinggi dan indeks Simpson yang mendekati satu. Konsistensi nilai indeks keragaman alfa pada tanaman simtomatik dan asimtomatik mengindikasikan bahwa komunitas mikrobioma *indigenous* rizosfer seledri memiliki struktur yang kompleks dan relatif stabil terhadap gangguan biotik berupa infestasi nematoda puru akar. Selain itu, variasi sifat edafik tanah menunjukkan keterkaitan dengan pola keragaman dan stabilitas komunitas mikrobioma rizosfer. Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan gambaran awal mengenai karakteristik keragaman dan stabilitas mikrobioma *indigenous* rizosfer seledri di Kalimantan Selatan sebagai dasar bagi penelitian lanjutan dan pengembangan pertanian berkelanjutan.

Kata kunci: mikrobioma rizosfer; seledri; penyakit puru akar; metagenomik

SUMMARY

Muhammad Rizki. 2026. Stability of the Indigenous Rhizosphere Microbiome of Symptomatic and Asymptomatic Celery (*Apium graveolens* L.) Affected by Root-Knot Nematodes Revealed by a Metagenomic Approach. Academic Supervisor: Prof. Akhmad Rizalli Saidy, S.P., M.Agr.Sc., Ph.D.; Dr. Gusti Irya Ichriani, S.P., M.P.; Dr. Ir. Yusriadi Marsuni, M.Si.

The rhizosphere is a dynamic interface between plant roots and soil that harbors diverse microbial communities essential for soil ecosystem functioning and plant health. In celery (*Apium graveolens* L.), the rhizosphere microbiome interacts with biotic factors such as root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.), which may influence microbial community structure and stability. However, information on the diversity and stability of the indigenous celery rhizosphere microbiome under field conditions in South Kalimantan, Indonesia, remains limited.

This study aimed to (i) analyze the alpha diversity of the indigenous rhizosphere microbiome of celery plants with symptomatic and asymptomatic root-knot conditions, (ii) evaluate microbial community stability in response to biotic disturbance caused by root-knot nematode infestation based on the consistency of alpha diversity indices, and (iii) examine the relationship between soil edaphic properties and microbial diversity and stability.

The study was conducted at three celery cultivation sites in Landasan Ulin Utara, Banjarbaru City, South Kalimantan, Indonesia. Rhizosphere soil samples were collected using a purposive sampling approach from symptomatic and asymptomatic plants, composited by plant condition and sampling location, and analyzed using a shotgun metagenomic approach. Alpha diversity was assessed based on species-level taxonomic classification using Kraken2, including richness (S), Shannon (H'), and Simpson ($1-D$) indices. Soil edaphic properties analyzed included soil pH, organic carbon, total nitrogen, C/N ratio, available phosphorus, cation exchange capacity, and soil texture.

The results showed that all rhizosphere soil samples exhibited relatively high microbial diversity, as indicated by high Shannon index values and Simpson index values approaching one. The consistency of alpha diversity indices between symptomatic and asymptomatic plants suggests that the indigenous celery rhizosphere microbiome has a complex and relatively stable community structure in response to biotic disturbance caused by root-knot nematode infestation. Variations in soil edaphic properties were associated with observed patterns of microbial diversity and stability. Overall, this study provides baseline information on the diversity and stability of the indigenous rhizosphere microbiome of celery in South Kalimantan, which may support future research and the development of sustainable agricultural management strategies.

Keyword: rhizosphere microbiome; celery; root knot disease; metagenomics



KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS,
DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
UPA BAHASA ULM

Jalan Brigjen H. Hasan Basry Kotak Pos 70123 Banjarmasin
Telepon/Fax.: (0511) 3308140
Email: uptbahasa@ulm.ac.id

SURAT KETERANGAN

NO: 026/UN8.16/BS/2026

Bersama ini kami menerangkan bahwa Ringkasan bahasa Inggris dari judul Thesis:
“Stability of the Indigenous Rhizosphere Microbiome of Symptomatic and Asymptomatic Celery (*Apium graveolens* L.) Affected by Root-Knot Nematodes Revealed by a Metagenomic Approach” yang disusun oleh:

Nama Mahasiswa : Muhammad Rizki
Nim : 2420525310041
Jurusan/Fakultas : S2 PSDAL
Program : Pascasarjana

telah diverifikasi bahasa Inggris yang digunakan sesuai dengan makna dari ringkasan yang ditulis oleh mahasiswa tersebut di atas. (Ringkasan terlampir)
Demikian Surat Keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Banjarmasin, January 29, 2026

Kepala



Dr. Hj. Noor Eka Chandra, M.Pd
NIP. 197710232001122003

RIWAYAT HIDUP PENULIS

Penulis bernama Muhammad Rizki, dilahirkan di Kota Bukittinggi, Sumatera Barat pada tanggal 10 Agustus 1996, sebagai putra dari Edison dan Yanni. Penulis menempuh pendidikan dasar di Sekolah Dasar Negeri Kota 3 Banjarbaru dan lulus pada tahun 2008, kemudian melanjutkan pendidikan menengah pertama di Sekolah Menengah Pertama Negeri 11 Banjarbaru dan menyelesaikannya pada tahun 2011. Pendidikan menengah atas ditempuh di Sekolah Menengah Kejuruan Pertanian Pembangunan dan lulus pada tahun 2014.

Pendidikan tinggi jenjang sarjana diselesaikan oleh penulis di Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat, Program Studi Ilmu Tanah, dan memperoleh gelar Sarjana Pertanian pada tahun 2021. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan pada jenjang Magister, Program Pascasarjana di Universitas Lambung Mangkurat, Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, dengan minat kajian ekologi tanah, mikrobioma, dan bioteknologi. Selama masa studi, penulis aktif dalam kegiatan akademik dan penelitian yang berfokus pada interaksi mikroorganisme tanah–tanaman, dinamika mikrobioma rizosfer, serta pemanfaatan mikroba sebagai dasar pengembangan bioteknologi pertanian berkelanjutan. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Lingkungan pada Program Pascasarjana Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Universitas Lambung Mangkurat.

Muhammad Rizki

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga tesis yang berjudul “Stabilitas Komunitas Mikrobioma *Indigenous* Rizosfer Seledri (*Apium graveolens* L.) Simtomatik dan Asimtomatik Puru Akar Melalui Pendekatan Metagenomik” dapat diselesaikan. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar akademik Magistes Lingkungan pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Lambung Mangkurat.

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan motivasi selama proses perencanaan, pelaksanaan penelitian, hingga penyusunan tesis ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada para dosen penguji dan seluruh dosen pada program studi yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, baik dalam kegiatan pengambilan sampel di lapangan maupun dalam proses analisis laboratorium dan pengolahan data. Penghargaan dan terima kasih disampaikan kepada rekan-rekan mahasiswa PSDAL 2024, atas dukungan, diskusi, dan kebersamaan selama menempuh studi.

Secara khusus, penulis menyampaikan terima kasih kepada keluarga atas doa, dukungan moral, dan motivasi yang senantiasa diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi ini dengan baik. Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan karya ilmiah ini.

Akhir kata, penulis berharap tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang ekologi mikroba tanah, mikrobioma rizosfer, serta pertanian berkelanjutan.

Banjarbaru, Janurari 2026

Muhammad Rizki

DAFTAR ISI

HALAM JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
SERTIFIKAT UJI PLAGIASI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN.....	iv
RINGKASAN	v
SURAT KETERANGAN RINGKASAN TESIS BAHASA INGGRIS	vi
RIWAYAT HIDUP PENULIS	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian.....	5
1.4. Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Tanah sebagai Ekosistem Hidup dan Sumberdaya Alam	6
2.2. Rizosfer Sebagai Zona Interaksi Tanaman–Mikroba	8
2.3. Mikrobioma <i>Indigenous</i> Rizosfer.....	10
2.4. Penyakit Puru Akar oleh <i>Meloidogyne</i> spp. dan Respons Ekosistem Tanah	11
2.5. Keragaman Komunitas Mikroba Tanah (<i>Alpha Diversity</i>).....	14
2.6. Stabilitas Komunitas Mikroba Berbasis Keragaman	16
2.7. Pendekatan Metagenomik dalam Kajian Keanekaragaman Mikroba Tanah	18
III. METODE PENELITIAN.....	24
3.1. Waktu, Tempat dan Objek Penelitian	24
3.2. Peralatan dan Bahan Penelitian	25
3.3. Prosedur Pengumpulan Data	26

3.3.1. Jenis dan Sumber Data	26
3.3.1.1. Data Primer	26
3.3.1.2. Data Sekunder	27
3.3.2. Teknik Pengumpulan Data	28
3.3.2.1. Pengambilan Sampel Tanah Rizosfer.....	28
3.3.2.2. Ekstraksi DNA dan <i>Quality Control</i>	29
3.3.2.3. Library Preparatioin, Sequencing dan Basecalling	30
3.3.2.4. Analisis Bioinformatika	31
3.3.2.5. Analisis Kondisi Edafik Tanah Rizosfer Seledri	33
3.4. Analisis Data	34
3.4.1. Analisis Keragaman Komunitas Mikrobioma Rizosfer Seledri	34
3.4.2. Analisis Stabilitas Komunitas Mikrobioma Rizosfer Seledri...	36
3.4.3. Analisis Profil Edafik Tanah dengan Keragaman Mikrobioma	37
3.5. Kerangka Alir Penelitian	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1. Hasil Analisis <i>Shotgun Metagenomic Nanopore</i>	40
4.1.1. Hasil Ekstraksi DNA Mikrobioma Rizosfer Seledri	40
4.1.2. Evaluasi Kualitas Data <i>Nanopore Sequencing</i>	41
4.1.3. Komposisi Taksonomi Komunitas Mikrobioma <i>Indigenous</i> Rizosfer	42
4.2. Keragaman Alfa Komunitas Mikrobioma <i>Indigenous</i> Rizosfer Seledri	49
4.3. Stabilitas Komunitas Mikrobioma <i>Indigenous</i> Rizosfer Seledri.....	50
4.4. Profil Edafik Tanah Rizosfer Seledri.....	52
4.5. Profil Edafik Tanah dengan Keragaman dan Stabilitas Komunitas Mikrobioma Rizosfer Seledri	53
V. KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1. Kesimpulan.....	56
5.2. Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
4.1. Hasil evaluasi konsentrasi DNA sampel tanah rizosfer seledri menggunakan <i>qubit flurometer 4.0</i>	40
4.2. Ringkasan metrik kualitas data <i>shotgun metagenomic sequencing nanopore</i>	41
4.3. Kelimpahan relatif mikrobioma rizosfer seledri pada tingkat domain.....	42
4.4. Kelimpahan relatif mikrobioma rizosfer seledri pada tingkat filum	44
4.5. Kelimpahan relatif mikrobioma rizosfer seledri pada tingkat genus	47
3.6. Indeks keragaman alfa mikrobioma rizosfer seledri pada berbagi sampel	49
4.7. Profil edafik tanah rizosfer seledri simtomatik dan asimtomatik puru akar ..	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Kontribusi metagenomik pada berbagai bidang.....	20
2.2. Klasifikasi dan alur kerja metagenomik.....	21
2.3. Proses analisis metagenomik dengan <i>long-read sequencing</i>	23
3.4. Peta lokasi pengambilan sampel tanah rizosfer tanaman seledri	25
3.5. Kondisi akar pada tanaman seledri simtomatik dan asimtomatik puru akar.	29
3.6. Kerangka Alir Penelitian	37
4.7. <i>Barplot</i> kelimpahan relatif mikrobioma rizsofer seledri tingkat domain.....	43
4.8. <i>Barplot</i> kelimpahan relatif mikrobioma rizsofer seledri tingkat filum	45
4.9. <i>Barplot</i> kelimpahan relatif mikrobioma rizsofer seledri tingkat genus	47

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Kegiatan Penelitian	72
2. Ringkasan Matrik Kelimpahan Relatif Mikrobioma Rizosfer Seledri Tingkat Spesies	77