

**LAPORAN
PENELITIAN MANDIRI FP
UNIVERSITAS LAMPUNG**



**APLIKASI FUNGI MIKORIZA ARBUSKULAR DAN BAKTERI
PELARUT FOSFAT PENGHASIL INDOLE ACETIC ACID (IAA) UNTUK
MENINGKATKAN PERTUMBUHAN BIBIT KOPI ROBUSTA**

Oleh

**Dr. Maria Viva Rini (NIDN 0004036604)
Ir. Lestari Wibowo, M.P. (NIDN 0014086203)**

**JURUSAN AGRONOMI DAN HORTIKULTURA
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2021**

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN MANDIRI FP
UNIVERSITAS LAMPUNG

Judul Penelitian : Aplikasi fungsi mikoriza arbuscular dan bakteri pelarut fosfat penghasil indole acetic acid (IAA) untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta

Kode/nama rumpun ilmu : Pertanian

Ketua Pengusul :
a. Nama Lengkap : Dr. Ir. Maria Viva Rini, M.Sc.
b. Jabatan fungsional : Lektor Kepala
c. SINTA ID : 6098459
d. Program Studi : Agronomi
e. Nomor HP : 0811792103
f. Alamat email : maria.vivarini@fp.unila.ac.id

Anggota pengusul 1 :
a. Nama lengkap : Ir. Lestari Wibowo, M.P.
b. SINTA ID : 6151649
c. Program studi : Ilmu Hama Tanaman

Lokasi kegiatan : Lab. Ilmu Tanaman dan rumah kaca FP Unila

Lama kegiatan : 8 bulan

Biaya penelitian : Rp 5.000.000,00 (lima juta rupiah)

Sumber dana : Mandiri

Mengetahui
Dekan Fakultas Pertanian Unila




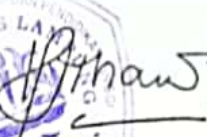
Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP196110201986031002

Bandarlampung, 9 November 2021
Ketua Tim Peneliti



Dr. Ir. Maria Viva Rini, M.Sc.
NIP 196603041990122001

Menyetujui
Ketua LPPM Universitas Lampung



Dr. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIP 196505101993032008

DAFTAR ISI

1. LATAR BELAKANG	1
2. TINJAUAN PUSTAKA	2
3. METODE	6
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	7
3.2 Bahan dan Alat	7
3.3 produksi senyawa Indole 3 Acetic Acid oleh bakteri dalam Kultur Cair	7
3.4 Perbanyakkan BPF terpilih dan FMA	8
3.5 Percobaan Pot di Rumah Kaca	8
3.5.1 Metode Penelitian	8
3.5.2 Pelaksanaan Penelitian	9
3.5.3 Penanaman dan aplikasi FMA dan BPF	9
3.6 Pengukuran parameter penelitian	9
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Hail Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat	11
4.2 Tinggi Tanaman Bibit Kopi Robusta	12
4.3 Jumlah Daun Bibit Kopi Robusta	14
4.4 Kesimpulan	16
DAFTAR PUSTAKA	16
BIODATA	18

RINGKASAN

Fungi mikoriza arbuskular (FMA) merupakan salah satu mikroba bermanfaat yang banyak diteliti dan digunakan sebagai pupuk hayati, karena fungi ini mampu membantu tanaman dalam menyerap unsur hara dan air dari dalam tanah. Peneliti dalam 10 tahun terakhir telah berhasil mengisolasi FMA ini dari berbagai rizosfer tanaman (terdapat koleksi 35 isolat FMA), memperbanyaknya dan menguji efektivitas isolat FMA tersebut terhadap berbagai tanaman. Peneliti juga telah berhasil mengisolasi bakteri pelarut fosfat (BPF) dari beberapa rizosfer tanaman dan telah menguji kemampuan BPF tersebut dalam melarutkan fosfat (terdapat koleksi 2 isolat). BPF juga dilaporkan dapat menghasilkan hormone Indole Acetic Acid (IAA) yang dapat memacu pertumbuhan akar tanaman. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, peneliti akan menguji apakah koleksi Isolat FMA *Acaulospora longula* yang kami miliki dapat bekerja secara sinergistik dengan 2 isolat BPF yang dimiliki (2 isolat dipilih berdasarkan kemampuan menghasilkan IAA tertinggi) dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kopi. Penelitian menggunakan rancangan faktor tunggal yang terdiri dari 6 perlakuan yaitu: Kontrol tanpa FMA dan BPF (T1), diinokulasi dengan FMA saja (T2), diinokulasi dengan 2 isolat BPF saja (T3), diinokulasi dengan FMA dan BPF isolat A (T4), diinokulasi dengan FMA dan BPF isolat B (T5), dan diinokulasi dengan FMA dan BPF campuran isolat A, dan B (T6). Setiap perlakuan diulang 4 kali. Peubah yang akan diukur adalah pertumbuhan tanaman (tinggi, jumlah dan luas daun, dan bobot segar serta bobot kering tajuk dan akar), kolonisasi FMA pada akar, jumlah spora FMA di dalam tanah, total populasi BPF, dan kandungan P di daun serta total P tersedia di dalam tanah. Penelitian ini belum selesai. Hingga saat ini, 6 minggu setelah aplikasi bakteri pelarut fosfat, perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat yang diaplikasikan, belum menunjukkan perbedaan pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan oleh data tinggi tanaman dan jumlah daun.

1. LATAR BELAKANG

Pertanian berkelanjutan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pangan dan pakaian masyarakat saat ini tanpa mengkhawatirkan kemampuan kapasitas generasi masa depan dalam memenuhi kebutuhannya. Praktik yang umum digunakan dalam pertanian berkelanjutan ini adalah mengganti penggunaan pupuk kimia dengan pupuk hayati, seperti pupuk hayati berbasis fungi mikoriza arbuskular (FMA) yang ramah lingkungan.

FMA merupakan merupakan salah satu jenis mikoriza yang mampu membentuk asosiasi simbiotik dengan cara mengkolonisasi akar tanaman (Smith dan Read, 2008). Keberadaan FMA melimpah dan tersebar luas di lingkungan. FMA merupakan biotrofi dan secara alami melakukan asosiasi simbiotik dengan tanaman sejak 470 juta tahun yang lalu (Strullu-Derrien, 2018). Manfaat yang diberikan oleh FMA pada tanaman berupa perbaikan status nutrisi tanaman, meningkatkan pertumbuhan, toleransi terhadap patogen dan stress lingkungan, memproduksi senyawa kimia sebagai hormon pertumbuhan, meningkatkan asupan fosfat (P), serta memperbaiki struktur dan kesuburan tanah (Brundrett, 1996; Slyvia *et al.*, 1999; Smith dan Read, 2008; Posta dan Duc, 2019). Berdasarkan manfaat tersebut, FMA memiliki potensi besar untuk digunakan sebagai pupuk hayati. Selain itu, FMA juga bersifat ramah lingkungan dan memiliki keuntungan jangka panjang.

Keberadaan mikoriza di tanah memberikan pengaruh besar pada mikroflora yang hidup di sekitar area rizosfer (Bansal dan Mukerji, 1994). FMA diketahui memiliki interaksi positif/sinergistik dan mendukung pertumbuhan beberapa kelompok bakteri, salah satunya adalah bakteri pelarut fosfat (BPF) (Bansal *et al.*, 2000; Nacoon *et al.*, 2020). Selain membantu germinasi spora FMA menjadi lebih baik, bakteri ini dapat membantu (1) pembentukan hifa primer hasil dari germinasi spora, dan (2) perpanjangan hifa dari akar yang sudah tekolonisasi oleh FMA atau fragmen hifa yang belum mencapai permukaan akar (Jansa dan Gryndler, 2010).

Adapun BPF berperan dalam mengkoversi bentuk fosforus (P) yang tidak terlarut, inorganik, dan organik di tanah menjadi dalam bentuk yang tersedia untuk

diambil oleh tanaman (Ahemad dan Kibret, 2014). BPF melepaskan beberapa asam organik, seperti sitrat, oksalat, fumarat, malat, format, laktat, dan asam suksinat yang dapat menurunkan pH lingkungan disekitar tanah. Proses ini berkontribusi dalam melarutkan fosfat di rizosfer (Hariprasad dan Niranjana, 2009; Sharma *et al.*, 2013). Selain itu, BPF dapat memproduksi *Indole acetic acid* (IAA) yang berfungsi dalam menstimulasi produksi akar menjadi lebih panjang dan meningkatkan jumlah rambut akar dan akar lateral. Oleh karena itu, BPF dapat dimanfaatkan sebagai komponen pupuk hayati untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Nacoon *et al.*, 2020).

Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya menyatakan bahwa ko-inokulasi BPF dan FMA merupakan metode yang efisien untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Nanjundappa *et al.*, 2019; Bourles *et al.*, 2020). Oleh karena itu, konsorsium BPF dan FMA ini berpotensi untuk diformulasikan sebagai komponen pupuk hayati. Namun, masih sedikit informasi mengenai aplikasi konsorsium BPF dengan FMA yang tepat dalam meningkatkan produksi spora FMA dan pertumbuhan tanaman. Parameter produksi spora ini menjadi penting karena spora merupakan propagul FMA yang berperan dalam mengkolonisasi akar tanaman (Smith dan Read, 2008). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh inokulasi konsorsium BPF dan FMA (BPF dan FMA yang akan digunakan merupakan koleksi peneliti dari hasil penelitian-penelitian sebelumnya) pada pertumbuhan tanaman kopi sehingga bisa menjadi dasar pertimbangan untuk penerapan pupuk hayati yang efektif dan efisien.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Fungi mikoriza arbuscular (FMA) salah satu jenis mikoriza yang banyak diteliti dan dikembangkan untuk pupuk hayati. Fungi ini bersimbiosis/berasosiasi secara mutualisme dengan akar tanaman. Karakteristik dari asosiasi ini adalah terjadi pertukaran nutrisi antara fungi dan tanaman, dimana karbon hasil fotosintesis dialirkan ke fungi, sedangkan tanaman mengambil nutrisi dalam bentuk terlarut melalui hifa fungi (Sylvia *et al.*, 2005; Smith dan Read, 2008). Interaksi simbiotik

tersebut memberikan pengaruh positif yang signifikan pada tanaman bahkan pada tanaman dengan habitat tanah yang kurang menguntungkan.

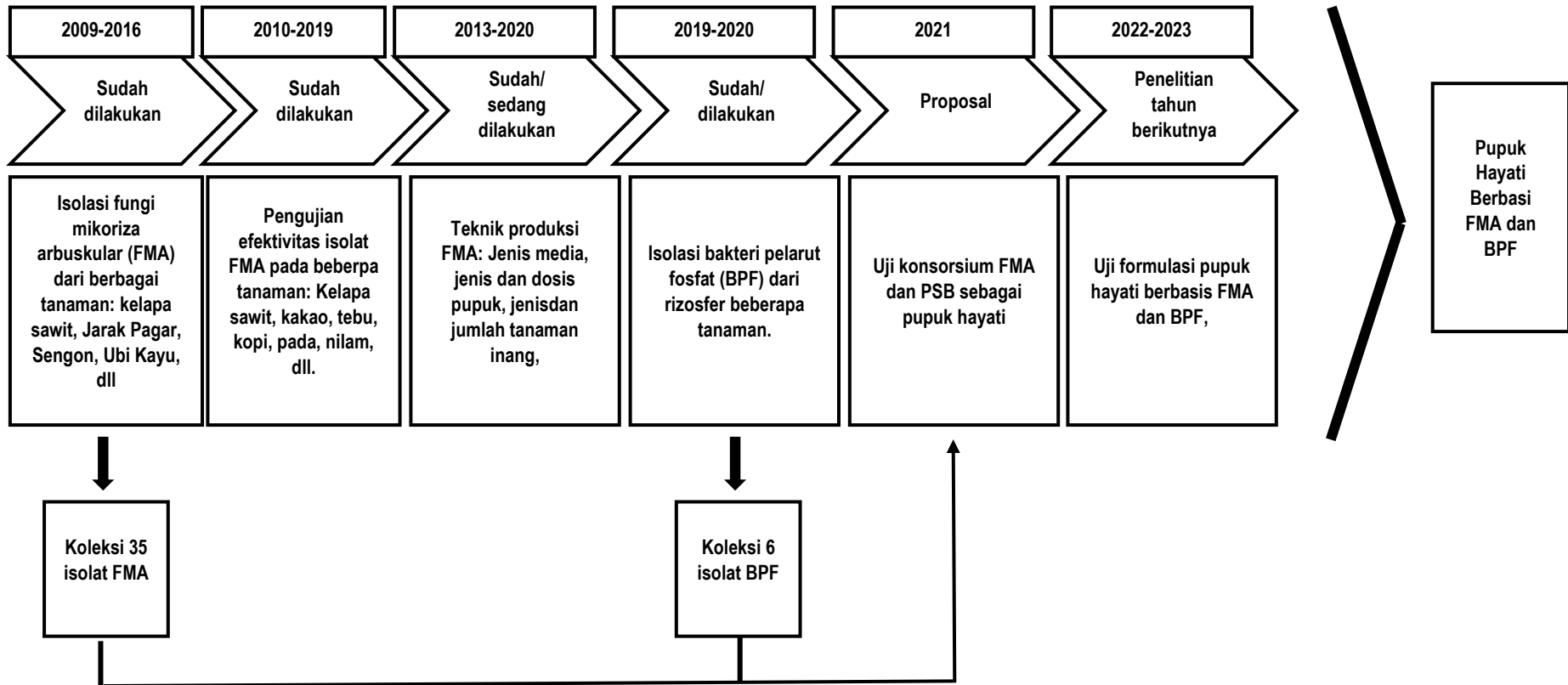
Hampir sekitar 80-90% spesies tanaman mampu membentuk asosiasi simbiotik dengan FMA. Fungi ini berperan dalam memfasilitasi tanaman inang untuk tumbuh baik dan cepat pada kondisi stress dengan melarutkan nutrisi dan mineral-mineral tidak terlarut seperti Fe, Cu, P, N, K, dan meningkatkan pengambilan air tanah melalui perpanjangan akar di tanah (Barea *et al.*, 2005; Smith dan Read, 2008; Barazetti, 2019). Selain itu, FMA diketahui mampu memperbaiki pertumbuhan tanaman yang hidup pada berbagai macam cekaman lingkungan, seperti kekeringan, salinitas, suhu, logam berat, dan penyakit yang disebabkan oleh fungi patogen (Srivastava *et al.*, 2010; Begum *et al.*, 2019).

Keberadaan FMA di area rizosfer mempengaruhi keberadaan mikroorganisme tanah lainnya, seperti bakteri pelarut fosfat (BPF). Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa FMA memiliki interaksi sinergistik dengan BPF dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Saia *et al.*, 2019). BPF berperan dalam meningkatkan asupan P pada tanaman dengan cara melarutkan bentuk P tidak terlarut dengan bantuan asam-asam organik serta **menghasilkan hormon pertumbuhan, seperti IAA** (Saia *et al.*, 2019; Bourles *et al.*, 2020). Produksi hormon IAA ini merupakan salah satu mekanisme bakteri dalam meningkatkan pertumbuhan akar tanaman yang akan berdampak pada pertumbuhan tajuk tanaman. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa asosiasi sinergis antara BPF dan FMA memberikan keuntungan antara kedua belah pihak serta meningkatkan asupan nutrisi P oleh tanaman sehingga produktivitas tanaman meningkat lebih baik. Studi yang dilakukan oleh Nacoon *et al.* (2020) menggunakan FMA *Glomus multisubtensum* dan *Rhizophagus intraradices* bersama bakteri pelarut fosfat dari jenis *Klebsiella variicola* dengan berbagai kombinasi perlakuan FMA dan BPF tersebut pada tanaman *Helianthus tuberosus*. Mereka menemukan bahwa perlakuan dengan konsorsium ketiga mikroba tersebut menghasilkan pertumbuhan tanaman yang terbaik dan senyawa metabolit sekunder tuber inulin tertinggi. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Sharma *et al.* (2020) pada tanaman tomat. Oleh karena itu, kedua mikroorganisme tersebut (FMA dan BPF) menjadi potensial untuk dimanfaatkan keuntungannya sebagai formulasi pupuk

hayati dan diharapkan menjadi salah satu metode yang efektif dan efisien dalam meningkatkan produktivitas tanaman.

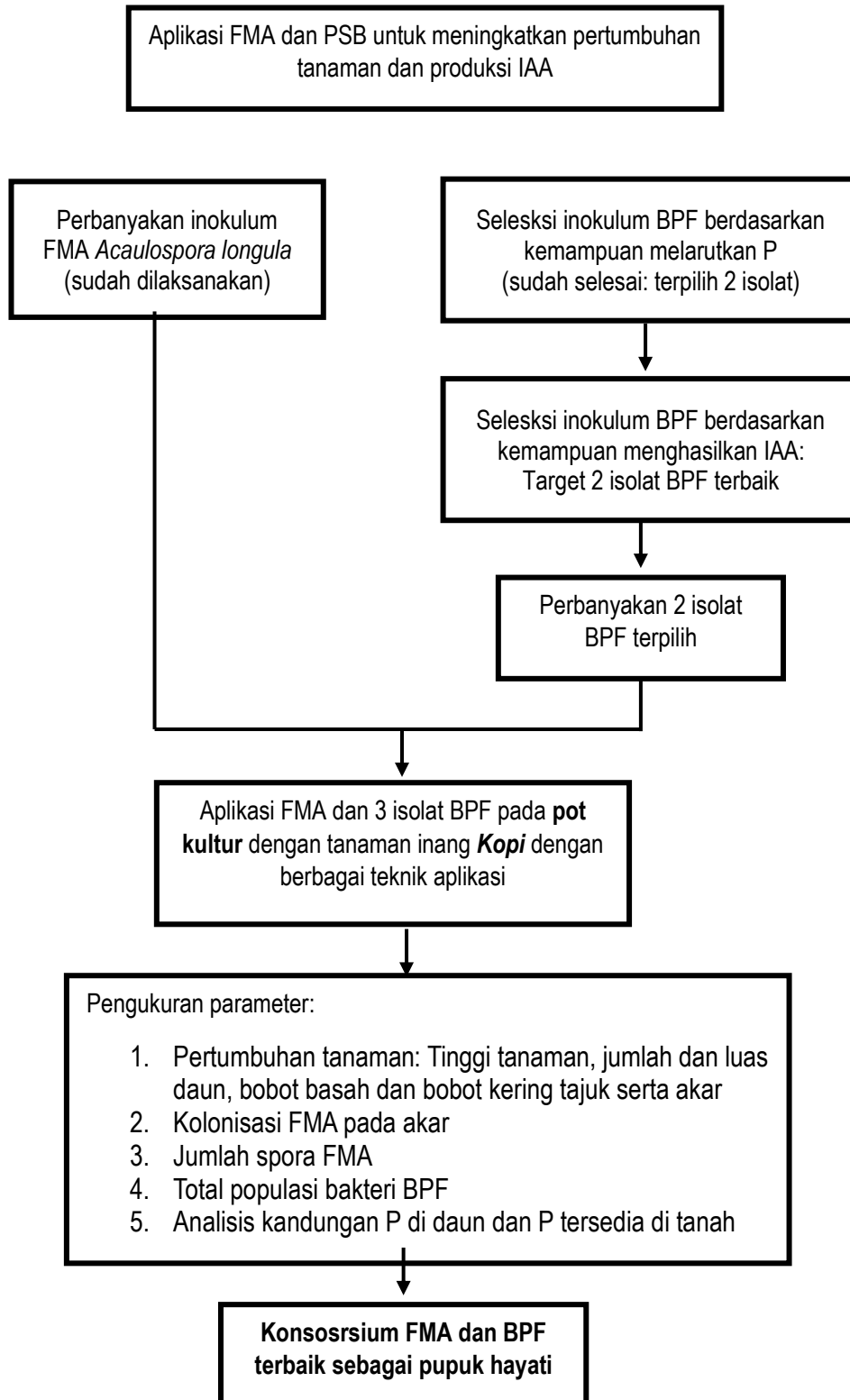
Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang telah disebutkan, tujuan penelitian ini adalah:

- 1) Mempelajari pengaruh inokulasi konsorsium bakteri pelarut fosfat dan fungi mikoriza arbuskular terhadap pertumbuhan tanaman kopi.
- 2) Menentukan formulasi bakteri pelarut fosfat dan fungi mikoriza arbuskular terbaik sebagai kandidat pupuk hayati.



Gambar 1. Peta jalan (Road Map) Penelitian

3. METODE



Gambar 2. Diagram pelaksanaan penelitian

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Produksi Perkebunan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung selama 6 bulan dari bulan Mei -Oktober 2021.

3.2. Bahan dan Alat

Bakteri pelarut fosfat yang digunakan pada penelitian kali ini diisolasi dari lahan pertanian di Lampung Selatan sebanyak dua isolat (PSB1; PSB2) yang telah diperoleh dari penelitian sebelumnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir, zeolite, benih Kopi Robusta (*Coffea canephora* Pierre), pupuk urea, pupuk NPK, polibag ukuran 2 L, *glycerol*, plastik 5 kg, KOH, HCl, *trypan blue*, akuades, air, kertas label, kuvet, larutan kloroks, reagen PVLG dan *Melzer*, kalium antimonyltartrate ($K_2Sb_2(C_4H_2O_6)_2 \cdot 3H_2O$), ammonium molybdate, asam askorbat, safranin, lugol, dextrose, kalsium phosphate ($Ca_3(PO_4)_2$), ammonium sulfat ($(NH_4)_2SO_4$), magnesium sulfat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), manganese sulfat ($MnSO_4 \cdot 4H_2O$), K_2HPO_4 , IAA, $FeSO_4 \cdot 7H_2O$, $FeCl_3$, tri-calcium fosfat, L-tryptophan, spiritus, dan alkohol 96%. Medium yang digunakan terdiri atas: *nutrient broth* (NB), *nutrient agar* (NA), Pikovskaya (PKV) agar dan broth, *tryptic soy agar* (TSA), *yeast extract*, NaCl (0,85%).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan digital, autoklaf, pinset, cawan petri, saringan mikro (500 μ m, 250 μ m, 150 μ m, 45 μ m), gelas kimia, kaca preparat, *cover glass*, gelas arloji, mikroskop stereo, mikroskop majemuk, *water bath*, tabung reaksi, kuvet, cawan petri spatula, *Laminar Air Flow* (LAF), inkubator 50°C, inkubator shaker, spektrofotometer, pH meter, dan sentrifugasi.

3.3. Penentuan produksi senyawa Indole 3 Acetic Acid bakteri dalam Kultur Cair

Sebanyak dua isolate BPF (PSB1; PSB2) dievaluasi kemampuannya dalam produksi IAA. Isolat BPF ditumbuhkan dalam medium broth dan diinkubasi dengan agitasi 150 rpm, suhu 30°C selama 72 jam. Nilai pH medium dihitung tiap 24 jam menggunakan pH meter. Kemudian sel bakteri dibuang dengan melakukan

sentrifugasi medium cair dengan agitasi 8000 rpm pada 4°C selama 15 menit. Kemudian, jumlah produksi IAA ditentukan menggunakan reagen Van Urk Salkowski pada panjang gelombang 535 nm (Nacoon *et al.*, 2020; Sharma, *et al.*, 2020).

3.4. Perbanyakkan BPF dan FMA

Dua isolat BPF yang menunjukkan produksi IAA paling tinggi dipilih untuk percobaan pot di rumah kaca. Starter bakteri disiapkan dengan menumbuhkan isolat di dalam nutrisi broth (NB) dengan agitasi 150 rpm pada suhu 30°C selama 72 jam. Setelah itu, sel di panen dengan sentrifugasi pada 8000 rpm pada 4°C selama 20 menit. Pelet sel yang diperoleh diresuspensi pada aquades steril dengan menepatkan konsentrasi sel pada 10^9 cfu/mL.

Inokulum FMA yang digunakan diperoleh dari Laboratorium Produksi Tanaman Perkebunan, Universitas Lampung. Inokulum FMA *Acaulospora longula* telah dipropagasi menggunakan pot kultur dengan tanaman inang berupa jagung (*Zea mays*) dan LCC. Inokulum yang akan digunakan menunjukkan jumlah produksi spora yang tinggi (± 500 spora/25g).

3.5. Percobaan Pot di Rumah Kaca

3.5.1 Metode Penelitian

Untuk mencapai tujuan penelitian, maka rancangan perlakuan yang digunakan adalah rancangan faktor tunggal yang terdiri dari 6 perlakuan yaitu: Kontrol tanpa FMA dan BPF (T1), diinokulasi dengan FMA saja (T2), diinokulasi dengan 2 isolat BPF saja (T3), dan diinokulasi dengan FMA dan BPF isolat A (T4). Setiap perlakuan diulang 4 kali. Setiap perlakuan diterapkan pada satuan percobaan menurut rancangan acak kelompok. Data yang diperoleh dianalisis dengan Uji Sidik Ragam dilanjutkan dengan pemisahan nilai tengah menggunakan uji Beda Nyata Terkecil pada taraf 5%.

3.5.2 Pelaksanaan Penelitian

Percobaan dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Bahan tanam dipersiapkan dengan menyemai benih PJ. Benih direndam dalam larutan kloroks selama 15 menit, kemudian dibilas dengan aquades, lalu benih diinkubasi suhu ruang selama 3 hari dalam kondisi gelap.

Media tanam yang digunakan dalam percobaan ini adalah pasir steril dan zeolite. Pasir dicuci dan dibilas, lalu disterilisasi sebanyak 2 kali menggunakan autoklaf pada suhu 121°C 1 atm selama 60 menit. Kemudian, zeolite dicuci bersih dengan air mengalir. Setelah itu, media pasir dan zeolite dicampur dengan perbandingan 2:1 dan dimasukkan ke dalam polibag sebanyak 2 kg/polibag.

3.5.3 Penanaman dan aplikasi FMA dan BPF

Tanaman inang yang digunakan berupa *Kopi Robusta* yang sudah disemai di tanam dalam polibag yang sudah disiapkan dengan satu tanaman per polibag. Aplikasi FMA dilakukan saat memindahkan bibit kopi yang sudah berumur 4 bulan dari semaian dalam box plastic dengan media tanam pasir. Inokulasi dilakukan dengan meletakkan inokulum FMA yang mengandung 300 spora dalam lubang tanam, kemudian di atasnya ditanam bibit kopi. Selanjutnya lubang tanam ditutup. Tanaman dipelihara dengan hanya menyiram setiap pagi hari.

Pupuk urea dengan konsentrasi 2g/L diberikan pada setiap tanaman dengan dosis 20 mL tiap minggu saat tanaman berumur 2-4 minggu. Setelah umur 4 minggu, pupuk NPK (15:15:15) diberikan dengan dosis 1 g/tanaman.

Aplikasi BPF sesuai perlakuan diberikan saat tanaman berumur 2 minggu setelah pindah tanam. Suspensi BPF dengan konsentrasi sel pada 10^9 cfu/mL diaplikasikan menggunakan syringe dengan dosis 15mL/tanaman tepat pada akar tanaman inang (Bourles *et al.*, 2019; Nacoo *et al.*, 2020). Selanjutnya tanaman dipelihara hingga berumur 12 minggu.

3.6. Pengukuran parameter penelitian

Setelah tanaman berumur 2, 4, dan 6 minggu, maka dilakukan pengukuran terhadap beberapa peubah yaitu:

1. **Pertumbuhan tanaman.** Peubah yang diukur adalah tinggi tanaman, luas daun menggunakan *leaf area meter*, bobot segar dan bobot kering tajuk dan akar.
2. **Infeksi FMA pada akar PJ.** Sebanyak ± 1 g akar segar diambil kemudian diwarnai dengan *trypan blue* menurut metode Brudrett et.al (1996). Akar yang sudah diwarnai disusun di atas cawan petri, kemudian dihitung persen infeksi dengan bantuan mikroskop stereo (Brundrett *et al.*, 1996).
3. **Jumlah spora FMA.** Jumlah spora dihitung dengan mengambil sampel media tanam di daerah rizosfer sebanyak 100 gram. Kemudian dilakukan penyaringan basah menggunakan saringan mikro. Spora yang terisolasi di saringan dipindahkan ke cawan petri dan selanjutnya penghitungan spora dilakukan di bawah mikroskop stereo secara manual.
4. **Total bakteri BFP di rizosfer.** Estimasi jumlah inokulum PSB dihitung menggunakan teknik metode sebar. Tanah pada area rizosfer diambil dan dilakukan pengenceran bertingkat sampai 10^{-9} pada medium PKV. Setelah itu, sampel diinkubasi pada suhu 30°C selama 48 jam. Koloni yang menunjukkan zona bening pada medium dihitung dan direpresentasikan dalam log CFU/mL (Bourles *et al.*, 2019; Nacoon *et al.*, 2020).
5. Kandungan P di daun dan jumlah P tersedia di dalam tanah dengan mengirim sampel ke Lab. Terpadu Sentra Inovasi Teknologi Unila.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Saat laporan ini dibuat, penelitian belum selesai, oleh karena itu data yang ditampilkan baru sebagian data pertumbuhan yang dapat dikur tanpa merusak tanaman (nondestruktif).

4.1 Hasil Seleksi Bakteri Pelarut Fosfat

Seleksi bakteri pelarut fosfat dilakukan selain berdasarkan kemampuannya melarutkan fosfat secara invitro dalam media yang mengandung senyawa fosfat, juga dilakukan berdasarkan kemampuan bakteri menghasilkan hormon auksin. Berdasarkan hasil kemampuan isolat bakteri melarutkan fosfat dalam media pikovskaya maka isolate AE dan CG memiliki nilai lebih tinggi daripada isolate AE (Tabel 1).

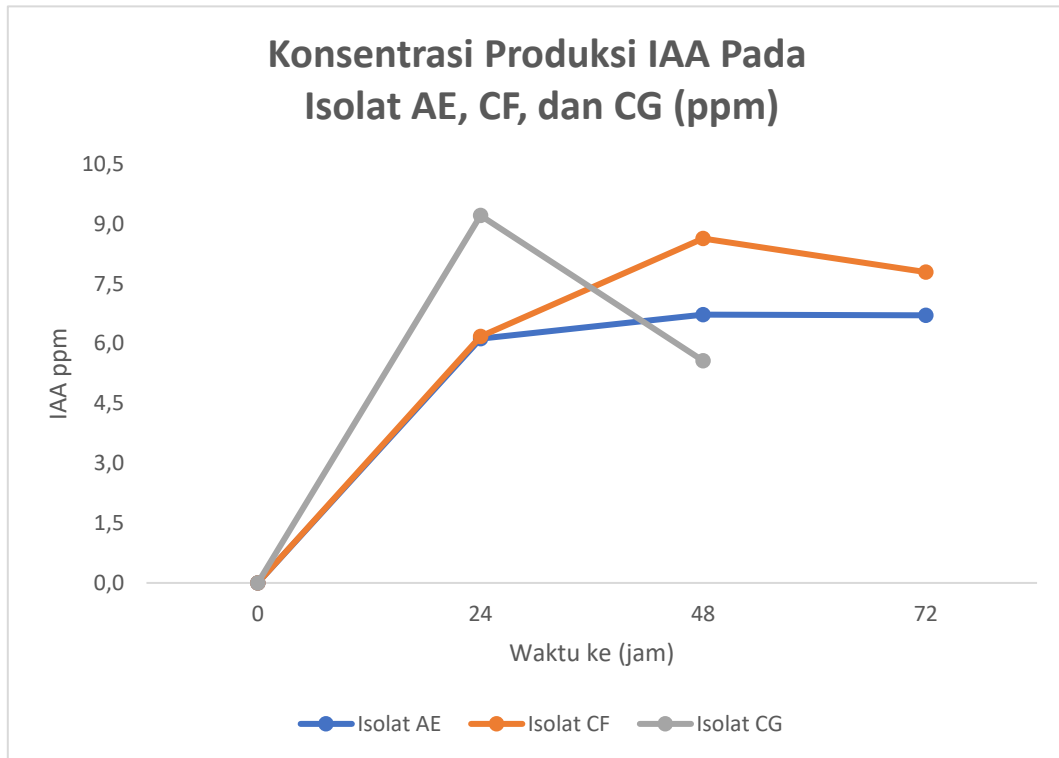
Tabel 1. Indeks melarutkan fosfat 3 isolat bakteri pelarut fosfat dalam media pikovskaya.

Isolat Bakteri Pelarut Fosfat	Phosphate Solubilizing index
CF	2,9
CG	1,5
AE	3,0

Berdasarkan kemampuan isolat menghasilkan hormon auksin (IAA) setelah diinkubasi selama 72 jam, nilai tertinggi diperoleh dari isolate CF dan diikuti oleh isolate AE (Gambar 3). Berdasarkan hasil seleksi ini, maka isolate CF dan AE merupakan isolate terbaik dalam melarutkan fosfat dan menghasilkan hormon IAA, namun kemampuan tumbuh isolate AE dalam media agar sangat rendah dibandingkan dengan isolate CF, oleh karena itu isolate CF dipilih sebagai isolate Bakteri Pelarut Fosfat yang akan diinokulasikan pada bibit kopi.

Bakteri pelarut fosfat memiliki kemampuan dalam melarutkan fosfat karena bakteri ini mampu menghasilkan senyawa-senyawa asam organik seperti sitrat, fumarate, format, laktat, dan asam suksinat yang berkontribusi dalam melarutkan fosfat di dalam tanah (Sharma *et al.*, 2013). Nacoon *et al.* (2020) menyatakan bahwa bakteri pelarut fosfat dapat memproduksi *Indole acetic acid* (IAA) yang

berfungsi dalam menstimulasi produksi akar menjadi lebih panjang dan meningkatkan jumlah rambut akar dan akar lateral.



Gambar 3. Produksi IAA oleh isolate AE, CF, dan CG setelah 72 jam inkubasi

4.2 Tinggi Tanaman Bibit Kopi Robusta

Pertumbuhan bibit akibat perlakuan Bakteri pelarut fosfat dan fungi mikoriza arbuskular diwakili oleh data tinggi bibit dan jumlah daun. Untuk tinggi bibit, data diukur 2, 4, dan 6 minggu setelah aplikasi bakteri pelarut fosfat. Data tersebut disajikan pada Tabel 2-4 dan Gambar 4.

Tabel 2. Tinggi bibit kopi robusta yang diberi perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat 2 minggu setelah aplikasi bakteri.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) 2 MST
Mikoriza	9,58
Mikoriza + Bakteri Pelarut Fosfat	8,42
Bakteri Pelarut Fosfat	8,00
Kontrol	9,06

Tinggi bibit kopi robusta pada semua waktu pengamatan tidak dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan, baik perlakuan mikoriza dan pelarut fosfat secara tunggal maupun campuran keduanya.

Tabel 3. Tinggi bibit kopi robusta yang diberi perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat 4 minggu setelah aplikasi bakteri.

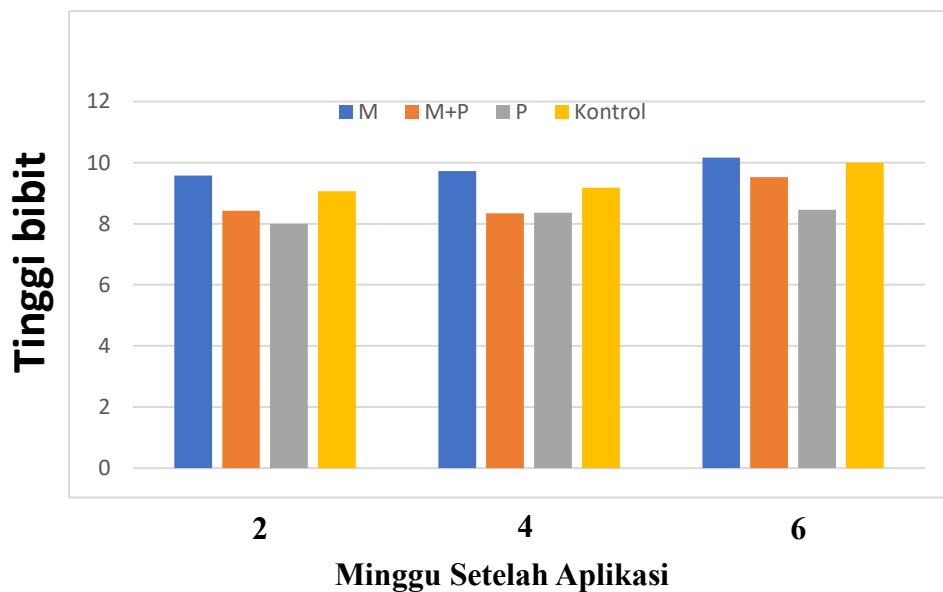
Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) 4 MST
Mikoriza	9,72
Mikoriza + Bakteri Pelarut Fosfat	8,34
Bakteri Pelarut Fosfat	8,36
Kontrol	9,18

Tidak berpengaruhnya seluruh perlakuan yang diaplikasikan dapat disebabkan oleh waktu pengamatan yang masih terlalu pendek dari aplikasi bakteri. Kopi termasuk tanaman yang pertumbuhan bibitnya lambat. Untuk berkecambah dari biji memerlukan waktu lebih kurang 2 bulan.

Tabel 4. Tinggi bibit kopi robusta yang diberi perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat 6 minggu setelah aplikasi bakteri.

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm) 6 MST
Mikoriza	10,16
Mikoriza + Bakteri Pelarut Fosfat	9,52
Bakteri Pelarut Fosfat	8,46
Kontrol	10,00

Dari data pada Tabel 2-4 dapat dilihat bahwa pertumbuhan bibit kopi yang diberi perlakuan mikoriza dan kontrol hampir sama. Namun, pertumbuhan bibit yang diberi perlakuan bakteri pelarut fosfat dan kombinasinya dengan mikoriza memiliki pertumbuhan yang lebih rendah dari perlakuan mikoriza tunggal dan kontrol. Hingga 6 minggu setelah aplikasi bakteri, sepertinya aplikasi bakteri yang diberikan menekan pertumbuhan bibit kopi robusta yang digunakan.



Gambar 4. Tinggi bibit kopi yang perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat 2, 4, dan 6 minggu setelah aplikasi bakteri.

4.3. Jumlah Daun Bibit Kopi Robusta

Sama halnya dengan tinggi tanaman, jumlah daun bibit kopi juga tidak dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan yang diaplikasikan (Tabel 5-7). Untuk jumlah daun, perlakuan kombinasi mikoriza dengan bakteri pelarut fosfat memperlihatkan jumlah yang lebih tinggi dari perlakuan lainnya dan hampir sama dengan kontrol.

Tabel 5. Jumlah daun bibit kopi robusta yang diberi perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat 2 minggu setelah aplikasi bakteri.

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai) 2 MST
Mikoriza	8,6
Mikoriza + Bakteri Pelarut Fosfat	9,4
Bakteri Pelarut Fosfat	8,4
Kontrol	9,2

Aplikasi mikoriza secara umum meningkatkan pertumbuhan melalui berbagai mekanisme, seperti meningkatnya volume eksplorasi tanah untuk serapan unsur hara melalui hifa eksternal mikoriza yang sekaligus menjembatani daerah kahat unsur hara di sekitar perakaran, mikoriza menghasilkan enzim fosfatase yang dapat membeaskan fiksasi unsur P di dalam tanah sehingga dapat diserap oleh hifa mikoriza dan akar tanaman (Souza, 2015). Disamping itu, mikoriza juga dapat meningkatkan laju fotosintesis tanaman inang, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan dan salinitas, serta serangan pathogen (Barazetti, 2019; Srivastava *et al.*, 2010; Begum *et al.*, 2019).

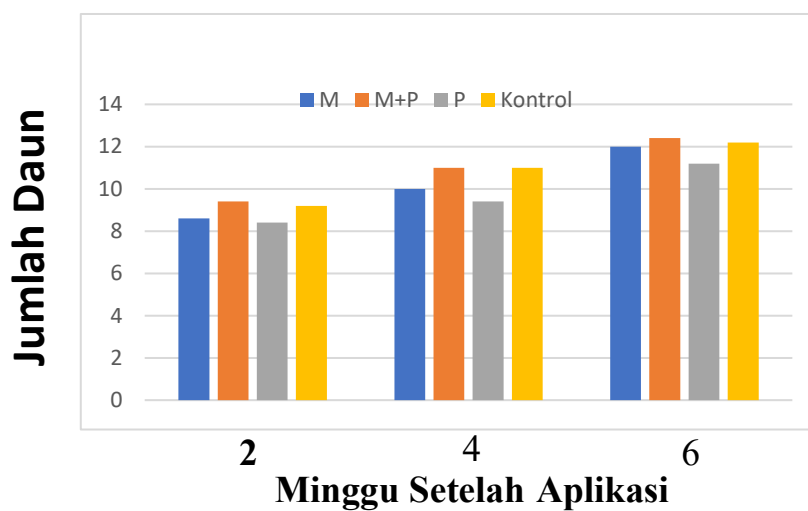
Tabel 6. Jumlah daun bibit kopi robusta yang diberi perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat 4 minggu setelah aplikasi bakteri.

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai) 4 MST
Mikoriza	10,0
Mikoriza + Bakteri Pelarut Fosfat	11,0
Bakteri Pelarut Fosfat	9,4
Kontrol	11,0

Dari Tabel 5-7 juga dapat dilihat kecenderungan sinergitas antara mikoriza dengan bakteri pelarut fosfat. Keberadaan FMA di area rizosfer mempengaruhi keberadaan mikroorganisme tanah lainnya, seperti bakteri pelarut fosfat (BPF). Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa FMA memiliki interaksi sinergistik dengan BPF dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman (Saia *et al.*, 2019). BPF berperan dalam meningkatkan asupan P pada tanaman dengan cara melarutkan bentuk P tidak terlarut dengan bantuan asam-asam organik serta menghasilkan hormon pertumbuhan, seperti IAA (Saia *et al.*, 2019; Bourles *et al.*, 2020).

Tabel 7. Jumlah daun bibit kopi robusta yang diberi perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat 6 minggu setelah aplikasi bakteri.

Perlakuan	Jumlah Daun (Helai) 6 MST
Mikoriza	12,0
Mikoriza + Bakteri Pelarut Fosfat	12,4
Bakteri Pelarut Fosfat	11,2
Kontrol	12,2



4.4 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh hingga 6 minggu setelah aplikasi bakteri pelarut fosfat, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan mikoriza dan bakteri pelarut fosfat yang diaplikasikan, hingga 6 minggu setelah aplikasi bakteri belum menunjukkan perbedaan pertumbuhan tanaman yang ditunjukkan oleh tinggi tanaman dan jumlah daun

DAFTAR PUSTAKA

1. Smith, S.E. and Read, D.J. (2008) Mycorrhizal Symbiosis. 3rd Edition, Academic Press, London. 48-50; 86; 88 p.
2. Strullu-Derrien, C., Selosse, M.A., Kenrick, P. and Martin, F.M., 2018. The origin and evolution of mycorrhizal symbioses: from palaeomycology to

- phylogenomics. *New Phytologist*, 220(4), pp.1012-1030.
3. Brundrett, M. C., N. Bougher, B. Dells, T. Grove, dan N. Malajozuk. 1996. Working with Mycorrhizas in Forestry and Agriculture. ACIAR Monograp 32. Australian Centre for International Agricultural Research: *Canberra*. P. 141-145; 162.
 4. Sylvia, D.M., Fuhrmann, J.J., Hartel, P.G. and Zuberer, D.A., 2005. *Principles and applications of soil microbiology* (No. QR111 S674 2005). Pearson.
 5. Posta, K. and Duc, N.H., 2019. Benefits of arbuscular mycorrhizal fungi application to crop production under water scarcity. In *Drought-Detection and Solutions*. IntechOpen.
 6. Bansal, M. and Mukerji, K. G. 1994. Positive correlation between exudation and VAM induced changes in rhizosphere mycoflora, *Mycorrhiza* 5: 39-44.
 7. Bansal, M., Chamola, B.P., Sarwar, N. and Mukerji, K.G., 2000. Mycorrhizosphere: interaction between rhizosphere microflora and Vam Fungi. In *Mycorrhizal Biology* (pp. 143-152). Springer, Boston, MA.
 8. Nacoon, S., Jogloy, S., Riddech, N., Mongkolthananuk, W., Kuyper, T.W. and Boonlue, S., 2020. Interaction between phosphate solubilizing bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi on growth promotion and tuber inulin content of *Helianthus tuberosus* L. *Scientific reports*, 10(1), pp.1-10.
 9. Jansa J., Gryndler M. (2010) Biotic Environment of the Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Soil. In: Koltai H., Kapulnik Y. (eds) Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9489-6_10.
 10. Ahemad, M. and Kibret, M., 2014. Mechanisms and applications of plant growth promoting rhizobacteria: current perspective. *Journal of King saud University-science*, 26(1), pp.1-20.
 11. Hariprasad, P. and Niranjana, S.R., 2009. Isolation and characterization of phosphate solubilizing rhizobacteria to improve plant health of tomato. *Plant and soil*, 316(1), pp.13-24.
 12. Sharma, S.B., Sayyed, R.Z., Trivedi, M.H. and Gobi, T.A., 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *SpringerPlus*, 2(1), pp.1-14.

13. Nanjundappa, A., Bagyaraj, D.J., Saxena, A.K., Kumar, M. and Chakdar, H., 2019. Interaction between arbuscular mycorrhizal fungi and *Bacillus* spp. in soil enhancing growth of crop plants. *Fungal biology and biotechnology*, 6(1), pp.1-10.
14. Bourles, A., Guentas, L., Charvis, C., Gensous, S., Majorel, C., Crossay, T., Cavaloc, Y., Burtet-Sarramegna, V., Jourand, P. and Amir, H., 2020. Co-inoculation with a bacterium and arbuscular mycorrhizal fungi improves root colonization, plant mineral nutrition, and plant growth of a Cyperaceae plant in an ultramafic soil. *Mycorrhiza*, 30(1), pp.121-131.
15. Barea, J.M., Pozo, M.J., Azcón-Aguilar, C., 2005. Microbial co-operation in the rhizosphere. *J. Exp. Bot.* 56, 1761-1778.
16. Barazetti, A.R., Simionato, A.S., Navarro, M.O.P., dos Santos, I.M.O., Modolon, F., de Lima Andreato, M.F., Liuti, G., Cely, M.V.T., Chryssafidis, A.L., Dealis, M.L. and Andrade, G., 2019. Formulations of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum applied to soybean and corn plants under controlled and field conditions. *Applied Soil Ecology*, 142, pp.25-33.
17. Srivastava, R., Khalid, A., Singh, U.S. and Sharma, A.K., 2010. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungus, fluorescent *Pseudomonas* and *Trichoderma harzianum* formulation against *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* for the management of tomato wilt. *Biological control*, 53(1), pp.24-31.
18. Begum, N., Qin, C., Ahanger, M.A., Raza, S., Khan, M.I., Ashraf, M., Ahmed, N. and Zhang, L., 2019. Role of arbuscular mycorrhizal fungi in plant growth regulation: implications in abiotic stress tolerance. *Frontiers in plant science*, 10, p.1068.
19. Saia, S., Aissa, E., Luziatelli, F., Ruzzi, M., Colla, G., Ficca, A.G., Cardarelli, M. and Roupael, Y., 2020. Growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi differentially benefit tomato and corn depending upon the supplied form of phosphorus. *Mycorrhiza*, 30(1), pp.133-147.
20. Sharma, S., Compant, S., Ballhausen, M.B., Ruppel, S. and Franken, P., 2020. The interaction between *Rhizoglyphus irregularis* and hyphae attached phosphate solubilizing bacteria increases plant biomass of *Solanum lycopersicum*. *Microbiological Research*, 240, p.126556.

RIWAYAT HIDUP

KETUA PELAKSANA

Nama : Dr. Ir. Maria Viva Rini, M.Sc.
 NIP/NIDN : 196603041990122001/000 4036 604
 Golongan / Pangkat : IVa/Pembina
 Jabatan Fungsional Akademik : Lektor Kepala
 Perguruan Tinggi : Universitas Lampung
 Telp./Faks. : 0721-774026, 0811792103
 Alamat e-mail : vatin66@yahoo.com dan mariavivarini@unila.ac.id

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Jenjang	Perguruan Tinggi	Jurusan/ Bidang Studi
1989	Sarjana (S1)	Institut Pertanian Bogor	Agronomi
1996	Magister (S2)	Universiti Pertanian Malaysia	Crop Science
2001	Doktor (S3)	Universiti Putra Malaysia (UPM)	Crop Science

PENGALAMAN PENELITIAN 5 TAHUN TERAKHIR

Tahun	Judul Penelitian	Jabatan	Sumber Dana
2013-2016	Konsultan Penelitian dan Pelatihan Teknologi Fungi Mikoriza Arbuskular	Project Researcher Rp609.000K	Malaysian Agri Hi-Tech, Malaysia
2015-2016	Kerjasama Penelitian, Analisis dan Konsultasi Teknologi Fungi Mikoriza Arbuskular	Ketua Peneliti Rp100.000K	PT Myco Agro Lestari
2016-2018	Perakitan dan aplikasi mutan mikroba antagonis dan pemicu pertumbuhan untuk menghasilkan bibit kelapa sawit tahan <i>Ganoderma</i> sp.	Ketua Peneliti Rp2.341.167K	Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit
2016-2017	Ekspolarasi, Identifikasi, dan Peman-faatan Fungi Mikoriza Arbuskular pada Pertanaman Ubi Kayu di Beberapa Sentra Produksi Provinsi Lampung	Ketua Peneliti 50.000K	Hibah Fundamental Dikti
2017-2018	Kerjasama Penelitian, Analisis dan Konsultasi Teknologi Fungi	Ketua Peneliti	PT Myco Agro

	Mikoriza Arbuskular	Rp186.170K	Lestari
2017-2018	Bio-efficacy of f&v bs184 for its bio-stimulatory effects and improving chili and tomato yield and Quality of produce	Ketua Peneliti Rp 155.000K	PT Bina Guna Kimia (An FMC Joint Venture Company)
2017-2018	Pengujian semi lapang efikasi fungisida alami “greemi-g p” pada pembibitan kelapa sawit	Ketua Peneliti Rp 55.000K	Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia
2018-2019	Pengembangan Mikroba Bermanfaat untuk Efisiensi dan Peningkatan Produksi Kelapa Sawit Spesifik Lokasi PT Bumitama Gunajaya Agro	Ketua Peneliti 386.333,75 K	PT Bumitama Gunajaya Agro
2020	Optimasi volume buffer ekstraksi dalam mengisolasi DNA beberapa spesies mikoriza arbuskular untuk identifikasi secara molekuler	Ketua Peneliti 20.000 K	Hibah Fundamental BLU Unila

KARYA TULIS ILMIAH

Buku/Bab/Jurnal

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2018	I.F. Ginting, S.Yusnaini, Dermiyati & M. V. Rini . Pengaruh Inokulasi Fungi Mikoriza Arbus-kular dan Penambahan Bahan Organik pada Tanah Pasca Penambangan Galian C Terhadap Pertumbuhan dan Serapan Hara P Tanaman Jagung (<i>Zea mays</i> L.)	<i>J. Agrotek Tropika</i> . 6 (2): 110 – 118
2018	Krisnarini, Maria Viva Rini , and Paul Benyamin Timotiwu. The Growth of Oil Palm (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.) Seedlings with the Application of Different Arbuscular Mycorrhiza Fungi and Various Phosphorous Dosages	<i>J. Trop. Soil</i> , 23 (3): 117-124
2018	M. Gary Ranchiano, M.V. Rini , M.A. Syamsul Arif. Produksi isolat fungi mikoriza arbuskular pada lahan Sayur dan semak di sumber jaya Lampung Barat	<i>Jurnal Wacana Pertanian</i> 14 (2): 53—61,
2019	E. Susiowati, M. Riniarti, M.V. Rini Asosiasi <i>Glomus</i> sp. dan <i>Gigaspora margarita</i> pada bibit <i>Aquilaria malaccensis</i>	<i>Menara Perkebunan</i> 87(2), 104-110
2020	S. Indrasari, M.V. Rini , M.A.S. Arif, A. Niswati. Seleksi isolat orchid mycorrhiza	<i>J. Agrotek Tropika</i> .

	pada bibit anggrek <i>Phalaenopsis amabilis</i> pada media cocopeat dan arang sekam saat Aklimatisasi	8 (1): 27 – 35
2020	M.V. Rini , Endah Susilowati, Melya Riniarti , Iing Lukman Application of <i>Glomus</i> sp. and Mixed of <i>Glomus</i> sp. with <i>Gigaspora</i> sp. Improved Agarwood (<i>Aquillaria malaccensis</i> Lamk.) Seedling Growth in Ultisol Soil	<i>IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 449 012004</i>
2020	Maria Viva Rini , Lita Andriyyani, dan M.A. Syamsul Arif. 2020. Daya infeksi dan efektivitas fungi mikoriza arbuskular <i>Gigaspora margarita</i> pada tanaman jagung dengan masa simpan yang berbeda.	<i>J. Agrotek Tropika. 8 (3): 453-459.</i>
2020	Fluenty Dwitama, Rugayah, Maria Viva Rini , dan Kus Hendarto. 2020. Pengaruh pemberian biostimulan terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.).	<i>J. Agrotek Tropika. 8 (3): 501-509.</i>
2020	Maria Viva Rini , Sigit Wahyudi, dan Sugiatno. Pengaruh jumlah tanaman inang terhadap infeksi akar dan produksi spora fungi mikoriza arbuskular.	<i>Jurnal Agrotropika 19 (2): 70-75</i>

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam Curriculum Vitae ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia empertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 4 Maret 2021

Dosen Ybs.



Dr. Maria Viva Rini

NIP 196603041990122001