

**PERKECAMBAHAN BENIH DAN PERTUMBUHAN AWAL
BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.) VARIETAS
SIGARAR UTANG DENGAN PERENDAMAN DALAM
LARUTAN RIZOBAKTERI INDIGENUS**

SKRIPSI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2024**

**PERKECAMBAHAN BENIH DAN PERTUMBUHAN AWAL
BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.) VARIETAS
SIGARAR UTANG DENGAN PERENDAMAN DALAM
LARUTAN RIZOBAKTERI INDIGENUS**

SKRIPSI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2024**

PERNYATAAN ORISINILITAS SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi berjudul “Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Varietas Sigarrar Utang dengan Perendaman dalam Larutan Rizobakteri Indigenus” adalah benar karya saya dengan arahan pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. Sumber informasi yang dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini.



Padang, Juli 2024

Septiade Khairan
NIM. 1710213029

PERKECAMBAHAN BENIH DAN PERTUMBUHAN AWAL BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.) VARIETAS SIGARAR UTANG DENGAN PERENDAMAN DALAM LARUTAN RIZOBAKTERI INDIGENUS

Oleh

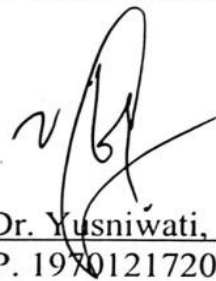
**SEPTIADE KHAIRAN
NIM. 1710213029**

MENYETUJUI:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

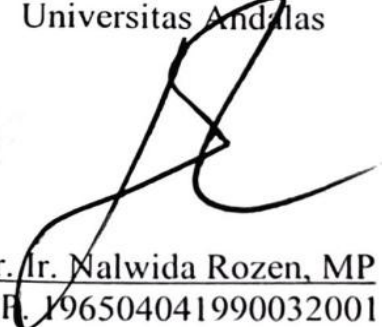

Ir. Irawati, M. Rur. Sc, PhD
NIP. 196411241989032002


Dr. Yusniwati, SP. MP
NIP. 197012172000122001

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Andalas


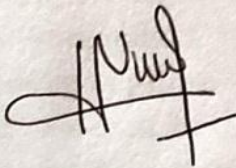
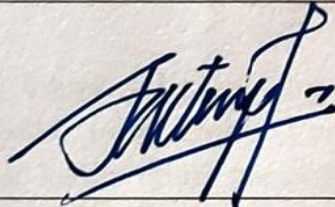
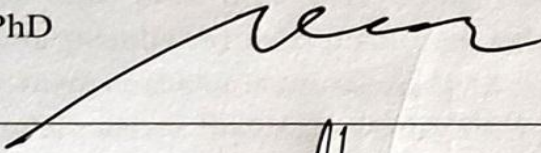
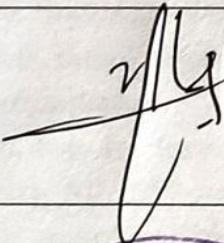
Koordinator Program Studi
Agroteknologi Fakultas Pertanian
Universitas Andalas


Dr. Ir. Andra Dwipa, MS
NIP. 196502201989031003


Dr. Ir. Nalwida Rozen, MP
NIP. 196504041990032001

Tanggal disahkan : Juni 2024

Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia Ujian Sarjana Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, pada tanggal 18 Januari 2024.

| NO. | NAMA | TANDA TANGAN | JABATAN |
|-----|------------------------------|--|------------|
| 1. | Dr. Ir. Indra Dwipa, MS |  | Ketua |
| 2. | Firsta Ninda Rosadi, SP. MSi |  | Sekretaris |
| 3. | Ir. Sutoyo, MS |  | Anggota |
| 4. | Ir. Irawati, M. Rur. Sc. PhD |  | Anggota |
| 5. | Dr. Yusniwati, SP. MP |  | Anggota |



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

"Dan mereka tidak mengetahui apa-apa dari ilmu Allah, melainkan apa yang dikehendaki-(Nya)"
(Q.S Al-Baqarah ayat 255)

Alhamdulillah rabbil 'alamiin

Puji dan syukur panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulis bersyukur kepada Allah SWT dengan segala kemurahan hati-Nya membuat kegiatan perkuliahan bisa dilalui. Semoga dengan ilmu ini penulis bisa memberikan manfaat kelak untuk banyak orang. Salawat beserta salam semoga tercurahkan kepada baginda nabi Muhammad SAW, allahumma sholli 'ala muhammad, wa 'ala ali muhammad.

Tidak lupa pula saya persembahkan karya tulis ini kepada orang tua penulis yang sangat berjasa. Kepada bapak (Satibi) dan emak (Lendrawati) yang telah berjuang dalam suka dan duka. Terima kasih telah membimbing penulis selama hidup dan menyokong finansial serta memberikan semangat kepada penulis selama perkuliahan. Tak lupa pula do'a dari orang tua yang selalu panjatkan dalam mencapai cita-cita penulis. Mohon maaf atas kelalaian penulis dalam aktivitas perkuliahan yang menyebabkan studi menjadi 13 Semester. Saya doakan semoga bapak dan emak selalu dalam lindungan Allah SWT dan diberikan rahmat dan berkah yang cukup, serta sehat dan panjang umur sehingga bisa melihat cita-cita penulis yang akhirnya tersampaikan.

Penulis juga berterima kasih kepada Ibu Ir. Irawati, M. Rur. Sc. PhD., sebagai pembimbing I dan Ibu Dr. Yusniwati, SP. MP., sebagai pembimbing II. Terima kasih dengan tulus hati penulis ucapkan kepada Ibu yang telah membimbing penulis selama di kampus, meskipun penulis sering hilang tanpa kabar, namun Ibu tetap mengingatkan selama proses bimbingan skripsi ini. Penulis berharap semoga Allah senantiasa menganugerahkan kesehatan, rezeki yang berkah dan amalan yang tiada putusnya karena Ilmu yang telah Ibu berikan kepada penulis.

Terima kasih juga kepada teman-teman seperjuangan penulis Agroteknologi 2017 terutama Ali Sanjani, Ridwan Efendi, Roy (Rian Maulana), Zuhail (Madeon Nofandura Harefa) dan Hikki (M. Idham Insani) yang sangat berjasa membantu penulis baik dari awal perkuliahan hingga kelulusan. Terima kasih juga kepada Ami yang sangat berjasa membantu penulis dalam memulai penelitian. Tanpa saudari, penulis tidak akan menyelesaikan perguruan tinggi ini.

Akhir kata, terima kasih kepada semua pihak yang membantu penulis namun belum disebutkan namanya satu persatu. Semoga sukses untuk kita semua.

BIODATA

Penulis dilahirkan di Nagari Labuh Panjang, Kecamatan X Koto di Atas, Kota Solok pada 12 September 1999 sebagai anak ke-2 (3 bersaudara) dari pasangan Satibi dan Lendrawati. Penulis memulai awal jenjang pendidikan Sekolah Dasar di SDN 22 Andalas, Padang pada tahun 2005. Penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 8 Padang pada tahun 2011 dan melanjutkan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 10 Padang pada tahun 2014. Pada tahun 2017, penulis lulus masuk perguruan tinggi negeri melalui Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri di Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

Padang, Juli 2024

S.K

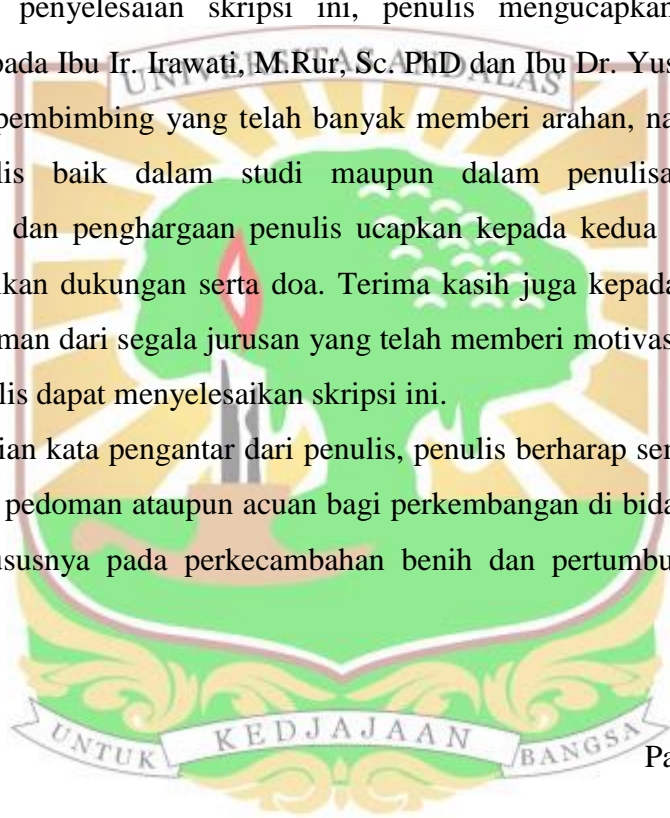


KATA PENGANTAR

Puji syukur di panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan kuasa-Nyalah, penulis dapat menyelesaikan penelitian berjudul “Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Varietas Sigarar Utang dengan Perendaman dalam Larutan Rizobakteri Indigenus”. Skripsi ini bertujuan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Pertanian Universitas Andalas.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis mengucapkan terima kasih setulusnya kepada Ibu Ir. Irawati, M.Rur, Sc. PhD dan Ibu Dr. Yusniwati, SP. MP selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberi arahan, nasihat dan saran kepada penulis baik dalam studi maupun dalam penulisan skripsi ini. Penghormatan dan penghargaan penulis ucapkan kepada kedua orang tua yang telah memberikan dukungan serta doa. Terima kasih juga kepada seluruh dosen serta teman-teman dari segala jurusan yang telah memberi motivasi dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Demikian kata pengantar dari penulis, penulis berharap semoga skripsi ini dapat menjadi pedoman ataupun acuan bagi perkembangan di bidang pertanian di Indonesia khususnya pada perkecambahan benih dan pertumbuhan awal bibit kopi.



Padang, Juli 2024

S.K

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------|----------------|
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xii |
| ABSTRAK | xiii |
| ABSTRACT..... | xiv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Rumusan Masalah..... | 3 |
| C. Tujuan Penelitian | 3 |
| D. Manfaat Penelitian..... | 3 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| A. Kopi | 4 |
| B. Dormansi..... | 8 |
| C. Rizobakteri Indigenus..... | 9 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 12 |
| A. Waktu dan Tempat | 12 |
| B. Bahan Percobaan | 12 |
| C. Peralatan Percobaan..... | 12 |
| D. Rancangan Percobaan..... | 12 |
| E. Pelaksanaan Percobaan | 13 |
| F. Variabel Pengamatan | 17 |
| G. Analisis data | 21 |

| | |
|---|----|
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 22 |
| A. Perkecambahan Hitung Pertama (%)..... | 22 |
| B. Waktu Benih Patah Dormansi T_{50} | 23 |
| C. Daya Berkecambah | 24 |
| D. Nilai Index (<i>Index Value Test</i>)..... | 28 |
| E. Waktu Muncul Radikula dan Kotiledon | 29 |
| F. Pertambahan Tinggi Bibit | 31 |
| G. Pertambahan Diameter Pangkal Batang | 32 |
| H. Pertambahan Jumlah Helaian Daun..... | 34 |
| I. Pertambahan Panjang Helaian Daun | 35 |
| J. Pertambahan Lebar Helaian Daun | 36 |
| K. Bobot Segar Tajuk | 37 |
| L. Bobot Kering Tajuk | 38 |
| M. Bobot Segar Akar | 39 |
| N. Bobot Kering Akar | 40 |
| O. Rasio Tajuk Akar | 42 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... | 44 |
| A. Kesimpulan..... | 44 |
| B. Saran | 44 |
| DAFTAR PUSTAKA | 45 |



DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|---|---------|
| 1. Perkecambahan hitung pertama benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman rizobakteri indigenus..... | 22 |
| 2. Waktu benih kopi Sigarar Utang patah dormansi dengan perendaman rizobakteri indigenus..... | 23 |
| 3. Daya kecambah normal benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus..... | 25 |
| 4. Daya kecambah abnormal benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus..... | 26 |
| 5. Benih mati pada kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus. | 27 |
| 6. Nilai index benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus | 28 |
| 7. Waktu muncul radikula pada benih kopi Sigarar Utang setelah dilakukan perendaman rizobakteri indigenus | 29 |
| 8. Waktu muncul kotiledon pada benih kopi Sigarar Utang setelah dilakukan perendaman rizobakteri indigenus | 30 |
| 9. Pertambahan tinggi bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi rizobakteri indigenus pada 12 MST | 31 |
| 10. Pertambahan diameter pangkal batang bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi rizobakteri indigenus..... | 33 |
| 11. Pertambahan jumlah helaian daun bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi rizobakteri indigenus..... | 34 |
| 12. Pertambahan panjang helaian daun bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi larutan rizobakteri indigenus..... | 35 |
| 13. Pertambahan lebar helaian daun bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi larutan rizobakteri indigenus | 36 |
| 14. Bobot segar tajuk bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST | 38 |
| 15. Bobot kering tajuk bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST..... | 39 |
| 16. Bobot segar akar bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST..... | 40 |
| 17. Bobot kering akar bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST..... | 41 |
| 18. Rasio tajuk akar bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST..... | 42 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|---|---------|
| 1. Jadwal Kegiatan Penelitian | 52 |
| 2. Denah Satuan Percobaan..... | 53 |
| 3. Denah Penempatan Sampel dalam Satuan Percobaan | 54 |
| 4. Deskripsi Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang..... | 55 |
| 5. Karakter Isolat Rizobakteri Indigenus | 57 |
| 6. Kriteria Kecambah | 58 |
| 7. Tabel Sidik Ragam..... | 59 |



PERKECAMBAHAN BENIH DAN PERTUMBUHAN AWAL BIBIT KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.) VARIETAS SIGARAR UTANG DENGAN PERENDAMAN DALAM LARUTAN RIZOBAKTERI INDIGENUS

Abstrak

Tanaman kopi merupakan salah satu tanaman perkebunan yang banyak dimanfaatkan masyarakat sebagai minuman penyegar. Lambatnya perkecambahan kopi dapat ditanggulangi dengan pemberian PGPR. Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh perendaman benih kopi dengan isolat rizobakteri indigenus dan mengetahui jenis isolat rizobakteri terbaik terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan awal bibit kopi. Penelitian telah dilaksanakan pada bulan September 2022 sampai Maret 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Fisiologi Tanaman Fakultas Pertanian dan Lahan Pembibitan Kebun Percobaan Lahan Atas, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang. Rancangan Percobaan yang dilakukan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan berbagai isolat rizobakteri indigenus yang berbeda. Data dianalisis dengan uji F dengan taraf 5% dan kemudian dilakukan uji lanjut DNMRT dengan taraf 5% jika uji F yang dilakukan berbeda nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya pengaruh dari berbagai jenis isolat rizobakteri pada perkecambahan benih kopi arabika. Perlakuan jenis isolat rizobakteri indigenus L1 S4.1 dan L3 S5.2 mampu mempercepat perkecambahan benih dan mempercepat munculnya kotiledon. Namun berbagai perlakuan isolat rizobakteri indigenus tidak mampu meningkatkan parameter pertumbuhan awal bibit kopi.

Kata kunci : perkecambahan, kopi arabika, rizobakteri, pertumbuhan awal.

SEED GERMINATION AND EARLY GROWTH OF ARABICA COFFEE SEEDLING (*Coffea arabica* L.) VARIETY OF SIGARAR UTANG BY SOAKING IN INDIGENOUS RHIZOBACTERIA SOLUTION

Abstract

Coffee is one of the plantation crops that is widely used by the community as a refreshing drink. The slow germination of coffee can be overcome by giving PGPR. The study aimed to determine the effect of soaking coffee seeds with indigenous rhizobacterial isolates and to determine the best type of rhizobacterial isolate on seed germination and early growth of coffee seedlings. The research was conducted from September 2022 to March 2023 at the Microbiology Laboratory of the Faculty of Agricultural Technology, Plant Physiology Laboratory of the Faculty of Agriculture and the Upper Field Experimental Garden Nursery, Faculty of Agriculture, Andalas University, Padang. The experimental design conducted was a completely randomized design (CRD) with a variety of different indigenous rhizobacterial isolates. Data were analyzed by F test with 5% level and then continued with DNMRT further test at 5% level if the F test was significantly different. The results showed that there was an effect of various types of rhizobacterial isolates on the germination of Arabica coffee seeds. The treatment of indigenous rhizobacterial isolate type L1 S4.1, and L3 S5.2 were able to accelerate the germination and to accelerate the growth of cotyledon. However, various treatments of indigenous rhizobacterial isolates were not able to increase the early growth parameters of coffee seedlings.

Keywords: germination, arabica coffee, rhizobacteria, early growth seedling



BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman kopi merupakan salah satu komoditas tanaman perkebunan yang tumbuh di daerah tropik. Tanaman kopi sangat banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk dikonsumsi karena memiliki manfaat sebagai tanaman penyegar, baik dalam menghilangkan rasa kantuk maupun dalam merangsang kinerja otak. Kopi di Indonesia memiliki 3 jenis kopi yang terkenal, di antaranya yaitu kopi Arabika, kopi Robusta dan kopi Liberika. Jenis tanaman ini dapat dibedakan berdasarkan syarat tumbuhnya.

Berdasarkan Data Statistik komoditas kopi dari tahun 2018-2022 di Sumatera Barat, produktivitas kopi terbilang masih rendah dibandingkan di provinsi lain. Hal ini disebabkan karena luas lahan perkebunan kopi di Sumatera Barat berkisar 29.000-38.000 ha. Begitu juga dengan produktivitas kopi di Sumatera Barat hanya mencapai 18,4 ribu ton dibandingkan dengan Sumatera Selatan yang mencapai angka 193 ribu ton. Produktivitas kopi dari tahun ke tahun di Sumatera Barat juga tidak stabil dilihat dari produksi kopi yang mengalami peningkatan dan penurunan setiap tahunnya. Produksi kopi di Sumatera Barat pada tahun 2018 terdapat 18,4 ribu ton dan mengalami penurunan pada tahun 2019 sebanyak 17,8 ribu ton, pada tahun 2020 produksi kopi di Sumatera Barat mengalami kenaikan sebanyak 29,5 ribu ton dan turun lagi di tahun 2021 menjadi 14,0 ribu ton. Kemudian meningkat lagi sebanyak 23,6 ribu ton pada tahun 2022 (BPS, 2022).

Rendahnya produktivitas tanaman kopi tidak luput dari beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi produktivitas kopi arabika yaitu lambatnya perkecambahan benih kopi sesuai yang dikemukakan oleh Friedman (2000) karena disebabkan oleh kandungan kafein yang menyebabkan aktivitas enzim amilase dapat terhambat oleh kandungan kafein dalam kopi. Terhambatnya aktivitas enzim amilase menyebabkan penguraian cadangan makanan pada benih terhambat sehingga benih tidak memiliki cukup sumber energi untuk berkecambah lebih cepat. Selain itu kopi arabika rentan terhadap penyakit karat daun. Hal ini tidak diimbangi dengan sumber daya manusia seperti keterbatasan

pengetahuan, kurangnya informasi teknik pembibitan kopi seperti pemanfaatan tanaman pelindung dan perkebunan kopi yang didominasi oleh perkebunan rakyat menyebabkan sumber pendapatan hanya didapat oleh rakyat itu sendiri sehingga perlu dipersiapkan biaya terkait pemeliharaan, persiapan dan pengelolaan bibit kopi maupun benih kopi.

Produktivitas tanaman kopi perlu ditingkatkan dengan melakukan peningkatan kualitas budidaya kopi dengan memanfaatkan mikroorganisme pemacu pertumbuhan, salah satunya yaitu rizobakteri indigenus. Rizobakteri merupakan kelompok bakteri yang dapat meningkatkan kualitas pertumbuhan tanaman dan digunakan sebagai PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*). PGPR dapat berperan dalam mempercepat penyerapan unsur hara esensial oleh tanaman (biofertilizer) sehingga dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman. PGPR juga berperan secara tidak langsung melalui kemampuannya dalam menghasilkan anti mikroba patogen (bioprotektan) sehingga dapat menekan bahkan mengurangi pertumbuhan cendawan penyebab penyakit tanaman. Selain itu, PGPR juga berperan secara langsung dalam merangsang pertumbuhan tanaman (biostimulan) dengan menghasilkan hormon pertumbuhan, vitamin dan berbagai asam organik serta meningkatkan asupan nutrisi bagi tanaman (Yazdani *et al.*, 2009).

Adanya kemampuan PGPR sebagai biostimulan dapat membantu benih kopi untuk berkecambah, salah satunya yaitu hormon giberelin. Adanya hormon giberelin pada PGPR mempercepat aktifnya enzim amilase yang menyebabkan adanya penguraian makanan menjadi bentuk yang lebih sederhana dan di translokasikan ke titik tumbuh. Selain itu enzim amilase dapat melunakkan kulit benih sehingga permeabel terhadap oksigen dan air, aktifnya enzim amilase juga memicu pembesaran sel pada radikula. Adanya pelunakan kulit pada benih kopi dan pembesaran sel radikula inilah yang menyebabkan radikula mudah muncul dan menembus kulit pada benih kopi sehingga proses perkecambahan menjadi lebih cepat (Nelfia dan Violita, 2022).

Penggunaan PGPR terbilang efektif untuk meningkatkan pertumbuhan maupun hasil tanaman sehingga terjadilah peningkatan kualitas bibit kopi. Penelitian dari Ramdan dan Risnawati (2018) menunjukkan pengaplikasian PGPR

pada benih cabai mendorong peningkatan daya kecambah, peningkatan panjang akar dan tinggi kecambah. Penelitian lain yang dilakukan oleh Mulanda (2019) mengenai penggunaan bakteri pemacu pertumbuhan dengan dosis yang tepat yaitu PGPR 5 ml dapat membantu pertumbuhan benih kopi arabika. Berdasarkan uraian yang tertera, maka peneliti melaksanakan penelitian dengan judul “Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Varietas Sigarar Utang dengan Perendaman dalam Larutan Rizobakteri Indigenus”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka diperoleh rumusan masalah di antaranya yaitu bagaimana pengaruh benih kopi setelah direndam dengan isolat rizobakteri indigenus dan bagaimana pertumbuhan awal bibit kopi setelah diaplikasikan dengan isolat rizobakteri indigenus

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh benih kopi setelah direndam dengan isolat rizobakteri indigenus dan mengetahui pengaruh pertumbuhan awal bibit kopi setelah diaplikasikan dengan isolat rizobakteri indigenus.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk memberikan informasi dasar mengenai perkecambahan benih dan pertumbuhan awal bibit kopi dengan memanfaatkan isolat rizobakteri indigenus.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Kopi

Kopi adalah salah satu tanaman pertanian yang telah ditanam sejak lama dan memiliki nilai ekonomi yang cukup signifikan. Kopi berasal di benua Afrika, tepatnya di Ethiopia bagian pegunungan. Setelah dikembangkan di luar Yaman, yaitu bagian selatan Arab, kopi mulai dikenal oleh masyarakat dunia (Rahardjo, 2012).

Di Indonesia terdapat tiga ragam kopi yang biasa ditemukan, yaitu robusta, liberika dan arabika. Ahli botani dari Belgia menemukan jenis kopi robusta untuk pertama kalinya di Kongo pada tahun 1898. Robusta adalah tanaman yang berasal dari Afrika dan tersebar di daerah seperti Kongo, Sudan, Liberia dan Uganda. Pemerintah Kolonial Belanda di Indonesia memulai pengembangan Robusta secara luas pada awal abad ke-20. Jenis kopi ini memiliki keunggulan yang lebih baik dan tumbuh dengan cepat, oleh sebab itu jenis ini lebih banyak ditanam oleh petani kopi di Indonesia. Beberapa karakteristik utama dari kopi robusta adalah ketahanannya terhadap penyakit (HIV) dan kemampuannya untuk tumbuh dengan baik pada ketinggian antara 0 hingga 900 meter di atas permukaan laut. Namun, idealnya ditanam dengan ketinggian antara 400 hingga 800 meter di atas permukaan laut. Rata-rata suhu yang optimal untuk pertumbuhan tanaman ini sekitar 26°C dengan tingkat curah hujan yang diharapkan berkisar antara 2000-3000 mm per tahun. Tanaman ini berkembang dengan baik jika ditanam di tanah dengan tingkat kemasaman sekitar 5-6,5 pH (Panggabean, 2011).

Budidaya kopi liberika di Indonesia dahulu pernah populer, namun saat ini telah ditinggalkan oleh para pekebun dan petani. Hal ini disebabkan oleh perbedaan bobot antara biji kopi kering dengan biji kopi segar yang hanya berkisar 10%. Selain dari perbandingan bobot basah dan kering, salah satu alasan mengapa kopi liberika tidak sukses di Indonesia adalah karena rendeman bijinya yang rendah. Kopi liberika hanya memiliki rendeman sekitar 10 hingga 12 persen. Karakteristik biji kopi liberika hampir mirip dengan jenis kopi arabika, karena sejatinya kopi liberika merupakan pengembangan dari jenis arabika. Namun, kopi varietas liberika memiliki keunggulan dalam ketahanannya terhadap serangan

hama *Hemileia vastatrix* yang lebih baik daripada kopi varietas arabika (Panggabean, 2011).

Varian kopi yang dikenal dengan nama ilmiah *Coffea arabica* adalah jenis kopi Arabika. Carl Linnaeus, seorang ahli botani dari Swedia mengelompokkan tanaman ini dalam keluarga Rubiaceae genus *Coffea*. Sebelumnya, seorang naturalis Prancis telah mengidentifikasi tanaman ini sebagai *Jasminum arabicum*. Kopi arabika diyakini sebagai jenis kopi yang terbentuk melalui persilangan antara *Coffea eugenioides* dan *Coffea canephora* (Hamni, 2013).

Penjelasan mengenai klasifikasi kopi arabika berdasarkan tingkatan taksonomi dapat diuraikan sebagai berikut :

| | |
|--------------|--|
| Kingdom | : Plantae |
| Sub Kingdom | : Tracheobionta |
| Super Divisi | : Spermatophyta |
| Divisi | : Magnoliophyta |
| Kelas | : Magnoliopsida |
| Sub Kelas | : Asteridae |
| Ordo | : Rubiales |
| Famili | : Rubiaceae |
| Genus | : <i>Coffea</i> |
| Spesies | : <i>Coffea arabica</i> L. (USDA, 2018). |

Kopi Arabika telah dikenal dan ditanam di seluruh dunia sejak zaman kuno dengan beragam jenis kopi. Kopi Arabika membutuhkan iklim subtropis dengan periode kering untuk berbunga. Di Indonesia, daerah yang ideal untuk menanam tanaman kopi Arabika memerlukan ketinggian antara 800 hingga 1500 meter di atas permukaan laut dan suhu rata-rata berkisar antara 15-24°C. Aktivitas fotosintesis pada tanaman akan menurun dan secara langsung akan mempengaruhi hasil pertanian saat suhu mencapai 25°C. Dikarenakan sedikitnya varietas kopi Arabika yang memiliki resistensi terhadap penyakit karat daun, disarankan agar budidaya kopi Arabika tidak dilakukan di wilayah dengan ketinggian kurang dari 800 meter di atas permukaan laut (Sihombing, 2011).

Karakter yang khas pada morfologi kopi arabika adalah tajuknya yang kecil dan ramping serta adanya beberapa percabangan dan daun yang berukuran

kecil. Biji kopi arabika mempunyai beberapa karakteristik yang membedakannya dari biji kopi lainnya, seperti bentuk yang sedikit memanjang, bidang cembung yang tidak terlalu tinggi dan lebih berkilauan daripada jenis lainnya, ujung biji yang mengkilap dan celah tengah di bagian datarnya berlekuk (Panggabean, 2011).

Tanaman kopi arabika memiliki akar tunggang yang memiliki panjang sekitar 45 hingga 50 cm. Pada bagian bawah akar ini terdapat sekitar empat hingga delapan cabang akar yang tumbuh ke bawah dengan panjang sekitar 2 hingga 3 meter (akar vertikal aksial). Selain itu, terdapat juga banyak akar cabang samping yang tumbuh memanjang secara horizontal dengan panjang 2 meter dan terletak pada kedalaman 30 cm. Akar-akar tersebut bercabang merata dan masuk ke dalam tanah. Di bawah permukaan tanah yang sejuk dan lembab, akar cabang memiliki potensi untuk tumbuh secara optimal dan berkembang dengan baik, sebaliknya di bawah permukaan tanah yang kering dan panas, akar akan tumbuh mengarah ke dalam tanah (Budiman, 2012).

Kopi Arabika memiliki bentuk tumbuhan semak tegak atau pohon kecil dengan tinggi antara 5 hingga 6 meter. Ketika mencapai setinggi dada orang dewasa, diameter batangnya bisa mencapai 7 cm. Arabika merupakan jenis kopi yang memiliki dua jenis cabang, yakni cabang *orthogeotropic* yang tumbuh secara vertikal dan cabang *plagiogeotropic* yang memiliki orientasi sudut yang berbeda terhadap batang utama. Di samping itu, biji kopi Arabika memiliki kulit yang berwarna abu-abu, tipis dan menjadi retak dan kasar saat sudah tua (Hiwot, 2011).

Daun arabika memiliki warna hijau tua dan adanya lapisan lilin menghasilkan permukaan daun yang berkilau. Daun ini memiliki ukuran sekitar empat hingga enam inci dengan bentuk yang dapat berupa oval atau lonjong. Daun kopi arabika memiliki karakteristik yang sederhana, seperti memiliki tangkai pendek dan umur daun yang kurang dari satu tahun. Pohon kopi arabika memiliki desain daun bilateral dimana dua helai daun tumbuh berseberangan satu sama lain pada batang (Hiwot, 2011).

Ketika berbunga, kopi Arabika memiliki mahkota yang kecil, kelopaknya berwarna hijau, dan bagian pangkalnya menutupi dua bakal biji yang terdapat dalam buahnya. Benang sari terdiri dari 5-7 tangkai yang relatif kecil. Pada

umumnya, bunga akan muncul pada kopi Arabika setelah berumur sekitar dua tahun. Awalnya, bunga ini muncul dari ketiak daun yang berada pada batang utama atau cabang reproduksi. Bunga majemuk akan muncul dari ketiak daun yang berada di cabang utama. Bunga ini terbentuk dari kuncup-kuncup sekunder dan reproduktif yang perannya berubah sebagai kuncup bunga. Selanjutnya bunga-bunga tumbuh dari kuncupnya secara bersamaan dan berkumpul dalam kelompok (Budiman, 2012).

Kopi memiliki buah yang terdiri dari daging dan biji. Daging buah tersusun oleh tiga bagian, yaitu kulit bagian luar (*eksokarp*), bagian daging (*mesokarp*) dan bagian lapisan kulit yang keras dan tipis (*endokarp*). Buah kopi biasanya memuat dua biji kopi, tetapi terkadang hanya mengandung satu biji atau bahkan tidak memiliki biji (tanpa biji) sama sekali (Budiman, 2012).

Tim Karya Tani Mandiri (2010) menjelaskan bahwa kopi mengandung dua bagian utama yaitu kulit biji dan lembaga. Lembaga yang bisa disebut sebagai *endosperm* sering kali digunakan sebagai bahan dasar dalam pembuatan kopi. Kendala yang terjadi saat perbanyakan tanaman kopi secara generatif adalah lambatnya waktu penyemaian biji kopi untuk tumbuh. Bulir kopi memiliki cangkang biji yang kuat sehingga tidak dapat menyerap air. Proses tumbuhnya benih kopi di wilayah dataran rendah dengan suhu antara 30°C hingga 35°C memakan waktu sekitar 3 hingga 4 minggu, berbeda dengan dataran tinggi yang memerlukan waktu lebih lama antara 6 hingga 8 minggu dikarenakan suhu yang relatif lebih dingin. Menurut penelitian Murniati dan Zuhry tahun 2002, faktor utama yang menyebabkan lamanya waktu yang diperlukan untuk benih kopi berkecambah adalah adanya dormansi fisik. Ini terjadi karena kerasnya kulit benih yang membuat sulit bagi air dan oksigen untuk masuk ke dalam benih, serta menghambat pertumbuhan embrio benih (Putra *et al.*, 2012).

Kopi arabika optimal tumbuh di wilayah dengan ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan laut. Cita rasa biji kopi memberikan manfaat yang positif dari ketinggian tempat di mana kopi tersebut ditanam. Hal tersebut mengakibatkan lokasi perkebunan kopi arabika terbatas dan hanya terdapat di beberapa wilayah tertentu. Kondisi suhu antara 15-24°C diperlukan agar kopi arabika dapat tumbuh dengan baik. Curah hujan yang diperlukan untuk

pertumbuhan optimal tanaman kopi arabika adalah sekitar 2000 sampai 4000 milimeter per tahun. Pertanaman kopi arabika perlu memiliki nutrisi yang cukup dan tanahnya harus memiliki tingkat keasaman (pH) yang berada dalam rentang 5,3 hingga 6,0 (Ditjenbun, 2012).

Manfaat dari kopi antara lain yaitu kemampuannya sebagai zat antioksidan dan peningkatan kinerja otak, menghindari kanker prostat, menahan apnea gangguan pernapasan, menstimulasi sistem saraf serta meningkatkan *mood* dan fokus atau konsentrasi (Aditya, 2015).

B. Dormansi

Dormansi merupakan masa istirahat pada benih namun proses metabolismenya masih berlangsung. Benih dikatakan dorman jika benih tidak berkecambah meskipun berada di lingkungan yang mendukung untuk perkecambahan. Dormansi menyebabkan pertukaran gas dan aliran air terhambat sehingga perkecambahan tertunda. Dormansi dapat terjadi semusim bahkan setahun (Ikayanti, 2017).

Tipe dormansi terbagi ke dalam dormansi primer dan dormansi sekunder. Dormansi primer terbagi dua yaitu dormansi eksogen dimana komponen penting perkecambahan tidak tersedia bagi benih sehingga gagal berkecambah. Biasanya disebabkan karena sifat fisik dari kulit benih dan faktor lingkungan dalam perkecambahan. Selanjutnya yaitu dormansi endogen yang terjadi karena adanya sifat yang melekat pada benih, seperti inhibitor yang berlebih dan benih yang sensitif terhadap suhu dan cahaya. Sedangkan dormansi sekunder terjadi karena hilangnya satu atau lebih faktor penting dalam perkecambahan. Biasanya disebabkan oleh perubahan fisik yang terjadi pada kulit biji (Aldrich, 1984).

Menurut mekanismenya, dormansi terbagi atas dormansi fisik dan fisiologis. Dormansi fisik terjadi karena adanya pembatasan struktural dalam perkecambahan biji, seperti kulit biji yang keras yang menyebabkan proses masuknya air dan gas terhambat. Untuk lebih tepatnya dormansi fisik disebabkan karena adanya impermeabilitas kulit biji terhadap air, resistensi mekanis kulit biji terhadap pertumbuhan embrio dan permeabilitas yang rendah dari kulit biji terhadap gas-gas. Dormansi fisiologis dapat disebabkan oleh ZPT baik sebagai

penghambat maupun sebagai perangsang tumbuh. Penyebab dormansi fisiologis dapat disebabkan karena kondisi embrio yang tidak matang, *after ripening* dan fotodormansi (Sutopo, 1985).

Benih dorman dapat ditanggulangi dengan pematangan dormansi. Pematangan dormansi dilakukan agar benih yang dorman dapat berkecambah. Pematangan dormansi dapat dilakukan secara fisik, kimia dan biologis. Pematangan dormansi secara fisik dapat dilakukan dengan pelukaan benih dengan kertas pasir atau skarifikasi. Pematangan dormansi secara kimiawi dapat dilakukan dengan menggunakan larutan kimia yaitu KNO₃, HCl, H₂SO₄ dan Giberelin (GA₃), sedangkan pematangan dormansi secara biologis dapat dilakukan dengan pengaplikasian PGPR (Ismaturrahmi, 2018).

C. Rizobakteri Indigenus

Mikroorganisme tanah paling banyak ditemukan pada bagian tanah paling atas (rizosfer) sekitar tanaman. Rizosfer pada tanaman merupakan bagian tanah yang menutupi permukaan tanah perakaran tanaman, dan merupakan habitat berbagai spesies bakteri yang secara umum dikenal sebagai rizobakteri. Sebagian dari rizobakteri yang mengolonisasi akar tanaman tidak bersifat patogenik dan bahkan menguntungkan tanaman atau lebih disebut *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) (Sutariati dan Wahab, 2012).

Van Loon (2007) menyatakan bahwa PGPR atau rizobakteri pemacu pertumbuhan tanaman adalah mikroorganisme tanah yang ada di akar tanaman dan memiliki kemampuan untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman dan melindunginya dari patogen tertentu. PGPR berperan penting dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, hasil panen, kesuburan lahan dan mampu menghasilkan hormon tumbuhan seperti auksin, giberelin dan sitokinin, sebagai pelarut fosfat dan fiksasi nitrogen (Vessey, 2003 dalam Spaepen *et al.*, 2009).

Awal mulanya rizobakteri diketahui dari adanya temuan bakteri di dalam tanah oleh Klopper, dimana bakteri itu mendiami daerah perakaran tanaman yang kemudian diinokulasikan ke dalam benih dan ternyata meningkatkan pertumbuhan tanaman. PGPR berada di sekitar perakaran tanaman dapat berperan sebagai sumber kehidupan karena di sana terjadi pertukaran udara, unsur hara,

dekomposisi dan lain-lain. Sebagian besar jenis rizobakteri mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan hormon tumbuh kelompok IAA dan menyediakan unsur hara lainnya (Kumar *et al.*, 2012).

PGPR memiliki peranan penting dalam mengendalikan penyakit layu dan menyuburkan tanaman, hal ini disebabkan karena beberapa hal antara lain memproduksi antibiotik untuk melindungi tanaman dengan cara menghambat pertumbuhan penyakit perakaran. PGPR menjadi pesaing patogen penyebab penyakit dalam mendapatkan makanan di sekitar perakaran sehingga pertumbuhan patogen merugikan berkurang. PGPR merangsang pembentukan hormon atau ZPT auksin, sitokinin dan giberelin sehingga tanaman terlihat subur. PGPR juga menghambat produksi etilen dan meningkatkan penyerapan dan pemanfaatan unsur N, FE, S, P dan Mn oleh tanaman (Anjarwati, 2017).

Terdapat banyak variasi bakteri yang telah terdeteksi sebagai PGPR. Mayoritas berasal dari kelompok bakteri gram negatif, terutama dari genus *Pseudomonas* dan beberapa dari genus *Serratia*. Selain dua genus yang telah disebutkan, beberapa genus lain yang juga diketahui adalah *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Acetobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Flavobacterium* dan *Bacillus*. Walaupun kebanyakan *Bacillus* (jenis bakteri gram positif) tidak termasuk dalam kategori pengoloni akar, beberapa strain dari genus ini memiliki kemampuan untuk melakukannya sehingga dapat diklasifikasikan sebagai PGPR (Wahyudi, 2009).

PGPR (*Plant Growth Promoting Rhizobacteria*) merupakan mikroba yang mempunyai peranan menambat N₂, menghasilkan hormon tumbuh (seperti: IAA, giberelin, sitokinin, etilen), menekan penyakit tanaman asal tanah dengan memproduksi siderofor, glukonase, kitinase, sianida, dan melarutkan hara lainnya (Surtiningsih dan Mariam, 2011).

Hormon IAA yang dikenal sebagai *Indole Acetic Acid* merupakan hormon yang sangat penting dalam pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Sintesis IAA oleh bakteri tertentu merupakan salah satu faktor yang menyebabkan peningkatan pertumbuhan tanaman. Tingkat hormon IAA yang rendah punya dampak besar terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman. IAA atau Asam Indol Asetat memiliki peran dalam merangsang pertumbuhan sel dan

meningkatkan kemampuan sel dalam menyerap air yang menyebabkan peningkatan potensi air jaringan dan terjadinya pemanjangan sel. (Aryantha *et al.*, 2004 dalam Agustian *et al.*, 2010).

Pseudomonas mampu memproduksi sitokinin karena memiliki gen yang berperan dalam proses biosintesis sitokinin. Gen *ipt* merupakan gen yang berperan dalam proses biosintesis sitokinin pada bakteri *A. tumefaciens*, yang juga ditemukan pada *P. syringae* pv. *Savastanoi* disebut *PTZ* (Baca dan Elmerich, 2003).

Gen *ipt* menyandikan enzim isopentenyl transferase yang berperan mengkatalisis sintesis sitokinin yang nantinya menjadi hormon yang diperlukan dalam perbanyakan sel dan diferensiasi tunas. Kelebihan produksi sitokinin oleh gen *ipt* meningkatkan pembelahan sel dan diferensiasi tunas, sehingga sel yang ditransformasi akan membentuk tunas pada media bebas hormon (Rahmawati, 2003).

Akiyoshi *et al.*, (1987) menyatakan sitokinin juga diproduksi oleh cyanobacteria dan beberapa bakteri tanaman patogen (*Agrobacterium tumefaciens*, *Pseudomonas savastanoi*, *Rhodococcus fascians*) serta jamur lendir *Dictyostelium discoideum*. Medium kultur *P. solanacearum*, *P. Fluorescens* dan *P. syringae* pv. *savastanoi* juga memperlihatkan bahwa sitokinin yang terkandung dalam medium merupakan turunan sitokinin seperti trans-zeatin, isopentyl adenosine, zeatin ribosa, dan dihydrozeatin riboside (Wijiastuti, 2013).

Beberapa mikroorganisme yang menghasilkan ACC deaminase, selain dapat mengurangi dampak negatif etilen pada pertumbuhan tanaman juga memiliki kemampuan lain seperti melindungi tanaman dari berbagai cekaman lingkungan seperti genangan dan membantu dalam memproduksi senyawa organik volatil untuk memulihkan tanah yang tercemar logam berat (Glick dan Penrose, 2006 dalam Rahni, 2012).

BAB III METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2022 – Maret 2023 (Lampiran 1). Kegiatan isolasi dan perbanyakan isolat rizobakteri indigenus dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Andalas, Padang dan Laboratorium Fisiologi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang. Sedangkan kegiatan perkecambahan dan pembibitan dilakukan di Lahan Pembibitan Kebun Percobaan Lahan Atas, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

B. Bahan Percobaan

Bahan yang digunakan yaitu benih kopi arabika varietas Sigarar Utang yang diambil dari buah kopi dengan indukan sesuai deskripsi pada Lampiran 4, tanah, pupuk kandang, air, isolat rizobakteri indigenus, alkohol 70%, larutan KOH 3%, media nutrien agar, media nutrien broth, pupuk NPK, air kelapa steril dan aquadest steril.

C. Peralatan Percobaan

Alat yang digunakan di antaranya yaitu tabung reaksi, *petridish*, *vortex*, *sprayer*, *microtube*, label, oven, autoklaf, *laminar air flow*, tali rafia, timbangan digital, *rotary shaker*, mistar, jerigen, gunting, bunsen, jarum ose, gembor, jangka sorong, paranet, tray semai, *polybag*, alat tulis dan alat dokumentasi.

D. Rancangan Percobaan

Sumber rizobakteri indigenus diambil dari koleksi Chaniago *et al.*, (2021), di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, yang berasal dari tanah pertanaman kopi arabika di Aie Dingin, Kecamatan Lembah Gumanti, Kabupaten Solok, Sumatera Barat. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Terdapat 9 perlakuan pada penelitian yang digunakan sebagai berikut :

| | |
|---|-----|
| Tanpa isolat rizobakteri (kontrol) | (A) |
| L2 S2.1 isolat rizobakteri lahan 2 (subur), sampel 2.1 | (B) |
| L2 S3.2 isolat rizobakteri lahan 3 (subur), sampel 3.2 | (C) |
| L4 S1.1 isolat rizobakteri lahan 4 (kurang subur), sampel 1.1 | (D) |
| L4 S1.2 isolat rizobakteri lahan 4 (kurang subur), sampel 1.2 | (E) |
| L1 S3.1 isolat rizobakteri indigenus lahan 1 (subur), sampel 3.1 | (F) |
| L1 S4.1 isolat rizobakteri indigenus lahan 1 (subur), sampel 4.1 | (G) |
| L3 S3.1 isolat rizobakteri indigenus lahan 3 (kurang subur), sampel 3.3 | (H) |
| L3 S5.2 isolat rizobakteri indigenus lahan 3 (kurang subur). Sampel 5.2 | (I) |

Kegiatan perkecambahan benih terdiri dari 3 kali ulangan setiap perlakuan, maka didapat 27 satuan percobaan. Setiap percobaan terdapat 10 sampel benih sehingga terdapat 270 benih.

Pada kegiatan pertumbuhan awal bibit, setiap perlakuan terdiri dari 3 kali ulangan, maka didapat 27 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan terdapat 3 tanaman sampel sehingga terdapat 81 tanaman. Denah perlakuan RAL pertumbuhan awal bibit kopi dapat dilihat pada Lampiran 2 dan denah pengamatan pertumbuhan awal bibit kopi pada satuan percobaan dapat dilihat pada Lampiran 3.

E. Pelaksanaan Percobaan

Adapun tahapan pelaksanaan penelitian sebagai berikut :

1. Sterilisasi Alat Laboratorium

Sterilisasi alat dilakukan dengan menggunakan oven dan autoklaf. *Petridish* dibungkus dengan kertas *reject* dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 180°C selama 2 jam. Untuk sterilisasi alat lain seperti botol scott yang berisi media agar dimasukkan ke dalam autoklaf dengan suhu 121°C bertekanan 1 atm dalam kurun waktu 15 menit. Alat yang disterilkan dalam autoklaf sebelumnya dimasukkan ke dalam plastik tahan panas (termoplastik). Adapun pengerjaan isolasi rizobakteri pada *laminar air flow* perlu digunakan sprayer berisi alkohol 70% dan bunsen untuk mencegah terjadinya kontaminasi mikroba saat dilakukan isolasi rizobakteri.

2. Peremajaan Rizobakteri Indigenus

a. Peremajaan Rizobakteri Indigenus

Isolat rizobakteri indigenus diperoleh dari koleksi Chaniago *et al.*, (2021), di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Andalas. Isolat rizobakteri indigenus dari *microtube* yang telah dihomogenkan dengan vortex, lalu diremajakan pada medium nutrisi agar dalam cawan *petridish* dengan metode gores T yaitu dengan menggoreskan rizobakteri dengan jarum ose pada media NA secara zigzag dan diinkubasi 2x24 jam pada suhu ruang.

b. Konfirmasi Isolat Rizobakteri Indigenus

Uji gram

KOH 3% diteteskan ke kaca objek, kemudian dicampurkan dengan 1 koloni tunggal rizobakteri. Jika tidak menggumpal maka bakteri bersifat gram positif dan apabila menggumpal maka bakteri bersifat gram negatif (Schaad *et al.*, 2001). Karakterisasi bakteri dapat dilihat pada Lampiran 5.

Uji *Hipersensitivity Reaction* (HR)

Uji HR dilakukan untuk mengetahui bakteri yang tergolong patogen bagi tanaman. Suspensi rizobakteri dengan 1 koloni tunggal disuntikkan ke jaringan permukaan bawah daun *Mirabilis jalapa* dan diinkubasi selama 2x24 jam. Jika gejala nekrotik terlihat pada daun maka bakteri tergolong patogen dan jika tidak terlihat maka bakteri tergolong non patogen (Klement *et al.*, 1993).

Apabila bakteri bersifat patogen, maka isolat rizobakteri tersebut tidak dapat digunakan sebagai bahan pemacu pertumbuhan tanaman atau *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR) dan dapat digantikan dengan bakteri lain yang tidak tergolong patogen.

c. Perbanyak Rizobakteri Indigenus

Perbanyak rizobakteri indigenus dilakukan dalam medium cair. Biakan murni rizobakteri indigenus berumur 2x24 jam diambil 1 koloni tunggal, kemudian dimasukkan ke dalam 25 ml medium nutrisi broth dalam botol kultur dan diinkubasi pada *rotary shaker* selama 24 jam dengan kecepatan 150 rpm. Setelah 24 jam, 25 ml hasil *preculture* dipindahkan ke dalam 250 ml air kelapa

steril (air kelapa disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 15 menit) dan diinkubasi pada *rotary shaker* selama 48 jam. Kemudian 250 ml suspensi tersebut dimasukkan ke dalam 1,5 liter air kelapa steril dalam jerigen (volume 2 liter) untuk *main culture*. *Main culture* diinkubasi selama 7x24 jam dengan bantuan aerator yang berfungsi untuk menggerakkan air di dalam jerigen dan penghasil tambahan oksigen (Yanti *et al.*, 2013).

3. Persiapan Benih Kopi

Benih kopi yang digunakan adalah benih kopi arabika varietas Sigarar Utang yang langsung diambil buahnya dari perkebunan kopi di Solok Radjo baik dari segi fisiologis, morfologis, fisik dan patologi. Benih yang dibutuhkan berjumlah 270 sampel. Benih yang digunakan dilakukan uji keseragaman terlebih dahulu, terlihat dari fisiologis benih yang ditandai dengan buah yang berwarna merah, berbentuk oval, biji berwarna kuning pucat keabuan dan bentuk bijinya bulat memanjang. Benih yang seragam juga harus murni bervariasi Sigarar Utang dan tidak ada kotoran maupun patogen yang ada pada benih. Selanjutnya dilakukan imbibisi pada benih kopi dengan perendaman air selama 2x24 jam. Setelah direndam, benih kopi dikering anginkan selama 1x24 jam.

4. Inokulasi Rizobakteri

Isolat rizobakteri diinokulasi dengan cara direndamkan pada benih kopi. Benih kemudian direndam sesuai dengan perlakuan yang telah dirancang. Benih direndam sebanyak 10 sampel pada setiap ulangannya. Perendaman dilakukan 1x24 jam pada saat awal dimulai penelitian dengan konsentrasi 10% yaitu 10 ml isolat PGPR dan 90 ml air (Widyaningrum, 2017).

5. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan terdiri dari tanah yang telah disterilisasi dan dicampurkan dengan pupuk kandang yang telah diinkubasi dengan perbandingan 1:1. Sterilisasi tanah menyebabkan kontaminasi mikroorganisme yang merugikan dapat dihindarkan. Sterilisasi tanah dilakukan dengan cara dipanaskan dalam loyang atau kuili. Proses sterilisasi berlangsung selama 2 jam/hari selama 3 hari berturut-turut. Media tanam diinkubasi selama 1 minggu agar reaksi pupuk kandang dan tanah dapat berjalan sempurna. Media tanam

disiapkan dengan bobot 2 kg untuk perkecambahan benih kopi dalam tray semai dan 3 kg setelah bibit kopi dipindahkan ke dalam *polybag*.

6. Perkecambahan Benih Kopi

Benih kopi yang telah diinokulasi dengan rizobakteri selanjutnya dikecambahkan di dalam tray plastik yang beralaskan tisu di dalam ruangan. Setelah benih kopi berkecambah yang ditandai dengan munculnya radikula lebih kurang 2 mm selanjutnya dipindahkan ke dalam tray semai yang telah berisi tanah di luar ruangan yaitu rumah kawat pada 2 MST. Benih yang dikecambahkan dinaungi oleh paranet dan tenda plastik. Selanjutnya dilakukan penyiraman 1x sehari tergantung cuaca di rumah kawat. Benih berkecambah setelah 6-8 MST yang diketahui dari munculnya plumula dan kotiledon yang terangkat ke atas.

7. Pemasangan Tiang Standar dan Pelabelan

Pemasangan tiang standar dan pelabelan dilakukan bersamaan dengan penyusunan media tanam *polybag* sesuai dengan satuan percobaan yang sesuai dengan denah penetapan satuan percobaan (Lampiran 2). Tiang standar dipasang pada setiap *polybag*. Standar pengukuran tinggi pada tiang standar yaitu 2 cm di atas permukaan tanah. Selanjutnya tali rafia dan gunting digunakan untuk membatasi area penanaman pada benih kopi yang siap untuk dipindahkan ke *polybag*.

8. Penanaman

Penanaman dilakukan di media tanam yaitu *polybag* setelah benih kopi berkecambah atau 8 MST yang ditandai dengan munculnya plumula dan kotiledon yang terangkat ke atas. Benih yang telah berkecambah di tray semai dipindahkan ke *polybag* yang telah ternaungi oleh paranet. Bibit yang dipindahkan adalah bibit yang berasal dari benih yang berkecambah normal (Lampiran 6a) pada satuan percobaan penelitian. Bibit yang dipindahkan ke *polybag* diambil 3 sampel setiap satuan percobaan dengan tinggi bibit yang hampir sama. Selanjutnya disiram 1x sehari tergantung cuaca pada kondisi lapangan.

9. Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiraman, penyiangan dan pemupukan :

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan sebanyak satu kali dalam sehari pada pagi atau sore hari sesuai dengan kondisi cuaca. Penyiraman dilakukan menggunakan gembor. Penyiraman dilakukan untuk menjaga kelembaban media tanam dan tersedianya air yang cukup bagi tanaman.

b. Penyiangan

Penyiangan dilakukan terhadap gulma yang tumbuh di sekitar bibit kopi baik yang berada di dalam ataupun sekitaran luar *polybag* dengan cara mekanik yaitu dicabut menggunakan tangan ataupun menggunakan alat bantu lain. Penyiangan dilakukan agar tidak terjadi persaingan hara antara bibit dengan gulma

c. Pemupukan

Pemberian pupuk NPK (16:16:16) dilakukan sebanyak 2 kali selama penelitian yaitu pada satu minggu setelah pembibitan dengan dosis 1,5 g (Sari, 2018) dan delapan minggu setelah tanam dengan dosis 3 g (Irwanto, 2019). Pupuk diberikan melingkari tanaman kemudian ditutup dengan tanah agar meminimalisir resiko pupuk untuk menguap atau tercuci oleh air hujan. Pemupukan dilakukan untuk memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman.

F. Variabel Pengamatan

Pengamatan dilakukan setiap hari untuk daya kecambah dan sekali dua minggu untuk pengamatan pertumbuhan awal kopi. Pengamatan dilakukan selama lima bulan.

1. Perkecambahan Hitung Pertama (%)

Pengamatan perkecambahan hitung pertama dilakukan untuk mengetahui keserempakan tumbuh benih berdasarkan perkecambahan benih pada hari pertama dilakukannya pengamatan. Pengamatan dilakukan pada benih yang dikecambahkan di tray semai yang dilakukan sekali setelah benih dikecambahkan yaitu 21 HST (Ditjenbun, 2023). Pengujian perkecambahan hitung pertama dilakukan dengan perhitungan berikut :

$$\%FCT = \frac{\Sigma KN}{\Sigma TB} \times 100\%$$

Keterangan :

- % FCT : Persentase daya kecambah
- ΣKN : Jumlah benih berkecambah normal
- ΣTB : Jumlah benih yang dikecambahkan

2. Patah Dormansi

Pengamatan patah dormansi dilakukan dengan menghitung waktu yang dibutuhkan kopi arabika untuk berkecambah lebih kurang 50% pada satuan percobaan. Pengamatan dilakukan pada media tisu dengan ditandai munculnya radikula pada benih dengan ukuran lebih kurang 2 mm. Pengamatan dimulai pada hari pertama dikecambahkan hingga muncul radikula sepanjang 2 mm sebanyak 50% benih sampel setiap satuan percobaan.

3. Daya Berkecambah

Pengamatan uji daya kecambah normal diamati setiap perlakuan pada akhir pengamatan yaitu 8 MST. Pengamatan uji daya kecambah normal dilakukan di media tray semai. Kriteria kecambah normal diketahui dari sistem perakaran yang baik, tumbuhnya plumula dan adanya dua kotiledon pada kecambah. Pengujian daya kecambah benih normal dilakukan dengan perhitungan berikut :

$$\begin{aligned} \text{Persentase Benih Kecambah Normal} &= \%KN = \frac{\Sigma KN}{\Sigma TB} \times 100\% \\ \text{Persentase Benih Kecambah Abnormal} &= \%KA = \frac{\Sigma KA}{\Sigma TB} \times 100\% \\ \text{Persentase Benih Mati} &= \%BM = \frac{\Sigma BM}{\Sigma TB} \times 100\% \end{aligned}$$

Keterangan :

- %KN : Persentase daya kecambah normal
- %KA : Persentase daya kecambah abnormal
- %BM : Persentase benih mati
- ΣKN : Jumlah benih berkecambah normal
- ΣKA : Jumlah benih berkecambah abnormal
- ΣBM : Jumlah benih mati
- ΣTB : Jumlah benih yang dikecambahkan

4. Nilai Indeks (IVT)

Pengamatan hari berkecambah benih dilakukan dengan menghitung lama benih berkecambah dalam satuan hari. Data yang diamati adalah waktu benih mulai berkecambah. Ditandai dengan munculnya radikula pada benih kopi sepanjang 2 mm.

Perhitungan Nilai Index (IVT) dilakukan dengan rumus berikut :

$$IVT = \sum \frac{KN}{HK}$$

Keterangan :

- IVT : Nilai Index Benih
- KN : Jumlah Benih Berkecambah Normal
- HK : Hari Benih Berkecambah

5. Waktu Muncul Radikula dan Kotiledon

Pengamatan waktu muncul radikula dilakukan saat muncul akar pada permukaan kulit benih yang dilakukan pada media tisu. Pengamatan dilakukan setiap hari pada setiap bahan percobaan dari hari pertama sampai radikula muncul sepanjang 2 mm. Sedangkan pengamatan waktu muncul kotiledon diamati ketika kotiledon terbuka sempurna. Pengamatan dilakukan di tray semai dan diamati setiap hari dimulai dari hari pertama benih dikecambahkan hingga kotiledon terbuka sempurna.

6. Tinggi Bibit (cm)

Data awal tinggi tanaman dihitung pada 2 MST setelah bibit kopi dipindahkan ke *polybag* sampai akhir pengamatan yaitu 12 MST. Pengamatan tinggi bibit dilakukan dengan cara mengukur mulai dari ujung tiang standar sampai pada ujung titik tumbuh dengan menggunakan mistar. Selanjutnya tinggi bibit diukur setiap 1x2 minggu dengan menggunakan mistar.

7. Jumlah Daun (helai)

Data awal jumlah daun dihitung pada 2 MST setelah bibit kopi dipindahkan ke *polybag* sampai akhir pengamatan yaitu 12 MST. Pengamatan jumlah daun dilakukan dengan menghitung pertambahan jumlah daun. Daun yang

dihitung adalah daun yang telah terbuka sempurna. Selanjutnya jumlah daun pada bibit kopi dihitung setiap 1x2 minggu.

8. Panjang Daun Terpanjang (cm)

Data pengamatan panjang daun terpanjang dihitung pada 2 MST setelah bibit kopi dipindahkan ke *polybag* sampai akhir pengamatan yaitu 12 MST. Pengamatan panjang daun terpanjang dilakukan dengan mengukur bagian daun yang terpanjang pada setiap sampel pada satuan percobaan. Pengamatan dilakukan setiap 1x2 minggu menggunakan mistar.

9. Lebar Daun Terlebar (cm)

Data pengamatan daun terpanjang dihitung pada 2 MST setelah bibit kopi dipindahkan ke *polybag* sampai akhir pengamatan yaitu 12 MST. Pengamatan lebar daun terlebar dilakukan dengan mengukur bagian daun yang terlebar pada setiap sampel pada satuan percobaan. Pengamatan dilakukan setiap 1x2 minggu menggunakan mistar atau meteran.

10. Diameter Batang (mm)

Data awal diameter batang dihitung pada 2 MST setelah bibit kopi dipindahkan ke *polybag* sampai akhir pengamatan yaitu 12 MST. Pengamatan diameter batang dilakukan dengan mengukur bagian pangkal yang berada pada tiang standar (5 cm dari permukaan tanah *polybag*) menggunakan jangka sorong. Diameter batang diukur setiap 1x2 minggu dengan menggunakan jangka sorong.

11. Bobot Segar Tajuk Bibit (g)

Pengamatan dilakukan ketika bibit kopi berumur 12 MST. Pengamatan bobot segar tajuk bibit dilakukan dengan cara memotong batang pada pangkal batang, lalu dikering anginkan pada suhu ruangan selama 1-2 jam. Selanjutnya batang dan daun ditimbang menggunakan timbangan digital.

12. Bobot Kering Tajuk Bibit (g)

Pengamatan dilakukan ketika bibit kopi berumur 12 MST. Pengamatan bobot kering tajuk bibit dilakukan dengan cara memotong batang pada pangkal

batang, kemudian batang dicuci dan dikeringkan menggunakan oven selama 48 jam dengan suhu 70°C . Selanjutnya batang dan daun ditimbang menggunakan timbangan digital.

13. Bobot Segar Akar Bibit (g)

Pengamatan dilakukan ketika bibit kopi berumur 12 MST. Pengamatan bobot segar akar bibit dilakukan dengan cara memotong akar pada leher akar. Setelah itu dicuci hingga bersih dari tanah lalu dikering anginkan pada suhu ruangan selama 1-2 jam. Selanjutnya akar ditimbang menggunakan timbangan digital.

14. Bobot Kering Akar Bibit (g)

Pengamatan dilakukan ketika bibit kopi berumur 12 MST. Pengamatan bobot kering akar bibit dilakukan dengan cara memotong akar pada leher akar. Setelah itu dicuci hingga bersih dari tanah dan keringkan menggunakan oven selama 48 jam dengan suhu 70°C . Selanjutnya akar ditimbang menggunakan timbangan digital.

15. Rasio Tajuk Akar

Rasio tajuk akar didapat setelah dilakukan pengamatan bobot kering dari tajuk dan akar bibit. Sampel yang diambil adalah tajuk dan akar yang telah dikeringkan dari oven selama 48 jam dengan suhu 70°C . Rasio tajuk akar diperoleh dari membandingkan bobot kering tajuk dengan bobot kering akar.

G. Analisis data

Data hasil pengamatan dianalisis secara statistik untuk mengetahui perlakuan yang memberikan pengaruh dengan menggunakan uji F pada taraf 5% dan untuk data yang berbeda nyata diuji lanjut dengan menggunakan uji Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) pada taraf 5%. Untuk data diskrit dilakukan transformasi data dengan ketentuan tertentu.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perkecambahan Hitung Pertama (%)

Hasil pengamatan setelah analisis statistik menunjukkan pengaruh yang sama terhadap perkecambahan hitung pertama pada berbagai perendaman larutan rizobakteri indigenus. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perkecambahan hitung pertama benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman rizobakteri indigenus.

| Isolat | Nilai FCT Benih (%) |
|--------------------------|---------------------|
| Tanpa isolat rizobakteri | 100,00 |
| Isolat L1 S3.1 | 100,00 |
| Isolat L1 S4.1 | 100,00 |
| Isolat L2 S2.1 | 100,00 |
| Isolat L2 S3.2 | 100,00 |
| Isolat L3 S3.1 | 100,00 |
| Isolat L3 S5.2 | 100,00 |
| Isolat L4 S1.1 | 100,00 |
| Isolat L4 S1.2 | 100,00 |
| KK = 0,00% | |

Keterangan : Angka-angka yang tercantum pada kolom tidak dilakukan uji F karena menunjukkan hasil yang seragam.

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa semua perlakuan perendaman dan tanpa perendaman memberikan hasil yang sama. Benih kopi tanpa perendaman rizobakteri memberikan nilai yang sama dengan semua perlakuan benih yang direndam dengan berbagai jenis rizobakteri. Hal ini menyatakan bahwa benih masih mampu untuk berkecambah serempak tanpa dilakukan perendaman rizobakteri indigenus.

Semua jenis perlakuan perendaman pada benih kopi yang memberikan nilai 100% membuktikan bahwa benih yang digunakan adalah benih vigor karena semua benih sampel yang diamati dapat berkecambah sebelum hari hitung pertama perkecambahan benih yaitu 21 HST. Semua benih yang diuji dapat berkecambah saat pengamatan perkecambahan hitung pertama disebabkan karena benih yang dikecambahkan adalah benih yang langsung diambil dari buah kopi

tanpa adanya kegiatan penyimpanan benih. Sehingga benih mudah mengalami patah dormansi dan dapat berkecambah dengan cepat.

Perkecambahan hitung pertama dilakukan untuk menentukan tingkat keserempakan benih untuk berkecambah. Semakin tinggi perkecambahan hitung pertama maka semakin serempak suatu benih untuk berkecambah. Semakin lambat benih berkecambah akan berdampak terhadap vigor kekuatan tumbuh. Vigor benih yang tinggi dapat diketahui dari mutu benih tersebut mulai dari sisi fisiologis, genetik, fisik maupun patologi pada suatu benih (Mu'awanah *et al.*, 2022).

B. Waktu Benih Patah Dormansi T_{50}

Hasil pengamatan berdasarkan analisis statistik waktu benih patah dormansi menunjukkan adanya pengaruh berbeda nyata (Lampiran 7a) pada berbagai perlakuan perendaman larutan rizobakteri indigenus. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Waktu benih kopi Sigarar Utang patah dormansi dengan perendaman rizobakteri indigenus

| Isolat | Waktu Benih Patah Dorman (HSP) |
|--------------------------|--------------------------------|
| Isolat L1 S4.1 | 7,67 a |
| Isolat L3 S5.2 | 8,00 a |
| Isolat L4 S1.2 | 8,67 ab |
| Tanpa isolat rizobakteri | 8,67 ab |
| Isolat L2 S3.2 | 9,00 b |
| Isolat L1 S3.1 | 9,67 b |
| Isolat L3 S3.1 | 10,33 bc |
| Isolat L2 S2.1 | 11,00 c |
| Isolat L4 S1.1 | 12,00 d |

KK = 4,66 %

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan data analisis, Benih kopi mengalami patah dormansi pada 7,67 – 12 HSP . Perendaman benih dalam larutan rizobakteri tidak tampak dapat mempengaruhi waktu benih kopi untuk patah dormansi. Hal ini dapat dilihat dari

data bahwa perlakuan tanpa perendaman rizobakteri indigenus tidak berbeda nyata ketika dibandingkan dengan perlakuan rizobakteri indigenus isolat L1 S4.1, L3 S5.2, L4 S1.2, L2 S3.2, L1 S3.1 dan L3 S3.1, namun perlakuan dengan isolat L1 S4.1 dan L3 S5.2 memiliki waktu patah dormansi yang berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya yaitu isolat L4 S1.1, L2 S2.1, L3 S3.1, L1 S3.1 dan L2 S3.2.

Lamanya patah dormansi dapat disebabkan oleh faktor fisiologis benih dalam melakukan metabolisme untuk mempercepat laju perkecambahan tidak optimal karena dipengaruhi oleh gen dari benih kopi, hormon yang berperan dalam pematangan dormansi kopi dan nutrisi yang diperlukan benih masih belum optimal untuk mempercepat pematangan dormansi benih kopi. Lamanya patah dormansi juga dapat disebabkan oleh lingkungan yang tidak mendukung benih kopi dalam pengamatan patah dormansi. Kegiatan imbibisi juga dapat membantu benih kopi dalam melakukan pematangan dormansi.

Adanya hasil yang tidak optimal yaitu isolat rizobakteri L4 S1.1 disebabkan karena kurangnya pengaruh isolat rizobakteri terhadap laju benih untuk patah dormansi perkecambahan yang dilakukan pada media tisu. Media tisu yang tidak memiliki nutrisi menyebabkan PGPR tidak dapat berperan optimal dalam serapan hara sehingga benih kopi memanfaatkan cadangan makanan sendiri untuk perkecambahan benih.

C. Daya Berkecambah

Daya kecambah merupakan tolak ukur kemampuan benih untuk tumbuh pada kondisi lingkungan yang optimum. Terdapat tiga kriteria daya kecambah benih yaitu daya kecambah normal, daya kecambah abnormal dan benih mati. Untuk evaluasi kriteria daya kecambah dilampirkan pada Lampiran 6.

1. Kecambah Normal

Hasil pengamatan analisis uji F daya berkecambah normal pada berbagai perendaman larutan rizobakteri indigenus menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata (Lampiran 7b). Hasil pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Daya kecambah normal benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus.

| Isolat | Daya Kecambah Normal Benih (%) |
|--------------------------|--------------------------------|
| Isolat L3 S5.2 | 93,33 |
| Isolat L1 S4.1 | 93,33 |
| Isolat L2 S3.2 | 86,67 |
| Isolat L2 S2.1 | 86,67 |
| Isolat L4 S1.2 | 83,33 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 80,00 |
| Isolat L1 S3.1 | 73,33 |
| Isolat L3 S3.1 | 70,00 |
| Isolat L4 S1.1 | 66,67 |
| KK = 19,13 % | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Rizobakteri diketahui dapat memberikan peningkatan kecambah benih normal pada kopi, hal ini dapat dilihat pada perendaman benih kopi pada isolat L1 S4.1 dan L3 S5.2 hampir memperlihatkan hasil yang optimal daripada tanpa perendaman rizobakteri. Adanya nilai persentase perkecambahan yang lebih optimal daripada tanpa perendaman rizobakteri diketahui karena adanya peran PGPR pada benih kopi. Mu'awanah, Firmansyah, dan Kasifah (2022) menjelaskan bahwa walaupun tidak terlihat perbedaan dari nilai persentase perkecambahan, namun dari segi laju perkecambahan nampak adanya peran PGPR dalam menginduksi pertumbuhan benih kopi.

Tingginya angka kecambah normal pada kopi juga disebabkan karena benih kopi yang diambil merupakan benih kualitas baik, benih yang berkualitas baik dapat diketahui dari kondisi fisiologis yang baik, tidak cacat dan tidak rusak. Kondisi yang tidak cacat ini akhirnya membantu benih untuk bekerja lebih optimal sehingga metabolisme dalam benih lancar dan perkecambahan benih terjadi secara normal.

Tidak adanya perbedaan yang nyata pada berbagai perlakuan perendaman rizobakteri indigenus menjelaskan bahwa perendaman benih dalam larutan rizobakteri indigenus tidak berpengaruh pada hasil kecambah normal. Tidak adanya pengaruh yang berbeda nyata ini dapat disebabkan oleh konsentrasi

rizobakteri indigenus yang sedikit untuk diaplikasikan pada benih kopi. Sehingga koloni rizobakteri yang terdapat dalam benih sedikit dan akhirnya tidak berperan besar dalam perkecambahan benih kopi.

2. Kecambah Abnormal

Hasil pengamatan analisis uji F pada daya berkecambah benih abnormal dengan berbagai perendaman larutan rizobakteri indigenus menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh yang berbeda nyata (Lampiran 7c). Data pengamatan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Daya kecambah abnormal benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus.

| Isolat | Daya Kecambah Abnormal (%) |
|--------------------------|----------------------------|
| Isolat L1 S4.1 | 0,00 |
| Isolat L2 S3.2 | 3,33 |
| Isolat L3 S5.2 | 3,33 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 6,67 |
| Isolat L1 S3.1 | 10,00 |
| Isolat L2 S2.1 | 10,00 |
| Isolat L4 S1.2 | 10,00 |
| Isolat L4 S1.1 | 13,33 |
| Isolat L3 S3.1 | 20,00 |
| KK = 18,80 % | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Adanya kecambah abnormal pada benih kopi disebabkan adanya beberapa benih yang memiliki faktor genetik yang tidak optimal, seperti kerusakan pada sel yang menyebabkan pertumbuhan benih menjadi terhambat, pertumbuhan yang terhambat menyebabkan fungsi sel pada benih kopi ikut terhambat sehingga benih kop tumbuh kerdil.

Hasil pengamatan menjelaskan bahwa isolat rizobakteri indigenus tidak terlalu berperan dalam pengamatan kecambah abnormal. Isolat rizobakteri indigenus masih belum mampu mencegah terjadinya kecambah abnormal pada kopi. Hal ini dapat disebabkan karena konsentrasi isolat yang kurang optimal

sehingga koloni rizobakteri yang berada pada benih kopi tidak mampu berperan optimal dalam mengatasi kecambah abnormal.

Selain itu, Arif dan Akbar (2018) mengungkapkan bahwa kadar air benih dapat mempengaruhi perkecambahan benih, tingginya kadar air pada benih menyebabkan kondisi embrio pada benih terganggu sehingga benih tumbuh abnormal meskipun telah diberikan perlakuan untuk mendukung perkecambahan benih.

3. Benih Mati

Hasil pengamatan uji F pada benih mati kopi dengan berbagai perendaman larutan rizobakteri indigenus menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata (Lampiran 7d). Data pengamatan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Benih mati pada kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus.

| Isolat | Benih Mati (%) |
|--------------------------|----------------|
| Isolat L2 S2.1 | 3,33 |
| Isolat L3 S5.2 | 3,33 |
| Isolat L1 S4.1 | 6,67 |
| Isolat L4 S1.2 | 6,67 |
| Isolat L2 S3.2 | 10,00 |
| Isolat L3 S3.1 | 10,00 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 13,33 |
| Isolat L1 S3.1 | 16,67 |
| Isolat L4 S1.1 | 26,67 |
| KK = 17,32% | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Adanya benih mati disebabkan karena faktor fisiologis suatu benih, benih mati pada kopi terjadi karena adanya kerusakan sel saat dilakukan pengamatan perkecambahan. Kerusakan sel inilah yang menyebabkan benih kopi tidak memiliki kemampuan metabolisme dengan baik. Benih yang rusak dapat diketahui dari benih yang berubah warna, dalam kondisi di penelitian ditemukan adanya benih kopi yang berubah warna menjadi hitam yang dapat disimpulkan bahwa benih berubah warna karena busuk dan akhirnya mati.

Benih mati juga dapat disebabkan karena faktor dari lingkungan, kelembaban yang tinggi menyebabkan kondisi benih kurang optimal. Tingginya kelembaban menyebabkan terjadinya penyerapan air dari udara yang menyebabkan benih lembab sehingga terjadinya kerusakan fisik pada benih (Fachruri *et al.*, 2019).

D. Nilai Index (*Index Value Test*)

Data hasil pengamatan nilai index benih kopi terhadap berbagai perendaman larutan rizobakteri indigenus setelah dilakukan analisis statistik menunjukkan hasil yang berbeda nyata (Lampiran 7e). Hasil data nilai index benih kopi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai index benih kopi Sigarar Utang dengan perendaman larutan rizobakteri indigenus

| Isolat | Nilai Index Benih | |
|--------------------------|-------------------|----|
| Isolat L1 S4.1 | 1,26 | a |
| Isolat L3 S5.2 | 1,23 | a |
| Isolat L4 S1.2 | 1,15 | ab |
| Isolat L2 S3.2 | 1,11 | b |
| Tanpa isolat rizobakteri | 1,10 | c |
| Isolat L1 S3.1 | 1,05 | cd |
| Isolat L3 S3.1 | 0,98 | d |
| Isolat L2 S2.1 | 0,90 | e |
| Isolat L4 S1.1 | 0,86 | e |
| KK = 6,51 % | | |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Nilai index L1 S4.1, L3 S5.2, L4 S1.2 dan L2 S3.2 memiliki pengaruh yang berbeda dibandingkan dengan tanpa perendaman PGPR, nilai indeks pada pengamatan ini juga sebanding dengan nilai patah dormansi pada pengamatan benih kopi. Nilai indeks yang berbeda membuktikan bahwa isolat L1 S4.1 dan L3 S5.2 membantu benih kopi untuk menjaga viabilitas dan vigor sehingga dapat berkecambah dengan baik.

Perkecambahan yang baik disebabkan karena metabolisme benih bekerja dengan baik, menyebabkan benih dapat berkecambah lebih cepat. Hal ini

diperkuat oleh pendapat Gumelar, Tefa dan Kenjam (2022) yang menyatakan bahwa nilai indeks berbanding lurus dengan kecepatan tumbuh benih, semakin tinggi nilai indeks pada suatu benih maka tinggi pula kecepatan tumbuh benih sehingga menjadi vigor dan tahan untuk tumbuh di daerah sub optimum.

E. Waktu Muncul Radikula dan Kotiledon

4. Waktu Muncul Radikula

Hasil pengamatan waktu muncul radikula setelah perendaman benih kopi pada berbagai larutan rizobakteri indigenus menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (Lampiran 7f). Data pengamatan analisis statistik waktu muncul radikula benih kopi dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Waktu muncul radikula pada benih kopi Sigarar Utang setelah dilakukan perendaman rizobakteri indigenus

| Isolat | Waktu Muncul Radikula Benih (HSP) |
|--------------------------|-----------------------------------|
| Isolat L1 S4.1 | 8,17 a |
| Isolat L3 S5.2 | 8,33 a |
| Isolat L4 S1.2 | 9,10 a |
| Isolat L2 S3.2 | 9,13 ab |
| Tanpa isolat rizobakteri | 9,33 ab |
| Isolat L1 S3.1 | 9,90 b |
| Isolat L3 S3.1 | 10,43 c |
| Isolat L2 S2.1 | 11,17 d |
| Isolat L4 S1.1 | 11,77 e |
| KK = 3,32 % | |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Waktu muncul radikula lebih cepat setelah diberi perlakuan isolat L1 S4.1, L3 S5.2 dan L4 S1.2 karena terbukti memberikan hasil yang berbeda ketika dibandingkan dengan isolat L1 S3.1, isolat L3 S3.1, isolat L2 S2.1 dan isolat L4 S1.1, namun masih belum memberikan pengaruh yang berbeda nyata ketika dibandingkan dengan tanpa perendaman isolat rizobakteri indigenus. Hasil ini sejalan dengan pengamatan waktu benih patah dorman. Peran rizobakteri

indigenus yang diaplikasikan masih belum memberikan hasil yang terbaik untuk mempercepat munculnya radikula pada benih kopi.

Waktu muncul radikula benih kopi setelah direndam pada berbagai jenis isolat rizobakteri indigenus menunjukkan kisaran 8,17 HSP – 11,77 HSP. Munculnya radikula pada benih juga disebabkan karena terkelupasnya kulit benih kopi sehingga hambatan mekanis kulit benih berkurang yang menyebabkan air dan oksigen dengan mudah masuk ke dalam benih dan mempercepat munculnya radikula (Dharma *et al.*, 2015).

Kurangnya peran rizobakteri dalam mempercepat munculnya radikula juga disebabkan karena media yang digunakan untuk melakukan pengamatan hanya menggunakan media tisu, akibatnya rizobakteri tidak berperan optimal untuk membantu munculnya radikula, sebab tidak ada unsur hara yang dapat diserap rizobakteri, sehingga benih kopi hanya mengandalkan cadangan makanan.

5. Waktu Muncul Kotiledon

Hasil pengamatan waktu muncul kotiledon pada benih kopi terhadap berbagai perendaman larutan rizobakteri indigenus menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (Lampiran 7g). Data waktu muncul kotiledon benih kopi setelah dianalisis uji statistik dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Waktu muncul kotiledon pada benih kopi Sigarar Utang setelah dilakukan perendaman rizobakteri indigenus

| Isolat | Waktu Muncul Kotiledon Benih (HSP) | |
|--------------------------|------------------------------------|----|
| Isolat L1 S4.1 | 43,59 | a |
| Isolat L3 S5.2 | 44,75 | a |
| Isolat L2 S3.2 | 46,15 | ab |
| Tanpa isolat rizobakteri | 47,28 | b |
| Isolat L4 S1.2 | 47,44 | b |
| Isolat L1 S3.1 | 47,72 | b |
| Isolat L3 S3.1 | 49,34 | c |
| Isolat L2 S2.1 | 49,44 | c |
| Isolat L4 S1.1 | 51,96 | d |
| KK = 1,85 % | | |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Waktu muncul kotiledon memiliki pengaruh yang berbeda nyata dibandingkan tanpa isolat rizobakteri ketika benih kopi direndam dengan isolat L1 S4.1 dan L3 S5.2. Sedangkan perlakuan isolat L2 S3.2, L4 S1.2 dan L1 S3.1 tidak memberikan pengaruh yang berbeda ketika dibandingkan dengan tanpa perlakuan. Sementara perlakuan isolat L3 S3.1, L2 S2.1 dan L4 S1.1 tidak memberikan pengaruh yang lebih baik dibandingkan tanpa perendaman isolat rizobakteri. Sehingga dapat diketahui bahwa terdapat beberapa isolat rizobakteri yang tidak berperan dalam mempercepat munculnya kotiledon pada benih kopi.

Benih kopi setelah diaplikasikan rizobakteri indigenus dapat membuka kotiledon secara sempurna pada 43,59 HSP – 51,96 HSP. Terbukanya kotiledon secara sempurna juga dibantu dengan terkelupasnya kulit biji sehingga plumula dapat terbuka sempurna dengan leluasa.

Peran rizobakteri juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan kondisi media tanam yang digunakan. Kondisi media tanam yang bagus memberikan peran rizobakteri dalam menyerap unsur hara pada tanah. Terbantunya penyerapan unsur hara oleh rizobakteri menyebabkan radikula mudah menyerap nutrisi dari tanah sehingga menstimulasi munculnya kotiledon dan akhirnya plumula dapat terbuka sempurna (Kasifah *et al.*, 2022).

F. Pertambahan Tinggi Bibit

Hasil uji F pada pertambahan tinggi bibit pada berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata (Lampiran 7h) . Data pengamatan laju pertambahan tinggi bibit kopi arabika dapat dilihat pada Tabel 9.

Pertumbuhan tinggi bibit kopi setelah 12 MST berkisar antara 7,81-9,32 cm. Berdasarkan hasil diketahui bahwa beberapa jenis rizobakteri juga dapat meningkatkan laju pertumbuhan tinggi bibit kopi. Hal ini terlihat pada hasil isolat rizobakteri L2 S3.2 yang dapat meningkatkan laju pertambahan tinggi kopi hingga 5,04 cm dibandingkan benih kopi tanpa pengaplikasian isolat hanya bertambah tinggi sebanyak 4,11 cm. Hal ini sesuai dengan pernyataan Mulyawan, Indriyati, Widiastuti, dan Sabiham (2019) yang menyatakan bahwa PGPR memiliki fitohormon dari enzim IAA untuk membantu pertumbuhan tanaman. Enzim IAA

berperan besar dalam pembesaran sel. Pembesaran sel inilah yang menyebabkan terjadinya pertumbuhan pada bibit kopi.

Tabel 9. Pertambahan tinggi bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi rizobakteri indigenus

| Isolat | Tinggi Awal Bibit (cm) | Tinggi Bibit 12 MST (cm) | Pertambahan Tinggi Tanaman (cm) |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|---------------------------------|
| Isolat L2 S3.2 | 4,28 | 9,32 | 5,04 |
| Isolat L3 S3.1 | 4,34 | 9,30 | 4,96 |
| Isolat L4 S1.2 | 4,54 | 9,20 | 4,66 |
| Isolat L4 S1.1 | 4,02 | 8,24 | 4,22 |
| Isolat L1 S4.1 | 5,13 | 9,27 | 4,13 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 4,60 | 8,71 | 4,11 |
| Isolat L2 S2.1 | 4,57 | 8,57 | 4,00 |
| Isolat L1 S3.1 | 4,33 | 7,81 | 3,52 |
| Isolat L3 S5.2 | 4,63 | 7,99 | 3,36 |
| KK = 18,49 % | | | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Adanya pertambahan tinggi tanaman kopi dengan isolat dan tanpa isolat menghasilkan hasil yang tidak nyata membuktikan bahwa rizobakteri masih belum bisa memberikan peran yang signifikan dalam membantu pertumbuhan tinggi bibit. Kurangnya peran rizobakteri dalam pertumbuhan tinggi bibit dapat disebabkan oleh jumlah koloni rizobakteri dalam perakaran tanah yang tidak terlalu banyak, sehingga unsur hara yang dapat diterima oleh akar tanaman belum bisa memaksimalkan pertumbuhan tinggi benih kopi.

G. Pertambahan Diameter Pangkal Batang

Hasil pertambahan diameter benih kopi memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata (Lampiran 7i). Hasil yang berbeda nyata menjelaskan bahwa berbagai isolat rizobakteri mampu memberikan peran terhadap pertambahan diameter benih kopi. Namun Isolat L4 S1.2, L1 S4.1, L2 S3.2, L2 S2.1, L3 S3.1, L3 S5.2 dan L4 S1.1 tidak memperlihatkan pengaruh yang berbeda nyata dengan tanpa perlakuan isolat rizobakteri. Hal yang sama dikemukakan oleh Putra (2018) bahwa pemberian PGPR memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata pada

tanaman tembakau. Data pengamatan pertambahan diameter pangkal batang bibit kopi setelah dilakukan uji analisis statistik dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Pertambahan diameter pangkal batang bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi rizobakteri indigenus

| Isolat | Diameter Awal Bibit (mm) | Diameter Bibit 12 MST (mm) | Pertambahan Diameter Pangkal Batang (mm) | |
|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--|----|
| Isolat L4 S1.2 | 1,67 | 2,72 | 1,06 | a |
| Isolat L1 S4.1 | 1,76 | 2,80 | 1,04 | a |
| Tanpa isolat rizobakteri | 1,72 | 2,72 | 1,00 | a |
| Isolat L2 S3.2 | 1,70 | 2,69 | 0,99 | a |
| Isolat L2 S2.1 | 1,73 | 2,68 | 0,94 | a |
| Isolat L3 S3.1 | 1,71 | 2,66 | 0,94 | a |
| Isolat L3 S5.2 | 1,81 | 2,60 | 0,79 | ab |
| Isolat L4 S1.1 | 1,77 | 2,52 | 0,76 | ab |
| Isolat L1 S3.1 | 1,78 | 2,40 | 0,70 | b |
| KK = 12,43 % | | | | |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Berdasarkan pada Tabel 10, rizobakteri indigenus dapat meningkatkan pertambahan diameter pangkal batang kopi arabika Sigarar Utang yang dapat dilihat dari hasil pertumbuhan awal pada diameter pangkal batang bibit kopi setelah diaplikasikan isolat L1 S4.1 dan L4 S1.2 secara statistika tidak berbeda daripada tanpa aplikasi isolat rizobakteri. Sehingga disimpulkan bahwa rizobakteri indigenus masih belum cukup berperan besar dalam meningkatkan pertambahan diameter pangkal batang kopi dikarenakan hasil yang tidak terlihat berbeda nyata antar perlakuan.

Ferry, Supriadi dan Ibrahim (2015) menjelaskan bahwa kurangnya peran rizobakteri dapat disebabkan dari fisiologis pada tanaman kopi. Kopi merupakan tanaman tahunan sehingga memiliki waktu yang lebih lama untuk tumbuh. Selain itu tanaman kopi juga memiliki kambium pada batangnya. Sehingga pertumbuhan diameter pada bibit kopi menjadi lebih lambat.

H. Pertambahan Jumlah Helaian Daun

Pertambahan jumlah helaian daun memberikan pengaruh yang berbeda nyata (Lampiran 7j) dengan perlakuan rizobakteri dan tanpa rizobakteri. Data pengamatan pertambahan jumlah helai daun bibit kopi setelah dilakukan uji analisis statistik dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Pertambahan jumlah helaian daun bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi rizobakteri indigenus

| Isolat | Data Awal Jumlah Daun (helai) | Jumlah Daun Bibit 12 MST (helai) | Pertambahan Jumlah Daun (helai) | |
|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|----|
| Tanpa isolat rizobakteri | 1,78 | 8,00 | 6,22 | a |
| Isolat L2 S3.2 | 2,00 | 8,00 | 6,22 | a |
| Isolat L3 S3.1 | 2,67 | 8,00 | 6,22 | a |
| Isolat L4 S1.2 | 2,00 | 8,00 | 6,00 | a |
| Isolat L2 S2.1 | 1,78 | 7,78 | 5,78 | ab |
| Isolat L3 S5.2 | 1,78 | 7,78 | 5,55 | ab |
| Isolat L4 S1.1 | 2,22 | 7,56 | 5,55 | ab |
| Isolat L1 S3.1 | 2,00 | 7,33 | 5,33 | b |
| Isolat L1 S4.1 | 2,00 | 7,78 | 5,11 | c |
| KK = 3,56 % | | | | |

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata menurut uji lanjut DNMRT pada taraf 5%.

Perlakuan tanpa isolat rizobakteri tidak mampu merangsang munculnya daun pada benih kopi. Hal ini dapat dilihat bahwa tanpa isolat dapat menumbuhkan 8 helai daun setelah 12 MST sehingga tidak terlihat perbedaan dengan isolat L2 S3.2, L3 S3.1, L4 S1.2, L2 S2.1, L3 S5.2 dan L4 S1.1. Sedangkan untuk perlakuan rizobakteri lain seperti L1 S3.1 dan L1 S4.1 memberikan hasil yang berbeda nyata dari perlakuan tanpa rizobakteri karena disebabkan adanya penyakit pada daun kopi, sehingga daun yang terserang penyakit harus dibuang guna untuk menghindari bibit mati.

Adanya pengaruh yang tidak berbeda nyata antara perlakuan tanpa isolat rizobakteri dengan isolat L2 S3.2, L3 S3.1, L4 S1.2, L2 S2.1, L3 S5.2 dan L4 S1.1 menjelaskan bahwa rizobakteri indigenus tidak terlalu berperan dalam meningkatkan laju pertumbuhan daun. Hal yang sama dikemukakan pada hasil penelitian Priasmoro, Tyasmoro, dan Barunawati (2017) yang menyimpulkan

bahwa PGPR tidak memberikan pengaruh terhadap komponen vegetatif seperti jumlah daun pada tanaman buncis. Pertambahan jumlah daun dipengaruhi oleh adanya unsur hara yang memadai, air yang melarutkan unsur hara pada tanah dan intensitas cahaya matahari yang diterima oleh benih kopi. Unsur hara yang diterima oleh akar diangkut oleh batang melalui pembuluh xilem sehingga dapat merangsang munculnya daun.

I. Pertambahan Panjang Helaian Daun

Hasil pengamatan pertambahan panjang helaian daun pada bibit kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Lampiran 7k). Data pengamatan uji F pertumbuhan panjang helaian daun dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Pertambahan panjang helaian daun bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi larutan rizobakteri indigenus

| Isolat | Data Awal Panjang Daun (cm) | Panjang Daun 12 MST (cm) | Pertambahan Panjang Daun (cm) |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Isolat L2 S3.2 | 2,53 | 10,22 | 7,81 |
| Isolat L3 S3.1 | 2,81 | 9,66 | 6,84 |
| Isolat L2 S2.1 | 3,06 | 9,37 | 6,33 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 3,29 | 9,06 | 5,79 |
| Isolat L4 S1.2 | 3,44 | 9,11 | 5,77 |
| Isolat L1 S3.1 | 3,30 | 9,00 | 5,70 |
| Isolat L1 S4.1 | 4,43 | 9,91 | 5,51 |
| Isolat L4 S1.1 | 2,74 | 8,03 | 5,29 |
| Isolat L3 S5.2 | 3,91 | 8,58 | 4,68 |

KK = 17,04 %

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Pertambahan panjang daun tidak memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap berbagai perlakuan rizobakteri dan tanpa isolat rizobakteri. Namun pada perlakuan isolat L2 S2.1, L2 S3.2 dan L3 S3.1 memperlihatkan adanya peningkatan panjang daun pada bibit kopi. Meningkatnya ukuran daun dapat disebabkan karena adanya unsur hara dan air yang membantu daun untuk memperpanjang ukuran sel, selain itu adanya cahaya matahari yang membantu

daun untuk memperpanjang ukuran sel sehingga dapat menerima banyak cahaya matahari untuk fotosintesis.

Rizobakteri masih belum mampu berperan penting dalam memacu laju pertumbuhan daun bibit kopi. Hal ini dikemukakan oleh Siregar (2021) bahwa pemberian isolat L1 S3.1, L1 S4.1 dan L3 S3.1 masih belum mampu menyerap unsur hara yang diperlukan dalam pertumbuhan panjang helaian daun bibit kopi. Kurangnya kemampuan rizobakteri untuk berperan dalam meningkatkan pertumbuhan panjang daun menjelaskan bahwa pengamatan panjang daun murni sepenuhnya dipengaruhi oleh unsur hara yang diterima oleh tanaman.

J. Pertambahan Lebar Helaian Daun

Hasil pengamatan pertumbuhan lebar helaian daun pada bibit kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Lampiran 71). Data pengamatan uji F pada pertumbuhan lebar daun helaian kopi dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Pertambahan lebar helaian daun bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai aplikasi larutan rizobakteri indigenus

| Isolat | Data Awal Lebar Daun (cm) | Lebar Daun 12 MST (cm) | Pertambahan Lebar Daun (cm) |
|--------------------------|---------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Isolat L2 S3.2 | 1,14 | 4,22 | 3,08 |
| Isolat L3 S3.1 | 1,78 | 4,06 | 2,88 |
| Isolat L4 S1.2 | 1,48 | 4,11 | 2,63 |
| Isolat L2 S2.1 | 1,41 | 3,80 | 2,48 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 1,46 | 3,81 | 2,37 |
| Isolat L4 S1.1 | 1,26 | 3,59 | 2,34 |
| Isolat L1 S3.1 | 1,49 | 3,80 | 2,32 |
| Isolat L1 S4.1 | 2,06 | 4,21 | 2,18 |
| Isolat L3 S5.2 | 1,77 | 3,71 | 1,95 |

KK = 18,43 %

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Terdapat beberapa perlakuan aplikasi rizobakteri indigenus yang dapat meningkatkan laju pertumbuhan lebar helaian daun pada pertumbuhan awal bibit kopi arabika Sigarar Utang, diantaranya yaitu perlakuan L2 S2.1, L2 S3.2, L3

S3.1 dan L4 S1.2 lebih besar daripada tanpa perlakuan rizobakteri indigenus, bahkan pada penelitian Kie, Sutardi, Sari dan Maulina (2021) menyatakan bahwa PGPR juga mengalami pertumbuhan lebar daun lebih lebar secara umum dibanding dengan tanaman tanpa aplikasi PGPR pada tanaman sawi. Adanya pertumbuhan lebar daun disebabkan karena daun merupakan komponen utama dalam proses terjadinya metabolisme fotosintesis pada tanaman (Priasmoro *et al.*, 2017).

Rizobakteri masih belum memberikan dampak terbaik dalam memacu pertumbuhan lebar daun. Hal ini dapat dilihat dari hasil yang diperlihatkan tampak sama saja pada perlakuan antara rizobakteri dengan tanpa rizobakteri. Hal yang sama dikemukakan oleh Nasib, Suketi, dan Widodo (2016) bahwa tidak adanya pengaruh antara PGPR dengan lebar daun tanaman pepaya pada 5 MST. Adanya pengaruh yang tidak berbeda nyata diduga bahwa rizobakteri masih belum mampu berperan dalam meningkatkan penyerapan unsur hara untuk tanaman. Unsur hara yang diterima belum cukup untuk menstimulasi pertumbuhan lebar daun yang telah menerima nutrisi dari akar tanaman sehingga tidak terlihat adanya penambahan ukuran sel pada daun yang dapat membantu tanaman untuk menerima cahaya matahari dalam kegiatan fotosintesis.

K. Bobot Segar Tajuk

Hasil pengamatan bobot segar tajuk pada bibit kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Lampiran 7m). Data analisis statistik bobot segar tajuk bibit kopi pada berbagai perlakuan rizobakteri indigenus dapat dilihat pada Tabel 14.

Berdasarkan hasil pengamatan bobot segar tajuk, diperoleh nilai rata-rata bobot segar tajuk yang berkisar antara 2,73 – 3,79 gram pada 12 MST. Pemberian isolat rizobakteri indigenus mampu meningkatkan bobot segar tajuk benih kopi. Hal ini dapat dilihat dari isolat L1 S4.1, L2 S3.2, L3 S3.1 dan L4 S1.2 yang memberikan hasil yang lebih tinggi daripada tanpa perlakuan rizobakteri. Meningkatnya nilai bobot segar tajuk bibit diketahui adanya pengaruh dari PGPR yang dapat meningkatkan efisiensi fotosintesis dan mempengaruhi peningkatan pigmen fotosintesis pada tanaman (Khanna *et al.*, 2019). Namun, hasil yang

berbeda tidak nyata antar perlakuan membuktikan bahwa rizobakteri masih belum berperan penuh dalam meningkatkan bobot segar tajuk pada benih kopi.

Tabel 14. Bobot segar tajuk bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST

| Isolat | Bobot Segar Tajuk (g) |
|--------------------------|-----------------------|
| Isolat L3 S3.1 | 3,79 |
| Isolat L2 S3.2 | 3,76 |
| Isolat L4 S1.2 | 3,72 |
| Isolat L1 S4.1 | 3,70 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 3,44 |
| Isolat L2 S2.1 | 3,27 |
| Isolat L4 S1.1 | 2,91 |
| Isolat L3 S5.2 | 2,85 |
| Isolat L1 S3.1 | 2,73 |

KK = 17,48 %

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Adanya perbedaan nilai bobot segar tajuk benih kopi dapat disebabkan oleh kegiatan fisiologis suatu tanaman salah satunya yaitu fotosintesis. Fotosintesis terjadi karena adanya bantuan dari cahaya matahari untuk mengubah air dan karbon menghasilkan energi yang nantinya akan disebarkan untuk metabolisme pertumbuhan tanaman. Metabolisme pertumbuhan tanaman yang dilakukan pada kegiatan fotosintesis nantinya mempengaruhi pertumbuhan pada daun, tinggi tanaman dan diameter batang tanaman.

L. Bobot Kering Tajuk

Hasil pengamatan bobot kering tajuk pada bibit kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan tidak adanya pengaruh berbeda nyata (Lampiran 7n). Data analisis statistik bobot kering tajuk kopi pada berbagai perlakuan rizobakteri indigenus dapat dilihat pada Tabel 15.

Bobot kering tajuk tanaman kopi setelah 12 MST memberikan hasil yang berkisar antara 0,68 – 0,95 gram. Beberapa isolat rizobakteri mampu meningkatkan bobot kering tajuk tanaman diantaranya yaitu isolat rizobakteri L1

S4.1, L2 S3.2, L3 S3.1 dan L4 S1.2 jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan rizobakteri. Hasil pengamatan ini sejalan dengan bobot segar tajuk bibit kopi dan membuktikan bahwa PGPR masih mampu menunjukkan peran yang baik dalam meningkatkan bobot kering tajuk bibit kopi. Hal yang sama dikemukakan oleh Hamdayanty, Asman, Sari, dan Attahira (2022) yang menyatakan bahwa PGPR dapat meningkatkan berat kering tajuk pada kecambah padi.

Tabel 15. Bobot kering tajuk bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST

| Isolat | Bobot Kering Tajuk (g) |
|--------------------------|------------------------|
| Isolat L1 S4.1 | 0,95 |
| Isolat L2 S3.2 | 0,91 |
| Isolat L3 S3.1 | 0,91 |
| Isolat L4 S1.2 | 0,91 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 0,87 |
| Isolat L2 S2.1 | 0,82 |
| Isolat L3 S5.2 | 0,73 |
| Isolat L4 S1.1 | 0,72 |
| Isolat L1 S3.1 | 0,68 |
| KK = 14,86 % | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Adanya perbedaan nilai bobot kering tajuk pada kopi menentukan adanya sedikit peran rizobakteri dalam mengakumulasi senyawa organik pada tanaman yang berhasil disintesis pada kegiatan fotosintesis. Hasil sintesis tanaman pada fotosintesis selanjutnya akan meningkatkan perpanjangan sel pada organ tanaman sehingga mempengaruhi ukuran daun, tinggi tanaman dan diameter batang. Jumlah sel yang terbentuk selama proses pertumbuhan tanaman akan menentukan keberlangsungan hidup tanaman.

M. Bobot Segar Akar

Hasil pengamatan bobot segar akar pada bibit kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (Lampiran 7o). Data analisis uji statistik bobot segar akar kopi pada berbagai perlakuan rizobakteri indigenus dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Bobot segar akar bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST

| Perlakuan | Bobot Segar Akar (g) |
|--------------------------|----------------------|
| Tanpa isolat rizobakteri | 1,05 |
| Isolat L1 S4.1 | 1,04 |
| Isolat L4 S1.2 | 1,01 |
| Isolat L2 S3.2 | 0,94 |
| Isolat L3 S5.2 | 0,93 |
| Isolat L3 S3.1 | 0,91 |
| Isolat L2 S2.1 | 0,90 |
| Isolat L1 S3.1 | 0,78 |
| Isolat L4 S1.1 | 0,69 |
| KK = 15,61 % | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Berdasarkan data pengamatan, bobot segar akar bibit kopi memiliki nilai yang berkisar antara 0,69 – 1,05 gram setelah 12 MST. Pemberian rizobakteri belum mampu memberikan hasil terbaik dalam meningkatkan bobot segar akar tanaman kopi dikarenakan perlakuan tanpa rizobakteri memberikan hasil yang lebih tinggi daripada perlakuan dengan rizobakteri.

Adanya perbedaan bobot segar akar menunjukkan banyaknya unsur hara dari tanah yang diterima oleh akar tanaman. Dengan kata lain, Efektivitas media tanam dapat mempengaruhi bobot segar akar tanaman. Media tanam yang kaya akan unsur hara akan meningkatkan bobot segar akar tanaman.

Kurangnya kemampuan rizobakteri dalam meningkatkan bobot segar akar dapat disebabkan karena kurang mampunya rizobakteri dalam memproses atau menyerap unsur hara yang dapat diterima oleh akar. Hal ini juga yang menyebabkan hasil bobot segar akar tidak memiliki pengaruh yang berbeda nyata pada setiap perlakuan.

N. Bobot Kering Akar

Hasil pengamatan bobot kering akar pada bibit kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata

(Lampiran 7p). Data analisis uji statistik bobot kering akar kopi pada berbagai perlakuan rizobakteri indigenus dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 17. Bobot kering akar bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST

| Isolat | Bobot Kering Akar (g) |
|--------------------------|-----------------------|
| Isolat L1 S4.1 | 0,23 |
| Isolat L2 S3.2 | 0,22 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 0,21 |
| Isolat L2 S2.1 | 0,21 |
| Isolat L3 S5.2 | 0,20 |
| Isolat L4 S1.2 | 0,20 |
| Isolat L3 S3.1 | 0,19 |
| Isolat L1 S3.1 | 0,18 |
| Isolat L4 S1.1 | 0,18 |
| KK = 12,10 % | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Berdasarkan data pada pengamatan bobot kering akar, bobot kering akar tanaman kopi setelah 12 MST berkisar antara 0,18 – 0,23 gram. Beberapa rizobakteri dapat membantu meningkatkan berat kering akar tanaman, diantaranya yaitu L1 S4.1 dan L2 S3.2. Namun hasil bobot kering tajuk tidak memperlihatkan perbedaan dilihat dari data bobot kering setiap perlakuan tidak memiliki perbedaan yang signifikan.

Tidak adanya pengaruh yang berbeda nyata antara setiap perlakuan diketahui karena kondisi dari media tanam yang digunakan. Unsur hara yang berada dalam tanah masih belum optimal untuk diproses oleh rizobakteri. Harefa (2021) juga menambahkan bahwa kurangnya unsur hara menyebabkan rizobakteri belum mampu berkoloni dengan optimal di perakaran tanah. Adanya rizobakteri dapat membantu penyediaan unsur N bagi tanaman. Rizobakteri yang diamati masih belum mampu mendekomposisi unsur hara pada tanaman sehingga tidak meningkatkan unsur hara yang dapat diterima oleh akar. Akibatnya perkembangan akar tanaman pada setiap perlakuan tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara satu sama lain.

O. Rasio Tajuk Akar

Hasil pengamatan rasio tajuk akar pada bibit kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata (Lampiran 7q). Data hasil analisis statistik pada rasio tajuk akar kopi terhadap berbagai perlakuan rizobakteri indigenus dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 18. Rasio tajuk akar bibit kopi Sigarar Utang dengan berbagai perlakuan rizobakteri indigenus pada 12 MST

| Isolat | Rasio Tajuk Akar |
|--------------------------|------------------|
| Isolat L3 S3.1 | 4,95 |
| Isolat L4 S1.2 | 4,44 |
| Tanpa isolat rizobakteri | 4,20 |
| Isolat L2 S3.2 | 4,18 |
| Isolat L1 S4.1 | 4,16 |
| Isolat L4 S1.1 | 4,15 |
| Isolat L2 S2.1 | 3,89 |
| Isolat L1 S3.1 | 3,60 |
| Isolat L3 S5.2 | 3,58 |
| KK = 13,51 % | |

Keterangan : Angka - angka yang tercantum pada kolom menunjukkan hasil berbeda tidak nyata menurut uji F pada taraf 5%.

Berdasarkan data pengamatan, rasio tajuk akar bibit kopi setelah 12 MST berkisar antara 3,58 – 4,95 gram. Beberapa rizobakteri mampu meningkatkan rasio tajuk akar bibit kopi diantaranya yaitu isolat L3 S3.1 dan L4 S1.2. Namun hasil perbedaan antara rasio tajuk akar bibit kopi tidak berbeda signifikan pada setiap perlakuan. Hal yang sama terjadi pada penelitian Putra, Rai, dan Wijana (2022) yang dimana menunjukkan tidak adanya pengaruh yang berbeda nyata pada setiap dosis PGPR terhadap rasio berat kering tajuk akar tanaman pakcoy.

Tingginya angka rasio tajuk akar pada kopi membuktikan bahwa distribusi hasil fotosintesis ke arah tajuk lebih cepat dibandingkan ke arah akar. Akibatnya tanaman yang dibudidayakan memiliki proporsi akar yang lebih kecil. Sehingga dapat diketahui bahwa tanaman kopi lebih mengutamakan kegiatan fotosintesis dalam meningkatkan pemanjangan sel pada tajuk daripada meningkatkan perpanjangan sel akar dalam memperoleh lebih banyak nutrisi atau hara dalam

tanah. Selain itu angka rasio tajuk akar yang tinggi membuktikan bahwa kondisi media tanam yang masih belum mendukung tanaman sepenuhnya dalam menyediakan nutrisi yang diterima oleh akar.

Peran rizobakteri yang menghasilkan rasio tajuk akar yang tidak berbeda nyata membuktikan bahwa rizobakteri masih belum mampu mempercepat proses distribusi fotosintat baik ke arah tajuk maupun akar. Rizobakteri yang belum mampu memproses penyerapan unsur hara mengakibatkan unsur hara yang diterima oleh akar tidak memberikan peningkatan yang signifikan sehingga hasil distribusi fotosintesis tanaman tidak jauh berbeda antara perlakuan rizobakteri dan tanpa perlakuan rizobakteri.



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

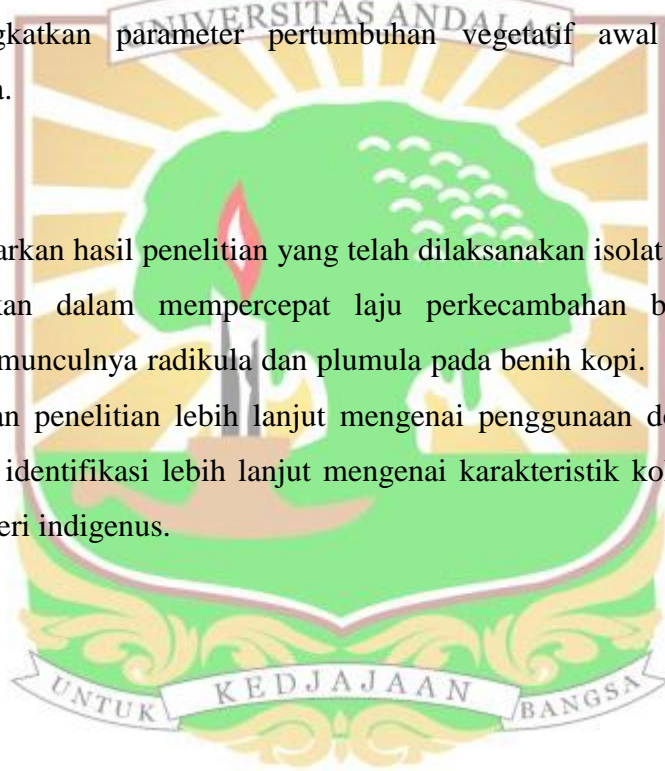
A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, diketahui bahwa :

1. Pemberian isolat rizobakteri indigenus L1 S4.1 dan L3 S5.2 mampu memberikan hasil yang terbaik dalam membantu mempercepat perkecambahan benih kopi arabika dan mampu mempercepat munculnya kotiledon.
2. Pemberian isolat rizobakteri indigenus pada benih kopi tidak mampu meningkatkan parameter pertumbuhan vegetatif awal tanaman kopi arabika.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan isolat L1 S4.1 dan L3 S5.2 dianjurkan dalam mempercepat laju perkecambahan benih kopi dan mempercepat munculnya radikula dan plumula pada benih kopi. Selain itu masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan dosis isolat yang diberikan dan identifikasi lebih lanjut mengenai karakteristik koloni pada setiap isolat rizobakteri indigenus.



DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2022). *Statistik Kopi Indonesia*. Jakarta : Ditjenbun
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. (2012). *Kopi dan Variannya*. http://ditjenbun.deptan.go.id/bbp2tpmed/index.php?option=com_content&view=article&id=137:kopi-dan-variannya. Diakses pada 3 Oktober 2021
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. (2023). *Studi Perkecambahan Benih Kopi Liberika (Coffea sp.)*. Medan : BBPPTP Medan
- [USDA] United State Departement of Agriculture. (2018). *USDA National Nutrient Database for Standard Reference*. www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/. Diakses pada 29 September 2021
- Aditya, I. W. (2015). *Kajian Kandungan Kafein Kopi Bubuk, Nilai pH dan Karakteristik Aroma Dan Rasa Seduhan Kopi Jantan (Pea Berry Coffee) dan Betina (Flat Beans Coffee) Jenis Arabika Dan Robusta*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Udayana. Denpasar
- Agustian, Nuriyani, Maira, L., & Emalinda, O. (2010). Rhizobakteria Penghasil Fitohormon IAA pada Rhizosfer Tumbuhan Semak Karamunting, Titonia, dan Tanaman Pangan. *J. Solum*. 7 (1): 49-60.
- Akiyoshi, D. E., Regier, D. A., & Gordon, M. P. (1987). Cytokinin Production by Agrobacterium and Pseudomonas spp. *Bacteriology*. 168 (9): 4242-4248
- Aldrich, R. J. (1984). *Weed-Crop Ecology. Principles in Weed Management*. North Scituate, Massachussets: Breton Publisher
- Anjarwati, S. (2017). *Pengaruh Pemberian Agensia Hayati terhadap Penyakit Karat Daun pada Tanaman Kedelai (Glycine max (L.) Merr.) Umur dalam di Dataran Menengah*. Bachelor Thesis. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Muhammadiyah. Purwokerto
- Arif, M., & Akbar, I. N. M. (2018). Aplikasi Metode Oven Suhu Tinggi Tetap dan Benih Utuh dalam Pengujian Kadar Air Benih Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *J. Pen. Kelapa Sawit*. 26 (3): 153-159
- Aryantha, I., Lestari, D. P., & Pangesti, N. P. D. (2004). Potensi isolat bakteri penghasil IAA dalam meningkatkan pertumbuhan kecambah kacang hijau pada kondisi hidroponik. *J. Mikrobiologi Indonesia*. 9 (2): 43-46
- Baca, B. E., & Elmerich, C. (2003). *Microbial production of plant hormones*. In C. Elmerich and W.E. Newton(eds.), *Associative and Endophytic Nitrogen-fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations*. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands

- Budiman, H. (2012). *Prospek Tinggi Bertanam Kopi*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Chaniago, I., Resti, Z., Yunita, R., Harefa, M. N., & Siregar, S. R. A. (2021). Searching for Indigenous Rhizobacteria from Solok Radjo Coffee Orchard at Aie Dingin, West Sumatera. *IOP Conf Series: Earth and Environmental Science*. 741p
- Dharma, P. E. S., Samudin, S., & Adrianto. (2015). Perkecambahan Benih Pala (*Myristica fragrans* HOUTT) dengan Metode Skarifikasi dan Perendaman ZPT Alami. *Jurnal Agritekbis*. 3 (2): 158-167
- Fachruri, M., Muhidong, J., & Sapsal, M. T. (2019). Analisis Pengaruh Suhu dan Kelembaban Ruang terhadap Kadar Air Benih Padi di Gudang Penyimpanan PT. Sang Hyang Seri. *Jurnal Agritechno*. 12 (2): 131-137
- Ferry, Y., Supriadi, H., & Ibrahim, M. (2015). *Teknologi Budi Daya Tanaman Kopi : Aplikasi Pada Perkebunan Rakyat*. IAARD Press : Bogor
- Friedman, L. (2000). *Caffeine Hazards and Their Prevention In Germinating Seeds of Coffee (Coffea arabica L.)*. Oklahoma : Departemen Biochemistry Oklahoma Agricultural Experiment Station Oklahoma State University Stillwater
- Glick, B. R., & Penrose, D. M. (2006). *Plant Surface Microbiology : The Use of ACC, Deaminase-Containing Plant Growth-Promoting Bacteria to Protect Plants Against the Deleterious Effects of Ethylene*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg
- Gumelar, A. I., Tefa, A., & Kenjam, R. (2022). Uji Vigor dan Viabilitas Benih Jagung (*Zea mays* L.) Lokal Putih pada Beberapa Metode Penyimpanan Tradisional di Kabupaten Timur Tengah Utara. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 10 (2). 187-193
- Hamdayanty, Asman, Sari, K. W., & Attahira, S. S. (2022). Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) Asal Akar Tanaman Bambu terhadap Pertumbuhan Kecambah Padi. *Jurnal Ecosolum*. 11 (1): 29-37
- Hamni. (2013). Potensi Pengembangan Teknologi Proses Produksi Kopi Lampung. *Jurnal Mechanical*. 4 (1): 45-51
- Harefa, M. N. (2021). *Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (Coffea arabica L.) Terhadap Introduksi Isolat Rizobakteri Indigenus*. Universitas Andalas
- Hiwot, H. (2011). *Growth and Physiological Response of Two Coffea arabica L. Population Under High and Low Irradiance*. Addis Ababa University

- Ikayanti, F. (2017). *Teknik Pematihan Dormansi pada Benih Padi*. <https://dpppp.pontianak.go.id/artikel/42-teknik-pematihan-dormansi-pada-benih-padi.jtml#:~:text=Pada%20dalam%20kondisi%20yang%20optimum.> Diakses pada 20 Januari 2024
- Irwanto. (2019). *Pengaruh Pemberian Dosis Tricho-Kompos Gamal (Gliricidia sepium) dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (Coffea arabica L.)*. Universitas Andalas
- Ismaturrahmi. (2018). *Teknik Pematihan Dormansi Secara Fisik dan Kimia terhadap Viabilitas Benih Aren (Arenga pinnata Merr.)*. Universitas Syiah Kuala
- Kasifah, Mu'awanah, A., Firmansyah, A. P., & Pudji, N. P. (2022). Pengaruh PGPR Perakaran Bambu terhadap Pertumbuhan Benih Kopi Arabika. *Agrotechnology Research Journal*. 6 (1): 61-66
- Khanna, K., Jamwal, V. L., Gandhi, S. G., Ohri, P., & Bhardwaj, R. (2019). Metal Resistent PGPR Lowered Cd Uptake and Expression of Metal Transporter Genes with Improved Growth and Photosynthetic pigments in *Lycopersicon esculentum* Under Metal Toxicity. *Science Rep*. 9 (1): 1-14
- Kie, K., Sutardi, Sari, E. M., & Maulina, N. N. (2021). Pengaruh Pemberian PGPR terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.). *Jurnal UNIMUDA*. 1 (1): 1-14
- Klement, Z., Mavridis, A., Rudolph, K., Vdiacer, A., Perombedon, M. C. M., & Moore, L. W. (1993). *Inoculation of Plant Tissues : Methods in Phytobacteriology*. Budapest : Akademisi Kiado
- Kumar, A., Devi, S., Patil, S., Payal, C., & Negi, S. (2012). Isolation, Screening and Characterization of Bacteria from Rhizosperic Soils for Different Plant Growth Promotion (PGP) Activities : an in vitro study. *Recent Research in Science and Technology*. 4 (1): 01-05.
- Mu'awanah, A., Firmansyah, A. P., & Kasifah. (2022). Perkecambahan Biji Kopi Sigarar Ateng Setelah Aplikasi PGPR dari Dua Jenis Akar Bambu. *J. Agrotan*. 8 (1): 2-4
- Mulanda, Y. (2019). *Pengaruh Dosis Plant Growth Promoting Rhizobacteria Pseudomonas cepaceae dan Dosis Ampas Teh (Camellia sinensis L.) terhadap Pertumbuhan Benih Kopi Arabika (Coffea arabica L.) Varietas Sigarar Utang*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Sunan Gunung Djati
- Mulyawan, R., Indriyati, L. T., Widiastuti, H., & Sabiham, S. (2019). Uji Aktivitas Laktase dan Selulase pada Lignoselulosa Gambut dengan Berbagai Kadar Air. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 24 (1): 20-27
- Murniati, & Zuhry, E. (2002). Peranan Giberelin terhadap Perkecambahan Benih Kopi Robusta Tanpa Kulit. *Jurnal SAGU*. 1(1): 1-5

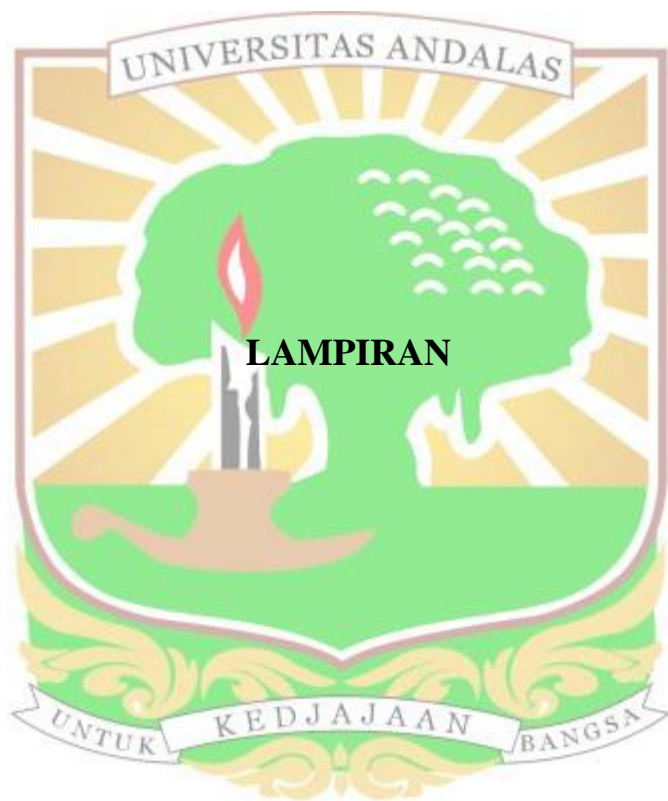
- Nasib, S. B., Suketi, K., & Widodo, W. D. (2016). Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria terhadap Bibit dan Pertumbuhan Awal Pepaya. *Buletin Agrohorti*. 4 (1): 63-69
- Nelfia, P., & Violita. (2022). Respon Tahapan Perkecambahan Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) yang Mendapat Perlakuan Lama Perendaman dan Konsentrasi Giberelin (GA3). *Jurnal Serambi*. 7(4): 290-300
- Panggabean, E. (2011). *Buku Pintar Kopi*. Jakarta Selatan: PT Agro Media Pustaka: 124-132
- Priasmoro, Y. P., Tyasmoro, S. Y., & Barunawati, N. (2017). Pengaruh Pemberian Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Buncis (*Phaseolus vulgaris* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5 (11): 1807-1815
- Putra, D., Rabaniyah, R., & Nasrullah. (2012). Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman Benih Terhadap Perkecambahan dan Pertumbuhan Awal Bibit Kopi Arabika (*Coffea arabica* (LENN)). *Vegetalika*. 1 (3): 1-10
- Putra, I. G. K. P., Rai, I. N., & Wijana, G. (2022). Aplikasi Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Limbah Air Kolam Ikan Lele dengan Sistem Irigasi Tetes terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Journal of Agriculture Science*. 12 (2): 175-189
- Putra, P. D., (2018). *Pengaruh Pemberian PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Pupuk Kandang kambing terhadap Pertumbuhan Tembakau (Nicotiana tabacum L.)*. Universitas Brawijaya
- Rahardjo, P. (2012). *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabika dan Robusta*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rahmawati, S. (2003). Gen Penyeleksi Alternatif untuk Transformasi Tanaman. *Buletin Agrobio*. 6 (1): 26-33
- Rahni, N. M. (2012). Efek Fitohormon PGPR terhadap Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays*). *Jurnal Agribisnis dan Pengembangan Wilayah*. 3 (2): 27-35
- Ramdan E. P., & Risnawati. (2018). Aplikasi Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman dari Babandotan dan Pengaruhnya pada Perkembangan Benih Cabai. *Jurnal Pertanian Presisi*. 2 (1): 1-7
- Sari, R. N. (2018). *Inventarisasi Serangga Hama Tanaman Kopi Arabika (Coffea arabica Linnaeus) dan Tingkat Serangannya di Kabupaten Solok*. Universitas Andalas

- Schaad, N. W., Jones, J. B., & Chun, W. (2001). *Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria 3rd Edition*. American Phytopathological Society Press.
- Sihombing, T. P. (2011). *Studi Kelayakan Pengembangan Usaha Pengolahan Kopi Arabika (Studi Kasus PT. Sumatera Speciality Coffees)*. Institut Pertanian Bogor
- Siregar, S. R. A. (2021). *Pengaruh Pemberian Beberapa Isolat Rizobakteri Indigenus terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Arabika (Coffea arabica L.)*. Universitas Andalas
- Spaepen, S., Vanderleyden, J., & Okon, Y. (2009). Plant growth-promoting actions of rhizobacteria. *Advances in botanical research*. 51 (7): 283-320
- Surtiningsih, T., & Mariam, S. (2011). Efektivitas Campuran Pupuk Hayati Dengan Pupuk Kimia Pada Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Selada Bokor (*Lactuca sativa L. var. Crisp*). *Jurnal Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam*. 14 (2): 4-8.
- Sutariati, G. A. K., & Wahab, A. (2012). Karakter Fisiologis dan Kemangkusan Rizobakteri Indigenus Sulawesi Tenggara sebagai Pemacu Pertumbuhan Tanaman Cabai. *J. Hortikultura*. 22 (1): 57-64
- Sutopo, L. (1985). *Teknologi Benih*. Jakarta: Rajawali
- Sutopo, L. (2012). *Teknologi Benih Edisi Revisi*. Jakarta: Rajawali
- Tim Karya Tani Mandiri. (2010). *Pedoman Budidaya Tanaman Kopi*. Bandung: Nuansa Aulia
- Van Loon, L. C. (2007). Plant Response to Plant Growth Promoting Rhizobacteria. *Eur. J. Plant Pathol.* 119 (3): 243-254
- Vessey, J.K. (2003). Plant Growth Promoting Rhizobacteria as Biofertilizers. *Plant Soil*. 255 (3): 571-586
- Wahyudi, A. T. (2009). *Rhizobacteria Pemacu Pertumbuhan Tanaman : Prospeknya sebagai Agen Biostimulator & Biokontrol*. Nano Indonesia.
- Widyaningrum, A. (2017). *Pengaruh Aplikasi PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) dan Kompos Azolla terhadap Mutu Bibit Asal Stek Kopi Robusta*. Universitas Jember
- Wijiastuti, T. (2013). Uji Kemampuan Produksi Sitokinin oleh Rhizobakteri. *Jurnal Biologi*. 2 (2) : 57-65
- Yanti, Y., Habazar, T., Resti, Z., & Suhailita, D. (2013). Penapisan Isolat Rizobakteri dan Perakaran Tanaman Kedelai yang Sehat untuk

Pengendalian Penyakit Pustul Bakteri (*Xanthomonas axonopodis*) pv. *Glycines*. *Jurnal HPT Tropika*. 13(1): 24-34

Yazdani, M., Bahmanyar, M. A., Pirdashti, H., & Esmaili, M. A. (2009). Effect of Phosphate Solubilization Microorganisms (PSM) and Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Yield and Yield Components of Corn (*Zea mays* L.). *Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology*. 3 (7) : 90-92



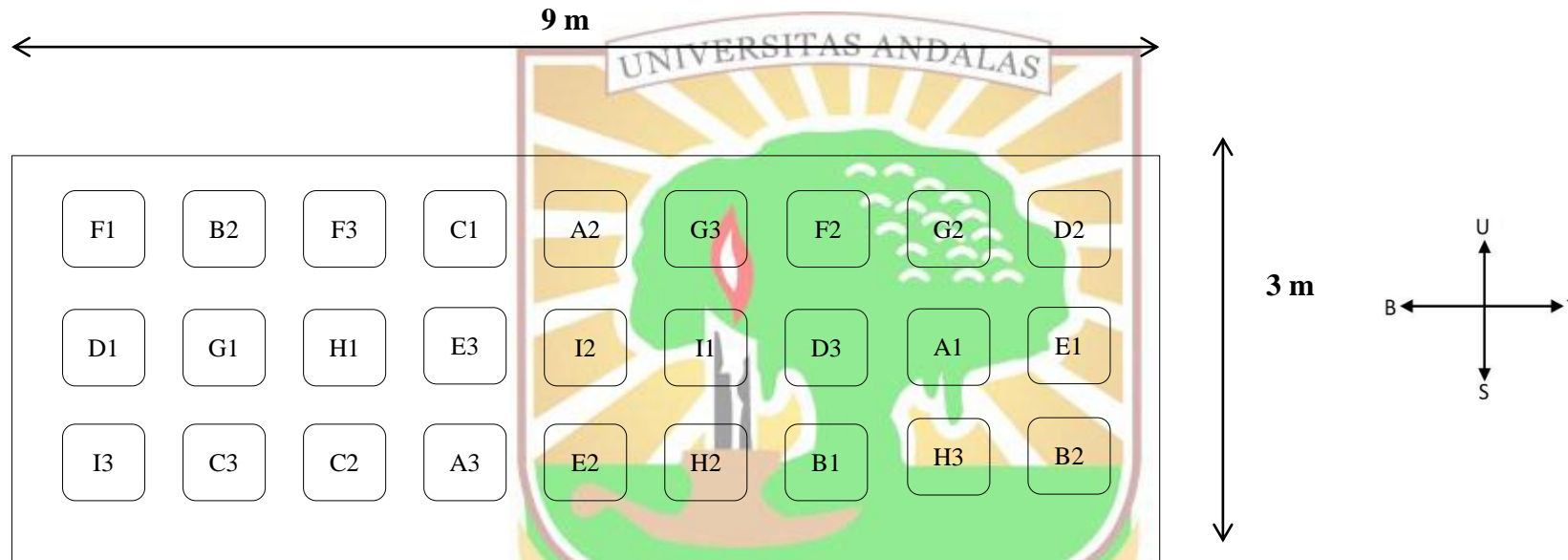


LAMPIRAN


Lampiran 1. Jadwal Kegiatan Penelitian

| No | Kegiatan | September | | | | Oktober | | | | November | | | | Desember | | | | Januari | | | | Februari | | | | Maret | | | |
|----|--|-----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|----------|---|---|---|---------|---|---|---|----------|---|---|---|-------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1. | Isolasi bakteri | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. | Perbanyak isolat rizobakteri | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3. | Introduksi rizobakteri indigenus pada benih kopi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4. | Perkecambahan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. | Penyusunan polybag dan pelabelan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. | Pemeliharaan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. | Pengamatan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. | Penimbangan tajuk akar | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9. | Pengolahan Data | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

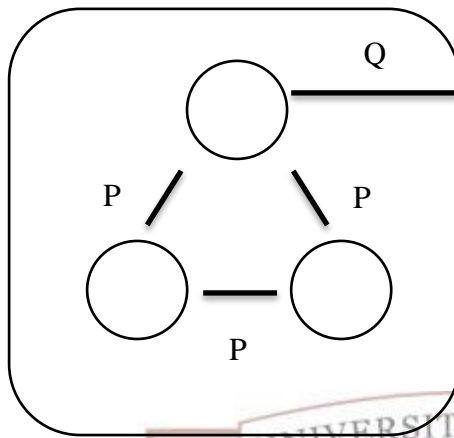
Lampiran 2. Denah Satuan Percobaan



Keterangan :

- | | | | | | |
|---|------------------------------|-------|------------------------------|---|----------|
| A | : Tanpa isolat rizobakteri | F | : Isolat rizobakteri L1 S3.1 |  | : Sampel |
| B | : Isolat rizobakteri L2 S2.1 | G | : Isolat rizobakteri L1 S4.1 | | |
| C | : Isolat rizobakteri L2 S3.2 | H | : Isolat rizobakteri L3 S3.1 | | |
| D | : Isolat rizobakteri L4 S1.1 | I | : Isolat rizobakteri L3 S5.2 | | |
| E | : Isolat rizobakteri L4 S1.2 | 1,2,3 | : Ulangan | | |

Lampiran 3. Denah Penempatan Sampel dalam Satuan Percobaan



Keterangan :

P : Jarak antar sampel (30 cm)  : Sampel tanaman kopi

Q : Jarak antar satuan percobaan (40 cm)



Lampiran 4. Deskripsi Kopi Arabika Varietas Sigarar Utang

| | |
|--|---|
| Asal-usul | Ditemukan di antara pertanaman kopi yang ditanam Opung Sopan Boru Siregar di Desa Batu Gajah, Paranginan, Lintong, Humbang Hasundutan (1400 m dpl) pada tahun 1988. Pada saat ini tinggal 3 pohon yang masih hidup. Berdasarkan karakter morfologi pada keturunan segregasinya, diduga merupakan keturunan persilangan alami antara varietas <i>typical</i> BLP dengan Catimor yang ada di sekitar pertanaman tersebut. |
| Tipe Pertumbuhan | Habitus semi katai, seluruh tajuk daun merupakan batang pokok hingga ke permukaan tanah. Diameter tajuk 230 cm. |
| Sifat percabangan | Percabangan sekunder sangat aktif bahkan pada cabang primer di atas permukaan tanah membentuk kipas berjuntai menyentuh tanah. Panjang cabang primer rata-rata mencapai 123 cm, ruas cabang pendek-pendek. |
| Daun | Daun tua berwarna hijau tua, daun muda (<i>flush</i>) berwarna coklat kemerahan. |
| Bentuk dan helaian daun | Apabila ditanam tanpa penaung tepi daun bergelombang dan helaian mengatup ke atas, sehingga sepiintas bentuk daun oval meruncing ramping. Dalam kondisi normal ada penaung, berwarna daun berbentuk oval datar memanjang dan hijau sangat tua. |
| Bunga | Berbentuk seperti lazimnya bunga kopi Arabika, masa pembungaan dapat terus menerus sepanjang tahun sesuai sebaran hujan di Sumatera Utara yang hanya berhenti pada saat puncak kemarau (Agustus). |
| Buah | Buah muda berwarna hijau bersih, sedangkan buah masak berwarna merah cerah, bentuk buah oval, dompolan buah kurang rapat, tetapi ukuran buah cukup besar. Berat 100 buah masak merah rata-rata 196 gram. |
| Biji | Biji berbentuk bulat memanjang, termasuk berukuran besar berat 100 butir biji 20,4 g dengan rendemen 17,5 %. Persentase biji normal 83 %. |
| Potensi Produksi | Rata-rata 1500 kg kopi biji/ha dengan kisaran 800-2300 kg biji/ha, untuk penanaman dengan populasi 1600 pohon/ha, dengan rata rata 937,5 g biji kopi/pohon. |
| Ketahanan terhadap hama/penyakit utama | Agak tahan penyakit karat daun, agak rentan serangan bubuk buah kopi, dan rentan serangan nematoda <i>Radopholus similis</i> . |

| | |
|---|---|
| Umur nilai ekonomis harapan dan daerah adaptasi | 20 tahun pada kondisi lingkungan wilayah Sumatera Utara, terutama bila ditanam pada ketinggian tempat di atas 1000 m dpl, tipe iklim A, B atau C (menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson) dengan pola sebaran hujan merata sepanjang tahun. |
| Citarasa | Baik (<i>good</i>) |

Sumber: Keputusan Menteri Pertanian Nomor:205/Kpts/Sr.120/4/2005.
Pelepasan Varietas Kopi Sigarar Utang Sebagai Varietas Unggul.



Lampiran 5. Karakter Isolat Rizobakteri Indigenus

| No | Kode Isolat | Bentuk | Pinggiran | Elevasi | Warna | Uji Gram | Uji HR |
|----|-------------|-----------|-----------|---------|-------|----------|--------|
| 1. | L2 S2.1 | Regular | Entire | Flat | Putih | + | - |
| 2. | L2 S3.2 | Irregular | Lobate | Flat | Putih | + | - |
| 3. | L4 S1.1 | Regular | Entire | Flat | Putih | + | - |
| 4. | L4 S1.2 | Irregular | Lobate | Flat | Putih | + | - |
| 5. | L1 S3.1 | Regular | Entire | Convex | Putih | + | - |
| 6. | L1 S4.1 | Regular | Entire | Flat | Putih | + | - |
| 7. | L3 S3.1 | Regular | Entire | Convex | Krem | + | - |
| 8. | L3 S5.2 | Irregular | Lobate | Flat | Putih | + | - |



Lampiran 6. Kriteria Kecambah

Pengamatan Uji Daya Kecambah dilakukan saat benih berumur 8 minggu setelah perkecambahan. Adapun evaluasi kriteria kecambah menurut Sutopo (2012) sebagai berikut :

a. Kriteria Kecambah Normal :

1. Kecambah memiliki sistem perakaran yang baik terutama pada akar primer.
2. Perkembangan hipokotil baik dan sempurna tanpa kerusakan pada jaringannya.
3. Pertumbuhan plumula sempurna dengan daun berwarna hijau dan tumbuh baik di dalam atau muncul dari koleoptil atau pertumbuhan epikotil yang sempurna dengan kuncup normal.
4. Memiliki satu pasang atau dua buah kotiledon untuk kecambah dikotil.

b. Kriteria Kecambah Abnormal :

1. Kecambah rusak, tanpa kotiledon, embrio pecah dan akar primer pendek.
2. Kecambah cacat, perkembangannya tidak seimbang dari bagian-bagian yang penting.
3. Plumula terputar, hipokotil, epikotil dan kotiledon yang membengkok, akar pendek, koleoptil pecah dan kecambah kerdil
4. Kecambah lunak dan tidak membentuk klorofil.

c. Kriteria Benih Mati :

Benih mati atau benih tidak tumbuh disebabkan karena kondisi lingkungan pada waktu yang telah ditetapkan. Untuk kriteria benih mati dievaluasi sebagai berikut :

1. Benih busuk dalam waktu yang ditetapkan.
2. Warna benih berubah gelap.

Lampiran 7. Tabel Sidik Ragam

a. Waktu Patah Dormansi T_{50}

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|------|------|-------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 1,28 | 0,16 | 7,85 * | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,37 | 0,02 | | |
| Total | 26 | 1,65 | | KK = 4,66 % | |

Keterangan : * = berbeda nyata diuji dengan uji F 5%
data awal ditransformasi dengan rumus \sqrt{x}

b. Daya Kecambah Normal

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|---------|--------|----------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 2316,57 | 289,57 | 1,71 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 3050,42 | 169,47 | | |
| Total | 26 | 5366,99 | | KK = 19,13 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%
data awal ditransformasi dengan rumus $\arcsin\sqrt{x}$

c. Daya Kecambah Abnormal

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|------|------|----------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,37 | 0,05 | 1,63 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,51 | 0,03 | | |
| Total | 26 | 0,88 | | KK = 18,80 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%
data awal ditransformasi dengan rumus $\arcsin\sqrt{(x + 0,5)}$

d. Benih Mati

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|------|------|----------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,41 | 0,05 | 1,94 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,47 | 0,03 | | |
| Total | 26 | 0,87 | | KK = 17,32 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%
data awal ditransformasi dengan rumus $\arcsin\sqrt{x}$

e. Nilai Index

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|------|--------|-------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,46 | 0,0572 | 11,76 * | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,09 | 0,0049 | | |
| Total | 26 | 0,54 | | KK = 6,51 % | |

Keterangan : * = berbeda nyata diuji dengan uji F 5%

f. Waktu Muncul Radikula

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|------|------|-------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,91 | 0,11 | 10,74 * | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,19 | 0,01 | | |
| Total | 26 | 1,11 | | KK = 3,32 % | |

Keterangan : * = berbeda nyata diuji dengan uji F 5%
data awal ditransformasi dengan rumus \sqrt{x}

g. Waktu Muncul Kotiledon

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|------|------|-------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,81 | 0,10 | 6,28 * | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,29 | 0,02 | | |
| Total | 26 | 1,11 | | KK = 1,85 % | |

Keterangan : * = berbeda nyata diuji dengan uji F 5%
data awal ditransformasi dengan rumus \sqrt{x}

h. Pertambahan Tinggi Bibit

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|-------|------|----------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 8,11 | 1,01 | 1,66 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 10,97 | 0,61 | | |
| Total | 26 | 19,07 | | KK = 18,49 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%

i. Pertambahan Diameter Pangkal Batang

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|------|------|--------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,42 | 0,05 | 4,06 * | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,23 | 0,01 | | |
| Total | 26 | 0,65 | | KK = 12,43 % | |

Keterangan : * = berbeda nyata diuji dengan uji F 5%

j. Pertambahan Jumlah Helaiian Daun

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|------|------|-------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,18 | 0,23 | 3,15 * | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,13 | 0,07 | | |
| Total | 26 | 0,32 | | KK = 3,56 % | |

Keterangan : * = berbeda nyata diuji dengan uji F 5%
data awal ditransformasi dengan rumus \sqrt{x}

k. Pertambahan Panjang Helaiian Daun

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|-------|------|----------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 20,35 | 2,54 | 2,46 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 18,62 | 1,03 | | |
| Total | 26 | 38,97 | | KK = 17,04 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%

l. Pertambahan Lebar Helaiian Daun

| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|------------------|----|------|------|----------------|---------|
| | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 2,90 | 0,36 | 1,75 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 3,73 | 0,21 | | |
| Total | 26 | 6,63 | | KK = 18,43 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%

m. Bobot Segar Tajuk

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|-------|------|----------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 4,37 | 0,55 | 1,59 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 6,18 | 0,34 | | |
| Total | 26 | 10,56 | | KK = 17,48 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%

n. Bobot Kering tajuk

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|------|------|----------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,24 | 0,03 | 1,96 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,28 | 0,02 | | |
| Total | 26 | 0,52 | | KK = 14,86 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%

o. Bobot Segar Akar

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|------|------|----------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,34 | 0,04 | 2,09 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,37 | 0,02 | | |
| Total | 26 | 0,71 | | KK = 15,61 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%

p. Bobot Kering Akar

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|------|--------|----------------|---------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 0,01 | 0,0009 | 1,57 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 0,01 | 0,0006 | | |
| Total | 26 | 0,02 | | KK = 12,10 % | |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%

q. Rasio Tajuk Akar

| Sumber | db | JK | KT | F-hitung | F-Tabel |
|-----------|----|------|------|----------------|--------------|
| Keragaman | | | | | 5% |
| Isolat | 8 | 4,23 | 0,53 | 1,70 <i>tn</i> | 2,51 |
| Galat | 18 | 5,60 | 0,31 | | |
| Total | 26 | 9,83 | | | KK = 13,51 % |

Keterangan : *tn* = berbeda tidak nyata diuji dengan uji F 5%



Septiade Khairan

ORIGINALITY REPORT

10%

SIMILARITY INDEX

%

INTERNET SOURCES

%

PUBLICATIONS

10%

STUDENT PAPERS

MATCH ALL SOURCES (ONLY SELECTED SOURCE PRINTED)

6%

★ Submitted to Universitas Andalas

Student Paper

Exclude quotes Off

Exclude bibliography On

Exclude matches < 3 words