



**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN MULTI TAHUN**

PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI (PTUPT)

ID Proposal: d02a7e0b-c3b6-423c-9faa-68265a996468
Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun

**PAKET TEKNOLOGI MIKOTRI PLUS SEBAGAI BIOFERTILIZER DAN BIOFUNGISIDA
PATOGEN TULAR TANAH UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI BAWANG MERAH
(*Allium ascalonicum* L.)**

Oleh:

Ketua : Dr. Eka Susila, SP.MP /0011087307

Anggota : Dr.Fri Maulina, SP.,MP/0023056902

Dibiayai Oleh :

Kementrian Pendidikan, Kebudayaan Riset dan Teknologi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Direktorat
Sumber Daya sesuai SPPK Nomor 265/E4.1/a\AK.04.PT/2021 sesuai Kontrak Penelitian Nomor :
3053/PL25/PG/2021

**POLITEKNIK PERTANIAN NEGERI PAYAKUMBUH
NOVEMBER, 2021**

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN TERAPAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI

OLEH

Dr. EKA SUSILA N, SP.,MP
Dr.FRI MAULINA, SP,MP

Menyetujui :
Ketua Jurusan Budidaya Tanaman Pangan
Poieknik Pertanian Negeri Payakumbuh

Sentot Wahono,SP. MSi
NIP. 197107282003121001

Terdaftar Pada Perpustakaan
Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh

Pada Tanggal : 26 April 2023
Nomor : 06 / 4 / 2021

Kepala UT Perpustakaan
Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh



Abdi Wijaya, S.I Pust
NIP. 197305012005110

HALAMAN PENGESAHAN

- 1.a. Judul Penelitian : Paket Teknologi Mikotri Plus sebagai Biofertilizer dan Biofungisida Patogen Tular Tanah untuk Meningkatkan Produksi Bawang merah (*Allium ascaroticum* L.)
- b. Bidang Ilmu : Pertanian/ Hortikultura
- c. Kategori Penelitian :
2. Ketua Penelitian
- a. Nama : Dr. Eka Susila, SP, MP
- b. Jenis Kelamin : Perempuan
- c. Pangkat/Gol/NID : Penata/IIIc /0011087307
- d. Jabatan fungsional : Lektor
- e. Fakultas / Jurusan : Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh/ Budidaya Tanaman Pangan
- f. Pusat Penelitian : Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
3. Alamat Ketua Penelitian
- a. Alamat kantor/ Telp/ fax : Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh/ (0752) 92004 / 0752 50220
- b. Alamat rumah / Telp/Fax : Kandang Lamo
4. Jumlah Anggota Peneliti : 1 Orang
- Nama Anggota Peneliti : Dr. Fri Maulina, SP,MP.
5. Lokasi Penelitian : Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
6. Kerjasama dengan Instansi lain :-
7. Jangka Waktu Penelitian : 10 (Eram) bulan
8. Biaya Penelitian : Rp 87.395.000

Mengetahui,
Ketua PPs MTKP
Program Pascasarjana



Dr. Eka Susila, SP, MP
NIP. 199011111997031004

Tanjung Pati, 28 November 2022
Ketua Tim Pelaksana

Dr. Eka Susila N, SP, MP
NIP. 197308111999032002

Mengetahui,
Kepala P3M Politeknik Pertanian Negeri
Payakumbuh

Agus, SP, MP, PhD
NIP. 19740706 200312 1 003

RINGKASAN

Paket teknologi yang dikembangkan diharapkan memberikan peluang bagi perkembangan teknologi mikoriza pada lahan kering, sehingga akan lebih efektif meningkatkan serapan hara dan air yang dibutuhkan tanaman. Di lain pihak Trichoderma berfungsi dalam merombak bahan organik sehingga hara tersedia dan menekan perkembangan jamur patogen tular tanah yang ada disekitar rizosfir. Penelitian ini bertujuan untuk : 1) mendapatkan Trichoderma indigenos asal rizosfir bawang merah, 2) Identifikasi Mikoriza secara molekuler, 3) Uji kompatibilitas antara Mikoriza dengan *Trichoderma sp* (MIKOTRI). Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dan rumah kawat Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh selama 9 bulan. Pengambilan sampel berdasarkan perbedaan ketinggian tempat tumbuh tanaman bawang merah (*Stratified Random Sampling*). Tahapan dari penelitian ini meliputi : Ekplorasi, Isolasi dan Identifikasi *Trichoderma sp* dari rizosfir bawang merah, Perbanyakkan massal Trichoderma sp, Uji Kompatibilitas Mikoriza dengan Trichoderma sp indigenos (Mikotri) terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat dan Identifikasi isolate Mikoriza secara molekuler, serta Pengusulan Paten sederhana / HAKI. Kesimpulan penelitian; 1) Diperoleh 3 isolat trichoderma dari tiga lokasi tumbuh bawang merah. Identifikasi secara morfologi dan molekuler, ke tiga isolat Trichoderma yang diekplorasi dari rizosfir bawang merah dengan ketinggian lokasi tumbuh berbeda, yaitu *Trichoderma AP*, *Trichoderma SB* dan *Trichoderma Kmb* merupakan satu jenis, yaitu *T. asperellum*, 2) Pengamatan 3 isolat Mikoriza Arbuskula secara molekuler, dari hasil penelusuran homologi tiap isolat melalui situs NCBI, maka ke 3 menunjukkan kesamaan dengan Rhizophagus (sekarang Glomus). Dari hasil pencarian homogenitas, maka beberapa sampel lebih homogenitas dengan *Rhizophagus irregularis*. (sebelumnya dikenal sebagai *Glomus intraradices*), 3) Uji kompatibilitas Mikoriza dengan Trichoderma indigenos pada pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat untuk mendapatkan dosis terbaik MIKOTRI: kombinasi terbaik mikoriza dan Trichoderma adalah perlakuan M3T2 (Mikoriza dengan dosis 150 spora dan *Trichoderma sp* sebanyak 20 g).

Kata Kunci :Bawang merah; dosis ; Fungi Mikoriza Arbuskula; Trichoderma; indigenos



PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: d02a7e0b-c3b6-423c-9faa-68265a996468
Laporan Akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 3 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

PAKET TEKNOLOGI MIKOTRI PLUS SEBAGAI BIOFERTILIZER DAN BIOFUNGISIDA PATOGEN TULAR TANAH UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum* L.)

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Ketahanan Pangan	-	Budidaya Tanaman Pangan, Budidaya Tanaman Perkebunandan Peternakan	Budidaya Pertanian dan Perkebunan

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Desentralisasi	Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi	SBK Riset Terapan	SBK Riset Terapan	4	3

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama, Peran	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
EKA SUSILA Ketua Pengusul	Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh	Hortikultura		5989499	0
Dr. FRI MAULINA S.P., M.P. Anggota Pengusul 1	Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh	Budidaya Tanaman Pangan	Ekplorasi, identifikasi dan isolasi Tricoderma sp,perbanyak massal Tricoderma sp di labor,Uji Teknologi Mikotri di lapangan ,pengamatan tricoderma di rumah	5989509	1

			kawat dan lapangan, pengamatan patogen tular tanah di rumah kawat dan lapangan		
--	--	--	--	--	--

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
Mitra Calon Pengguna	Masri

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
1	Dokumen pendaftaran paten proses	Terbit nomor pendaftaran paten	

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (<i>accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya</i>)	Keterangan (<i>url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya</i>)
1	Artikel di Jurnal Nasional terakreditasi peringkat 1-3	Accepted	JAST

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Edisi 12.

Total RAB 3 Tahun Rp. 596,248,000

Tahun 1 Total Rp. 191,948,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	ATK	Paket	4	350,000	1,400,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Bahan Penelitian (bahan habis pakai)	Paket	15	5,000,000	75,000,000
Bahan	Barang Persediaan	Barang persediaan	Paket	3	3,000,000	9,000,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	FGD Persiapan penelitian	Paket	4	1,162,000	4,648,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	HR Pembantu Peneliti	OJ	750	20,000	15,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Sekretariat/administrasi Penelitian	OB	4	500,000	2,000,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	HR Petugas Survey Lahan	OH	3	1,000,000	3,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	Transport	Transport	OK	6	700,000	4,200,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Biaya Konsumsi	OK	40	40,000	1,600,000
Sewa Peralatan	Kebun Percobaan	Kebun Percobaan (rumah kawat)	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Ruang penunjang penelitian (labor)	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Pengolah Data	OP	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Biaya analisis sampel (tanah)	Unit	3	1,500,000	4,500,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Biaya analisis (molekuler)	Unit	2	15,000,000	30,000,000
Analisis Data	Transport Lokal	Transport lokal	OK	10	100,000	1,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	Biaya konsumsi rapat	OH	40	40,000	1,600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Sekretariat/Administrasi penelitian	OB	6	500,000	3,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Biaya seminar nasional	Paket	1	5,000,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Biaya seminar internasional	Paket	1	15,000,000	15,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Publikasi jurnal internasional	Paket	1	10,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Luaran KI (Paten, hak cipta)	Paket	1	1,500,000	1,500,000

Tahun 2 Total Rp. 180,900,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Bahan penelitian (habis pakai)	Unit	22	5,000,000	110,000,000
Bahan	Barang Persediaan	Barang persediaan	Paket	3	300,000	900,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	FGD persiapan penelitian	Paket	4	1,200,000	4,800,000
Pengumpulan	HR Pembantu Peneliti	HR Pembantu peneliti	OJ	750	20,000	15,000,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Data						
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Sekretariat/Administrasi	OB	4	500,000	2,000,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	HR survey	OH	2	500,000	1,000,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Biaya konsumsi	OK	40	40,000	1,600,000
Sewa Peralatan	Kebun Percobaan	Kebun percobaan (rumah kawat)	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Ruang penunjang penelitian (Labor)	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	HR Pengolah data	OP	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Biaya analisis sampel	Unit	3	1,500,000	4,500,000
Analisis Data	Transport Lokal	Transport lokal	OK	10	100,000	1,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	Konsumsi rapat	OH	40	40,000	1,600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Sekretariat/Administrasi	OB	6	500,000	3,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Biaya seminar Nasional	Paket	1	5,000,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Biaya seminar Internasional	Paket	1	15,000,000	15,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Publikasi jurnal internasila	Paket	1	10,000,000	10,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Biaya pembuatan dokumen uji produk	Paket	1	1,000,000	1,000,000

Tahun 3 Total Rp. 223,400,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	ATK	Paket	4	350,000	1,400,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	Bahan penelitian (habis pakai)	Paket	20	5,000,000	100,000,000
Bahan	Barang Persediaan	Barang persediaan	Paket	3	3,000,000	9,000,000
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	FGD persiapan penelitian	Paket	4	1,200,000	4,800,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	HR Pembantu peneliti	OJ	500	20,000	10,000,000
Pengumpulan Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Sekretariat/Administrasi	OB	6	500,000	3,000,000
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	HR Petugas survey	OH	2	1,000,000	2,000,000
Pengumpulan Data	Transport	Transport	OK	2	700,000	1,400,000
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	Biaya konsumsi	OK	80	40,000	3,200,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	HR pembantu lapang (2 lokasi)	OJ	1500	20,000	30,000,000
Sewa Peralatan	Kebun Percobaan	Kebun percobaan (sewa lahan)	Unit	2	5,000,000	10,000,000
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	Ruang penunjang penelitian (labor)	Unit	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	HR Pengolah Data	HR Pengolah data	OP	1	1,500,000	1,500,000
Analisis Data	Biaya analisis sampel	Biaya analisis sampel (tanah)	Unit	4	1,500,000	6,000,000
Analisis Data	Transport Lokal	Transport lokal	OK	20	100,000	2,000,000
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	Biaya konsumsi rapat	OH	40	40,000	1,600,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	HR Sekretariat/Administrasi	OB	6	500,000	3,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	Biaya seminar nasional	Paket	1	5,000,000	5,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	Biaya seminar Internasional	Paket	1	15,000,000	15,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	Publikasi Jurnal Internasional	Paket	1	12,000,000	12,000,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	Luaran KI (paten sederhana)	Paket	1	1,000,000	1,000,000

6. HASIL PENELITIAN

A. RINGKASAN: Tuliskan secara ringkas latar belakang penelitian, tujuan dan tahapan metode penelitian, luaran yang ditargetkan, serta uraian TKT penelitian.

Latar Belakang

Kebutuhan bawang merah Indonesia masih tinggi (7,29 juta ton per tahun) dibandingkan produksi nasional yang dicapai dibutuhkan bawang merah sebesar 1,45 juta ton [1].

Rendahnya produksi bawang merah disebabkan antara lain, tanaman bawang merah merupakan herba yang mempunyai akar pendek, namun menyukai air yang banyak pada masa vegetatif [2].; [3]. Kondisi akar yang pendek dapat diantisipasi dengan pemanfaatan Mikoriza. Mikoriza merupakan fungi yang memiliki kemampuan asosiasi dengan hampir 95 % jenistanaman tingkat tinggi. [4] mengidentifikasi 19 jenis Mikoriza Arbuskula indigenos rizosfir bawangmerah dan 6 jenis keberadaan spora melimpah 5]. Penyebaran hifa Mikoriza dalam tanah dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk tumbuh dan bertahan pada kondisi air dan hara terbatas [6].

Perkembangan umbi yang maksimal memerlukan tanah berstruktur gembur. Pupuk Organik merupakan alternatif dalam meningkatkan struktur tanah sekaligus dapat menyimpan ketersediaan air. Pupuk organik tidak dapat dipakai langsung, namun harus matang. Kendala dalam proses pematangan pupuk organik membutuhkan waktu lama, dibutuhkan mikroorganisme perombak seperti *Trichoderma sp* (berperan sebagai biofertilizer).

Perkembangan populasi dan daya penekanan *Trichoderma* dipengaruhi oleh faktor lingkungan : suhu, kelembanan dan pH. Guna meningkatkan keefektifannya sebagai biofungisida perlu ditambahkan bahan pembawa seperti talk, kompos dan molase [7]. Diharapkan ketersediaan paket Mikoriza dan *Tricoderma* dengan bahan pembawa terbaik (mikotri plus) sebagai biofertilizer dan biofungisida dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman.

Trichoderma merupakan agens antagonis dengan mekanisme kerja kompetisi, antibiosis, induksi ketahanan (PGPF) [8], menghasilkan metabolit sekunder yang dapat mematikan pathogen. Sebagai agens antagonis, *Trichoderma* ini diharapkan bekerja mengendalikan pathogen tular tanah yang berada pada tanaman bawang merah. Patogen tular tanah bawang merah di daerah Brebes Jawa Baratantara lain : *Fusarium*, *Aspergillus* dan *Curvularia* [9].

Mikoriza pada lahan kering lebih efektif meningkatkan ketersediaan hara dan air bagi tanaman. Sementara *Trichoderma* berfungsi dalam menekan perkembangan jamur pathogen tular tanah yang ada di rizosfir. Paket Mikoriza dan *Tricoderma* serta bahan pembawa terbaik(mikotri plus) sebagai biofertilizer dan biofungisida [10] dapat meningkatkan pertumbuhan dan ketahanan tanaman.

Tujuan penelitian Tahun I ini adalah: 1) mendapatkan *Trichoderma* indigenos asal rizosfir bawang merah, 2) Identifikasi Mikoriza secara molekuler 2) Uji kompatibilitas antara Mikoriza dengan *Trichoderma sp*.

Tahapan Metode Penelitian

Penelitian diinisiasi dengan temuan isolate mikoriza rizosfir bawang merah pada

penelitian sebelumnya. Paket teknologi yang dikembangkan sekaligus diharapkan memberikan peluang bagi perkembangan teknologi mikoriza pada lahan kering, sehingga akan lebih efektif meningkatkan serapan hara dan air yang dibutuhkan tanaman. Di lain pihak *Trichoderma* berfungsi dalam merombak bahan organik sehingga hara tersedia dan menekan perkembangan jamur patogen tular tanah yang ada disekitar rizosfir. Adapun tahapan penelitian tahun I adalah;

1. Ekplorasi, Isolasi dan Identifikasi *Trichoderma* sp dari rizosfir bawang merah

Sampel tanah rizosfir bawang merah diambil secara komposit dari 3 lokasi tumbuh Bawang merah. Metode Isolasi *Trichoderma* menggunakan media PDA dengan teknik subkultur. Pengamatan makroskopis jamur, bentuk koloni, bagian tepi koloni, permukaanatas koloni, warna koloni. Pengamatan mikroskopis jamur mencakup hifa, spora, sporangium, konidia dan konidiofor. Juga dilakukan pengamatan secara molekuler.

2. Perbanyak massal *Trichoderma* sp

Perbanyak massal agens hayati *Trichoderma* sp secara sederhana dengan menggunakan media yang murah dan mudah didapatkan, serta dengan tingkat keberhasilan yang tinggi.

Kegiatan yang dilakukan dimulai dengan persiapan/sterilisasi alat (ent-case) dengan alkohol 70%, persiapan bahan (biakan murni *Trichoderma* sp.) dan media tumbuh agens hayati (dedak dan sekam), sterilisasi media (dedak dan tanah), Inokulasi *Trichoderma* sp pada media sterilyang sudah didinginkan, dan penyimpanan hasil inokulasi.

3. Uji Kompatibilitas Mikoriza dengan *Trichoderma* sp indigenos (Mikotri) terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat.

Perlakuan diberikan sebelum penanaman umbi bibit di pot. inokulan mikoriza terbaik Dari penelitian yang sudah dilakukan tahun 2016 dan *Trichoderma* indigenos bawang merah. Percobaan di rumah kawat menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial : Faktor dosis Mikoriza dengan 4 taraf (0,50,100 dan 150 spora) dan dosis *Trichoderma* dengan 4 taraf (0,10,20 dan 30 g). Percobaan diulang 3 kali. Pengamatan : Pertumbuhan dan hasil, keberadaan Mikoriza pada media, keberadaan *Trichoderma* pada media, kimia tanah dan tanaman. Data dianalisis menggunakan sidik ragam dan uji lanjut LSD 5%.

4. Identifikasi isolate Mikoriza secara molekuler

Isolat mikoriza yang akan digunakan pada penelitian ini, dilakukan identifikasi lanjutan secara molekuler, yang akan dilaksanakan di laboratorium Balitbiogen Bogor.

5. Pengusulan Paten sederhana / HAKI

Untuk tahapan selanjutnya (Tahun 2 dan 3), agar mikotri bekerja efektif dilakukan pengujian dengan bahan pembawa (MIKOTRI PLUS) di rumah kawata. Selanjutnya pengujian lapang Mikotri plus pada multi lokasi tumbuh bawang merah.

Luaran yang ditargetkan

Adapun luaran yang ditargetkan pada tahun I tercapai 100%.

Uraian TKT Penelitian

TKT penelitian ini mulai dari 3 yaitu penemuan isolate mikoriza indigenos bawang merah, diuji dengan *trichoderma* yang dieksplor dari rizosfir bawang merah. Pengujian kompatibilitas isolate mikoriza dan *trichoderma* pada laboratorium setara habitat asli. Tahapan pada tahun berikutnya, hasil paket teknologi mikotri plus terbaik akan diuji pada multilokasi. Capaian TKT tingkat 4.

Hasil Pelaksanaan Tahun I

Pelaksanaan kegiatan penelitian telah tercapai 100% dari 5 tahapan yang ditargetkan pada Tahun 1. Kelima tahap tersebut :

1. Ekplorasi, isolasi dan identifikasi secara morfologi dan molekuler *Trichoderma* spp. dari rizosfir bawang merah dengan lokasi ketinggian tempat berbeda
2. Perbanyak massal *Trichoderma* spp. dan Mikoriza
3. Uji Kompatibilitas Mikoriza dengan *Trichoderma* sp indigenos pada pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat.
4. Identifikasi isolate Mikoriza secara molekuler

Identifikasi secara morfologi dan molekuler, ke tiga isolat *Trichoderma* spp. yang dieksplorasi dari rhizosfir bawang merah dengan ketinggian lokasi tumbuh berbeda, yaitu *Trichoderma* AP, *Trichoderma* SB dan *Trichoderma* Kmb merupakan satu jenis, yaitu *T. asperellum*. Dilakukan perbanyakan massal baik *Trichoderma* maupun Mikoriza, Setelah dilakukan perbanyakan massal mikoriza maupun *Trichoderma*, selanjutnya dilanjutkan ke pengujian kompatibilitas (kecocokan) *Trichoderma* dengan Mikoriza (MIKOTRI) dilakukan di rumah kawat menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial, yaitu Faktor dosis Mikoriza dengan 4 taraf (0,50,100 dan 150 spora) dan dosis *Trichoderma* dengan 4 taraf (0,10,20 dan 30 g).

Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali. Dosis MIKOTRI terbaik adalah perlakuan M3T2 yaitu inokulasi mikoriza dengan dosis 150 spora dan *Trichoderma* 20 g. Untuk identifikasi Mikoriza secara molekuler dari hasil penelusuran homologi tiap isolat melalui situs NCBI, maka ke 3 menunjukkan kesamaan dengan *Rhizophagus* (sekarang *Glomus*), dan beberapa sampel lebih homogenitas dengan *Rhizophagus irregularis*. (sebelumnya dikenal sebagai *Glomus intraradices*).

Semua tahapan kegiatan pada Tahun I sudah terealisasi 100 %. Tahap akhir merupakan target luaran berupa pengusulan Paten/HAKI sudah terbit nomor pendaftaran Paten Sederhana dengan nomor S00202107675. Penelitian ini juga sudah membuahkan karya Hak Cipta yang sudah keluar sertifikat (Luaran dapat dilihat pada luaran wajib dan tambahan). Sebagai luaran tambahan telah terbit LoA artikel pada jurnal internasional (JAAST) terindex Sinta 3, Copernicus, DOAJ. Bagian penelitian juga sudah dilakukan desiminasi yaitu pada Seminar Internasional IIGDR.

Dari rangkaian kegiatan penelitian Tahun I yang sudah berjalan 100 %, dapat disimpulkan secara garis besar bahwa ;

1. Diperoleh 3 isolat *Trichoderma* dari tiga lokasi tumbuh bawang merah. Identifikasi secara morfologi dan molekuler, ke tiga isolat *Trichoderma* yang dieksplorasi dari rhizosfir bawang merah dengan ketinggian lokasi tumbuh berbeda, yaitu *Trichoderma* AP, *Trichoderma* SB dan *Trichoderma* Kmb merupakan satu jenis, yaitu *T. asperellum*.

2. Pengamatan 3 isolat Mikoriza Arbuskula secara molekuler, dari hasil penelusuran homologi tiap isolat melalui situs NCBI, maka ke 3 menunjukkan kesamaan dengan *Rhizophagus* (sekarang *Glomus*). Dari hasil pencarian homogenitas, maka beberapa sampel lebih homogenitas dengan *Rhizophagus irregularis*. (sebelumnya dikenal sebagai *Glomus intraradices*).

3. Uji kompatibilitas Mikoriza dengan *Trichoderma* indigenos pada pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat untuk mendapatkan dosis terbaik MIKOTRI: kombinasi terbaik mikoriza dan *Trichoderma* adalah perlakuan M3T2 (mikoriza dengan dosis 150 spora dan *Trichoderma* sp sebanyak 20 g).

Tahapan penelitian Tahun berikutnya (Tahun 2) akan dilakukan Uji MIKOTRI

(kombinasi terbaik MIKOTRI dari penelitian Tahun 1) dengan berbagai bahan pembawa di rumah kawat, Setelah didapat perlakuan terbaik dari pengujian tahun 2, akan dilanjutkan dengan pengujian di lapangan ‘Uji multi lokasi dosis mikotri dengan bahan pembawa terbaik pada dua dataran berbeda” (Tahun 3).

B. KATA KUNCI: Tuliskan maksimal 5 kata kunci.

Bawang merah; dosis; Fungi Mikoriza Arbuskula; Trichoderma; indigenos

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/memodifikasi template ataupun menghapus

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

HASIL PENELITIAN TAHUN I.

1. Ekplorasi, Isolasi dan identifikasi *Trichoderma spp.* dari rhizosfir bawang merah

Sampel tanah rizosfir bawang merah diambil secara komposit dari 3 lokasi tumbuh bawang merah. Metode Isolasi Trichoderma menggunakan media PDA dengan teknik subkultur. Pengamatan makroskopis jamur, bentuk koloni, bagian tepi koloni, permukaan atas koloni, warna koloni. Pengamatan mikroskopis jamur mencakup hifa, spora, sporangium, konidia dan konidiofor.



1. Lokasi Pengambilan sampel



2. Rhizosfir bawang merah



3. Sampel tanah yang sudah diayak untuk



4. Prosedur Isolasi *Trichoderma spp.*

isolasi *Trichoderma* dan Mikoriza Arbuskula

Hasil isolasi *Trichoderma spp.* dari berbagai lokasi dengan ketinggian tempat berbeda

Hasil isolasi *Trichoderma* endofitik pada akar bawang merah dari berbagai lokasi tumbuh di Sumatra Barat diperoleh tiga isolat, yaitu satu isolat dari lokasi tumbuh bawang merah di dataran tinggi- Alahan Panjang (AP), satu isolat dari dataran sedang-Saniang Baka (SB) dan satu isolat dari dataran rendah-Kambang (Kmb).

Tabel 1 . Hasil eksplorasi *Trichoderma* endofitik bawang merah dari berbagai lokasi tumbuh dengan ketinggian tempat berbeda di Sumatra Barat.

Nama isolate	Ketinggian tempat		Lokasi
AP	Dataran Tinggi	(1700 mdpl)	Alahan Panjang
SB	Dataran menengah	(400 mdpl)	Saniang Baka
Kmb	Dataran rendah	(<200 mdpl)	Kambang

Pengamatan *Trichoderma spp.* secara Morfologi (makroskospis dan mikroskospis) dan Molekuler

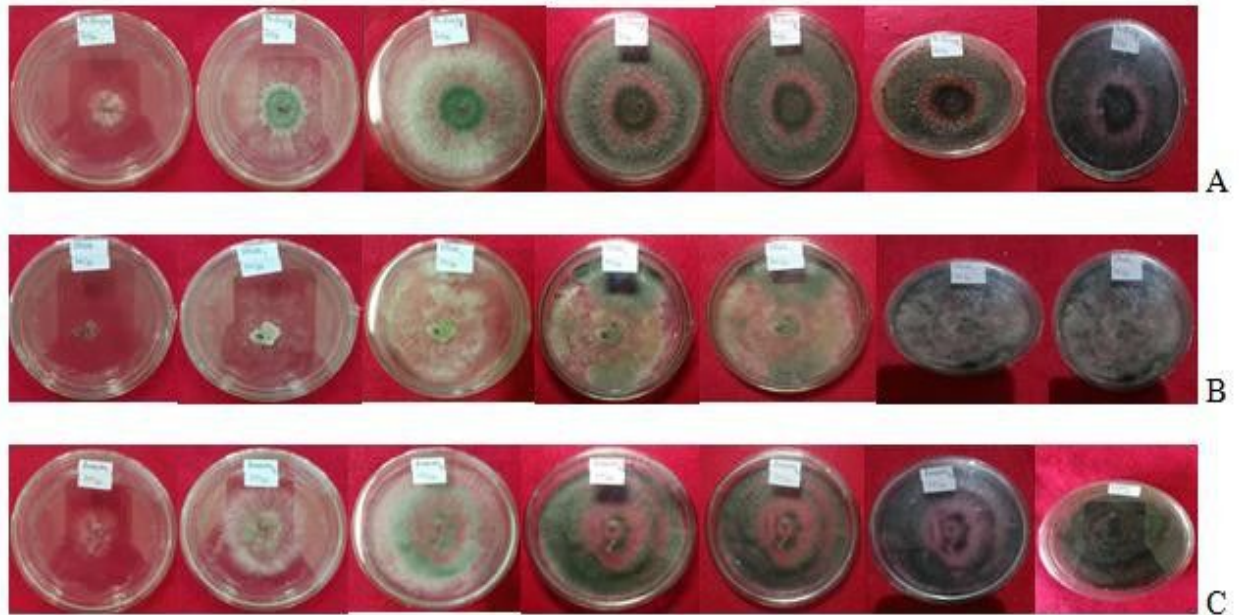
Pengamatan *Trichoderma* secara morfologi dilakukan dengan dua cara, yaitu secara makroskospis dan secara mikroskospis. Pengamatan secara makroskospis dilakukan dengan melakukan pengamatan secara kasat mata terhadap perkembangan koloni jamur, dari hari pertama sampai hari ke tujuh.. Pengamatan secara mikroskospis dilakukan menggunakan mikroskop.

a. Pengamatan *Trichoderma spp.* secara makroskospis

Pengamatan secara makroskospis dilakukan dengan melakukan pengamatan secara kasat mata terhadap perkembangan koloni jamur, baik dari warna dan perkembangan/bentuk koloni. Hasil pengamatan secara makroskospis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkembangan warna koloni selama 7 hari dan bentuk koloni setiap isolat

Isolat	Waktu Pengamatan ke -HIS (warna dan diameter koloni)							Bentuk Koloni
	1	2	3	4	5	6	7	
AP	Putih	Putih agak kehijauan	Putih kehijauan	Putih kehijauan	Putih hijau gelap	Hijau gelap	Hijau gelap	Tumbuh merata pada permukaan media
	D=5,25cm	D= 7,25cm suhu=28 K=83%	D= 9cm T= 27 K=85%	D= 9 T=27 K=79%	D= 9 T=29 K=73	D= 9 T=31 K=67%	D=9 T=27 K=59%	
SB	Putih	Putih agak kekuningan	Putih kuning	Putih kuning	Putih kuning	Hijau D=9	Hijau gelap D=9	Tumbuh merata pada permukaan media
	D=2,5cm	D=5,5cm	agak kehijauan D=6,8cm	Kehijauan D = 9	kehijauan D=9			
Kmb	Putih	Putih agak kehijauan	Putih kehijauan	Putih kehijauan	Putih hijau gelap	Hijau gelap	Hijau gelap	Tumbuh merata pada permukaan media
	D=3,35cm	D=6,05cm	D=7,9cm	D= 9	D=9	D=9	D=9	



Gambar perkembangan koloni hari ke-1 sampai hari ke-7 (Ket. A=AP, B=SB,C=Kmb)

b. Pengamatan *Trichoderma* secara mikroskopis

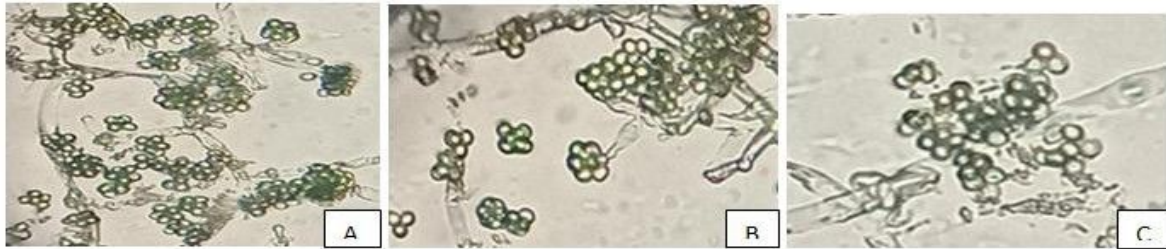
Pengamatan secara mikroskopis dilakukan menggunakan mikroskop dengan mengamati konidiofor, fialid, bentuk, dinding, warna konidium, dan hifa. Hasil pengamatan secara makroskopis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Isolat *Trichoderma spp.* dari 3 isolat berdasarkan bentuk konidiofor, fialid dan konidia

Isolat	Spesies	Mikroskopis					
		Koniodofor	Fialid	Bentuk Konidium	Dinding konidium	Warna konidium	hifa
AP	<i>Trichoderma AP</i>	Tegak bercabang	Pendek, tebal	Oval	tebal	hijau	Hialin, bersekat
SB	<i>Trichoderma SB</i>	Tegak bercabang	Pendek, Tebal	Oval	tebal	hijau	Hialin, bersekat
Kmb	<i>Trichoderma Kmb</i>	Tegak bercabang	Pendek, Tebal	Oval	tebal	hijau	Hialin, bersekat



Gambar Pengamatan konidiofor dan fialid isolate *Trichoderma spp.* (A= AP, B=SB, C=Kmb)



Gambar Pengamatan bentuk, warna dinding konodium dan hifa (A= AP, B= SB, C= Kmb)

c. Pengamatan *Trichoderma spp.* secara Molekuler

Bahan dan Metode:

Ekstraksi DNA: menggunakan Zymo Quick DNA™ Fungal/Bacterial Miniprep Kit (Cat. No. D6005) dengan metode pelaksanaan sesuai dengan protokol dari pabrik pembuat kit, jaringan dihancurkan menggunakan Tissue Lyser II Qiagen dengan Frequency 25/s selama 5 menit.

PCR: PCR mix yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan MyTaq™ Red Mix dari Bioline dengan menggunakan 4 pasang primer spesifik untuk isolat *Trichoderma spp* (Tabel 3). Program PCR terdiri dari 95°C (1 menit) → 30x (95 °C (15 detik) → 54 °C (15 detik) → 72 °C (10 detik)) → 72 °C (10 menit)

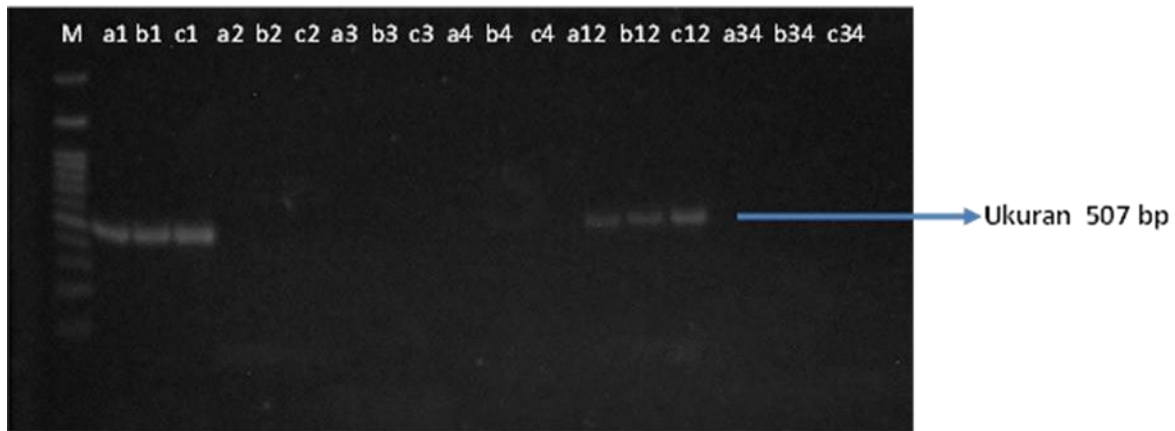
Elektroforesis: menggunakan larutan SB dengan bahan pematik agarose 1,2%. Proses elektroforesis dilakukan selama 60 menit pada tegangan 50°C. Pewarnaan menggunakan larutan etidium bromida.

Tabel 4. Daftar Primer yang digunakan (Prabakaran *et al.*, 2014)

Organisme	Gen	Primer	Sekuen (5'-3')	Produk (bp)
<i>T. asperellum</i>	<i>tef1</i>	T2A F	5'- CTCTGCCGTTGACTGTGAACG -3'	507
		T2A R	5'-CGATAGTGGGGTTGCCGTCAA -3'	
<i>T. harzianum</i>	<i>rpb2</i>	Th1 F	5'-TTGCATGGGTTTCGCTAAAGG-3'	330
		Th1 R	5'-TCTTGTGTCAGCATCATGGCCGT-3'	
<i>T. longibrachiatum</i>	<i>tef1</i>	T1 F	5'- CCGTGAGTACACACCGAGCTT -3'	824
		T1 R	5'- CGGCTTCCTGTTGAGGGGA -3'	
<i>T. virens</i>	<i>tef1</i>	T2 F	5'- CCGTTTGATGCGGGGAGTCTA-3'	452
		T2 R	5'- GGCAAAGAGCAGCGAGGTA-3'	

Hasil Pengamatan molekuler *Trichoderma spp.*

Hasil amplifikasi tiga isolat *Trichoderma spp.* menggunakan empat pasang primer spesifik menunjukkan bahwa ketiga isolat yang diuji teramplifikasi hanya pada pasangan primer *T. asperellum* sehingga isolat asal Alahan Panjang (AP), Kambang (Kmb) dan Saniang Baka (SB) tersebut merupakan spesies *Trichoderma asperellum* (Gambar 1)



Gambar 1. Hasil amplifikasi tiga isolat *Trichoderma sp.* menggunakan empat primer spesifik untuk identifikasi spesies *Trichoderma spp.*

Keterangan :

a = isolat *Trichoderma sp.* asal Alahan Panjang

b = isolat *Trichoderma sp.* asal Kamang

c = isolat *Trichoderma sp.* asal Solok

1 = pasangan primer untuk spesies *T. asperellum*

2 = pasangan primer untuk spesies *T. harzianum*

3 = pasangan primer untuk spesies *T. longibrachiatum*

4 = pasangan primer untuk spesies *T. virens*

12 = gabungan pasangan primer untuk spesies *T. asperellum* dan *T. harzianum*

34 = gabungan pasangan primer untuk spesies *T. longibrachiatum* dan *T. virens*

2. a. Perbanyak massal *Trichoderma (T. asperellum)*

Perbanyak massal agens hayati *Trichoderma* secara sederhana dengan menggunakan media yang murah dan mudah didapatkan, serta dengan tingkat keberhasilan yang tinggi. Kegiatan yang dilakukan dimulai dengan persiapan/sterilisasi alat (ent-case) dengan alkohol 70%, persiapan bahan (biakan murni *Trichoderma asperellum*) dan media tumbuh agens hayati (dedak dan sekam), sterilisasi media (dedak dan tanah), Inokulasi *Trichoderma asperellum* pada media steril yang sudah didinginkan, dan penyimpanan hasil inokulasi di ruang penyimpanan.

PERBANYAKAN MASSAL *Trichoderma spp.*

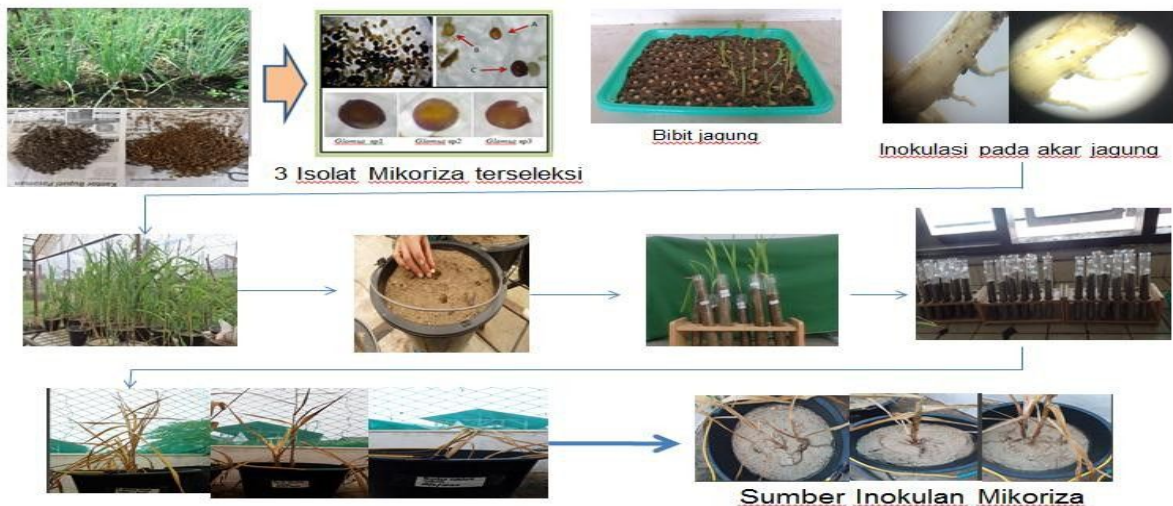


Hasil Perbanyakan massal cendawan *Trichoderma asperellum* dilanjutkan pada kegiatan penelitian berikutnya, yaitu tahap uji kompatibilitas (kecocokan) Mikoriza dengan *Trichoderma* indigenous pada pertumbuhan dan hasil bawang merah pada skala rumah kawat.

2 b. Perbanyakan massal Cendawan (Fungi) Mikoriza Arbuskula indigenous

Selain perbanyakan massal cendawan *Trichoderma*, juga dilakukan perbanyakan massal cendawan mikoriza arbuskula. Cendawan mikoriza yang dilakukan perbanyakan adalah 3 isolat mikoriza yang telah terseleksi melalui pengujian sebelumnya (tahun 2016). Tiga isolat tersebut dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah pada dataran rendah Sumatra Barat pada skala rumah kawat. Adapun urutan kegiatan dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

PERBANYAKAN MASSAL CENDAWAN MIKORIZA ARBUSKULA



Hasil Perbanyakan massal cendawan mikoriza Arbuskula diaplikasikan pada kegiatan penelitian berikutnya, yaitu tahap uji kompatibilitas (kecocokan) Mikoriza dengan *Trichoderma* indigenous pada pertumbuhan dan hasil bawang merah pada skala rumah kawat.

3. Uji Kompatibilitas Mikoriza dengan Trichoderma (MIKOTRI) pada pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat.

Perlakuan diberikan sebelum penanaman umbi bibit di pot. inokulan mikoriza terbaik dari penelitian yang sudah dilakukan tahun 2016.

Perlakuan diberikan sebelum penanaman umbi bibit di pot. inokulan mikoriza terbaik dari penelitian yang sudah dilakukan tahun 2016 dan Trichoderma indigenos bawang merah. Percobaan di rumah kawat menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial : Faktor dosis Mikoriza dengan 4 taraf (0,50,100 dan 150 spora) dan dosis Trichoderma dengan 4 taraf (0,10,20 dan 30 g). Percobaan diulang 3 kali. Pengamatan : Pertumbuhan dan hasil, keberadaan Mikoriza pada media, keberadaan Trichoderma pada media, kimia tanah dan tanaman. Data dianalisis menggunakan sidik ragam dan uji lanjut LSD 5%.

Hasil pengamatan Uji kompatibilitas MIKOTRI di Rumah Kawat

Tabel 1. Analisis Sifat Kimia Tanah Penelitian.

No	Sifat Kimia Tanah	Satuan	Nominal/ Kriteria
1	pH dalam H ₂ O (1:2.5)		5.60 am
2	Bahan Organik	%	2.16 r
	- C-organik	%	1.25 r
	- N-total	%	0.13 r
	- C/N		9.62 r
3	P-tersedia (Bray-2)	Ppm	12.50 r
4	K-dapat ditukar (K-dd)	me.100 g ⁻¹	0.21 r
5	Kapasitas Tukar Kation	me.100 g ⁻¹	12.25 r

Keterangan: ppm = part per million; am = agak masam; sr = sangat rendah; r = rendah; s = sedang; dan t = tinggi.

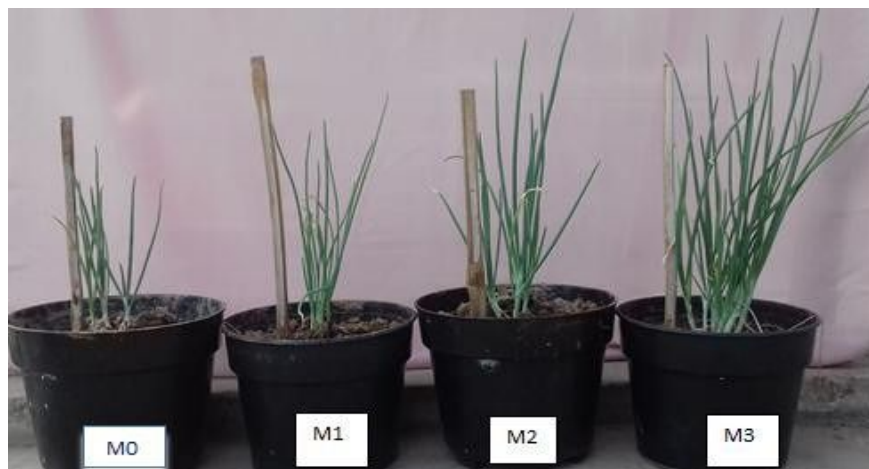
Analisis tanah yang berasal dari lahan kering sebelum memulai penelitian bertujuan supaya status tanah dapat memberikan arah respon terhadap perlakuan-perlakuan yang sudah direncanakan. Keasaman tanah (pH) berada pada status agak masam karena tanah jarang diolah untuk setiap musim tanam berikutnya dan pH tanah hanya meningkat apabila terjadi penambahan mikroba. Sedangkan kelompok bahan organik juga membuktikan dampak yang sama yaitu rendahnya status bahan organik yang di ditunjukkan C-organik tanah sebesar 1.25% dan N-total sebesar 0.13%. Dua hara ini tidak stabil dan mudah berkurang di tanah karena posisi tropis dengan panas yang kuat yang mampu mengurangi status bahan organik dengan cepat. Hara P-tersedia dalam tanah merupakan sisa pengurangan oleh tanaman sebelumnya yang berakar pendek sehingga ketersediaan hara P ini menjadi rendah, sementara untuk K-dd mengikuti pola serapan hara P di zona akar tanaman. Walaupun status KTK rendah, peran bahan organik tambahan pada musim penanaman berikutnya dengan bawang merah dapat menaikkan statusnya sehingga kemampuan serapan akar menjadi lebih baik.

Tabel 2. Rata-rata Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan Berat Kering Tanaman Bawang Merah 8 MST dari Perlakuan Mikoriza dan Trichoderma.

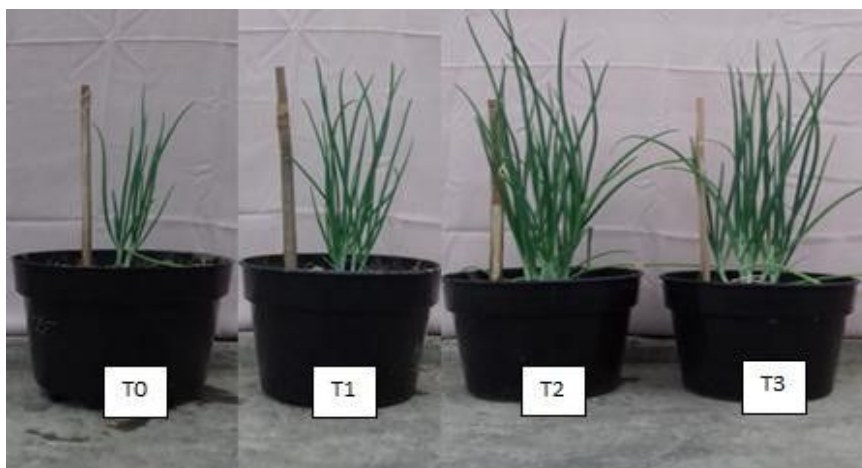
Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun per Rumpun	Berat Kering Tanaman(g/rumpun)
Mikoriza			
M0	5.58 D	18.88 C	5.18 C
M1	6.06 C	20.88 B	8.75 B
M2	6.33 B	24.08 A	9.62 B
M3	6.62 A	24.67 A	11.32 A
LSD _{0.05}	0.06	1.21	0.99
Trichoderma			
T0	6.10 C	17.54 D	6.14 D
T1	6.17 B	21.17 C	7.73 C
T2	6.32 A	25.79 A	11.02 A
T3	6.28 A	24.00 B	9.96 B
LSD _{0.05}	0.06	1.21	0.99

Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut LSD_{0.05}

Tinggi tanaman bawang merah merupakan variable pertumbuhan dengan pengukuran satu dimensi dengan satuan cm. Secara kasat mata, tinggi tanaman bawang merah itu identic dengan pengukuran daun terpanjang dalam satu rumpun tanaman karena batangnya semu yang berada dalam tanah. Oleh karena itu, pengukuran variable tanaman bawang merah minimal meliputi panjang daun terpanjang sebagai tinggi tanaman, jumlah daun dalam setiap rumpun sebagai pengamatan 2 dimensi dan berat kering tanaman yang berasal dari tiga dimensi atau volume (Tabel 2). Dua factor yang diaplikasikan yaitu factor mikoriza dan factor Trichoderma pada zona akar ternyata tidak berinteraksi sesamanya. Kedua factor ini memiliki kemampuan untuk meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan bahkan berat kering tanaman bawang merah. Mikoriza memiliki kemampuan untuk memanjangkan hifa dan semakin banyak berada di bulu akar karena penambahan dosis inokulannya, sementara, Trichoderma bertugas untuk memperbanyak jumlah unsur hara yang termineralisasi. Hasilnya sudah jelas bahwa penyediaan hara meningkat dan kemampuan hifa mikoriza menjadi massif menyerap hara terutama yang pasif seperti posfor (P). Dengan pengertian yang umum bahwa dua factor saling menunjang tanpa adanya interaksi. Tabel 2 menunjukkan hasil dari Trichoderma bahwa peningkatan dosis mampu pula meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat kering taaman (Gambar 1 dan 2) Faktor Trichoderma ini sudah membatasi dosisnya sampai T2. Ini mengisyaratkan bahwa pemberian Trichoderma memang ada batasan takaran. Untuk menguatkan hasil pengamatan ini secara fisiologis metabolic dapat diamati kandungan 3 nutrisi yang terserap yaitu N, P dan K (Tabel 3).



Gambar 1. Pertumbuhan bawang merah umur 45 HST yang diinokulasi berbagai dosis Mikoriza. Ket; Tanpa Moriza, (M0), M1 (50 spora), M2 ((100 spora), M3 (150 spora)



Gambar 2. Pertumbuhan tanaman bawang merah umur 45 HST yang diinokulasi Mikoriza 150 spora (M3) pada berbagai dosis Tricoderma Ket; T0 (tanpa trichoderma, T1 (10g), T2 (20g), T3 (30g).

Tabel 3. Rata-rata Kandungan Hara N, P dan K Tanaman Bawang Merah 8 MST dari Perlakuan Mikoriza dan Trichoderma.

Perlakuan	Kandungan N Tanaman (%)		Kandungan P Tanaman (%)		Kandungan K Tanaman (%)	
Mikoriza						
M0	1.07	D	1.05	D	1.80	C
M1	1.35	C	1.33	C	1.89	C
M2	1.49	B	1.48	B	1.93	B
M3	1.80	A	1.68	A	2.30	A
LSD _{0.05}	0.11		0.10		0.11	
Trichoderma						
T0	1.18	C	1.15	C	1.82	B
T1	1.35	B	1.31	B	1.92	B
T2	1.60	A	1.55	A	2.09	A
T3	1.57	A	1.53	A	2.08	A
LSD _{0.05}	0.11		0.10		0.11	

Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut LSD_{0.05}

Tiga nutrisi utama yang diamati sebagai dampak dari kerja factor Mikoriza dan factor Trichoderma menunjukkan hasil yang selaras dengan notasi hampir sama. Peningkatan dosis Mikoriza dapat meningkatkan kandungan hara N di daun, dan dialami sama oleh hara P dan K secara nyata dengan uji LSD 5%. Kemampuan serapan hara yang kuat oleh Mikoriza ini perlu diperhitungkan dengan efek sisa yang ada di tanah setelah panen atau dalam kondisi musim panen (Tabel 4 dan 5). Perinsip yang digunakan adalah tidak terjadinya pemiskinan hara dalam tanah zona akar (bandingkan dengan hasil analisis tanah sebelum penelitian pada Tabel 1). Kemampuan serapan oleh hifa atau miselium dari Mikoriza ternyata didukung positif oleh kemampuan penguraian oleh Trichoderma. Peningkatan dosis Trichoderma direspon sama oleh ketiga unsur utama untuk pertumbuhan (Tabel 2) dan produksi tanaman (Tabel 6) dan secara fisiologis respon tersebut lebih nyata terlihat pada Tabel 3. Perlakuan dosis T2 selalu merespon tertinggi dan menyamai respon dosis di atasnya. Indikasi yang sangat jelas bahwa penggunaan dosis T2 Trichoderma sudah cukup. Bagaimana dampak dua factor ini bekerja di zona akar tanaman bawang merah terhadap kualitas tanah, dapat pula diselidiki hasil analisis tanahnya saat panen atau setelahnya (Tabel 4 dan 5).

Tabel 4. Rata-rata Hasil Analisis pH, C-organik, N-total dan C/N Tanah 8 MST dari Perlakuan Mikoriza dan Trichoderma.

Perlakuan	pH		C-organik (%)		N-total (%)		C/N
Mikoriza							
M0	5.58	D	1.34	D	0.15	C	9.21 C
M1	6.06	C	1.81	C	0.19	B	9.69 B
M2	6.33	B	2.01	B	0.21	A	9.70 B
M3	6.62	A	2.16	A	0.22	A	10.01 A
LSD _{0.05}	0.06		0.12		0.01		0.22
Trichoderma							
T0	6.10	C	1.54	C	0.16	C	9.56 A
T1	6.17	B	1.77	B	0.18	B	9.68 A
T2	6.32	A	2.03	A	0.21	A	9.66 A
T3	6.28	A	1.98	A	0.20	A	9.70 A
LSD _{0.05}	0.06		0.12		0.01		0.22

Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut LSD_{0.05}

Hasil analisis rata-rata pH, C-organik dan N-total tanah (Tabel 4) telah memberikan status tanah yang terbaik (bandingkan dengan Tabel 1). Perlakuan M3 mampu memberikan tingkat keasaman tanah menuju netral yang paling sesuai dengan media akar tanaman bawang merah untuk menjadi massif. Kenyataan tersebut disokong pula oleh status karbon (C-org) dan nitrogen (N) pada kondisi terbaik di M3 atau dapat juga dicerminkan oleh C/N pada nominal 10.01, maka pertumbuhan awal tanaman bawang merah dapat lebih sempurna di perlakuan tersebut. Berarti bahwa Mikoriza sampai dosis M3 dianggap masih relevan untuk perlakuan budidaya anaman bawang merah dengan tidak menunjukkan pengurasan hara dari zona akar. Penggunaan factor Trichoderma dalam treatment dosis memberikan notasi yang mirip, hanya saja dosis T2 sudah cukup. Indikasinya adalah pH tanah lebih tinggi dari semula, C-organik bertambah bahkan N-total tanah memberikan nilai tambah yang cukup besar (dari 0.13% di Tabel 1 menjadi 0.21% di Tabel 4). Penambahan total N tanah sebesar 0.08% adalah angka yang tidak kecil jika melakukan budidaya yang sama pada periode berikutnya.

Tiga komponen kimia tanah yaitu P-tersedia untuk tanaman, K-dd yang siap diserap pada larutan yang sesuai dan KTK tanah yang berperan sebagai kemampuan stabilisator di zona akar dimana peran untuk penukaran kation dengan jumlah akar yang massif sangat menentukan. Tabel 5 memaparkan hasil sisa kerja factor Mikoriza dan factor Trichoderma dalam berbagai dosis.

Tabel 5. Rata-rata Hasil Analisis P-tersedia, K-dd dan KTK Tanah 8 MST dari Perlakuan Mikoriza dan Trichoderma.

Perlakuan	P-tersedia (ppm)	K-dd (me 100 g ⁻¹)	KTK (me 100 g ⁻¹)
Mikoriza			
M0	18.68 D	0.22 D	14.00 C
M1	19.69 C	0.25 C	14.84 B
M2	21.42 B	0.26 B	15.11 B
M3	22.17 A	0.33 A	16.21 A
LSD _{0.05}	0.69	0.02	0.33
Trichoderma			
T0	18.72 D	0.23 C	14.44 C
T1	19.89 C	0.25 B	14.83 B
T2	21.32 B	0.28 A	15.41 A
T3	22.03 A	0.29 A	15.48 A
LSD _{0.05}	0.69	0.02	0.33

Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut LSD_{0.05}

Sudah menjadi peran umum bagi P-tersedia dan K-dd pada KTK tanah yang sesuai untuk meningkatkan kemampuan metabolime tanaman. P terserap menuju proses metabolime sebagai sumber ATP dan kalium K sebagai prekursor meningkatkan kecepatan reaksi. Dalam proses penyerapan kedua unsur ini di akar sangat terbantu oleh status KTK tanah yang lebih tinggi di zona tersebut. Ketiga komponen ini berada pada status berbeda nyata di perlakuan M3 (Tabel 5). Jika akar sudah massif pada saat pertumbuhan tanaman, maka pada kondisi saat itu mampu menyerap P-tersedia lebih banyak sekaligus menyalurkan K-dd melalui larutan tanah terserap lebih banyak. Akibatnya, kegiatan tanaman pada fase generative mulai dari pembentukan suing bawang merah, dan alat reproduksi lainnya menjadi lebih besar dan menghasilkan hasil umbinya yang signifikan pada perlakuan M3 ini.

Faktor Trichoderma memberikan efek sisa yang besar untuk P-tersedia di perlakuan T3, akan tetapi tidak dengan K-dd dan KTK tanah, penggunaan dosis hingga T2 sudah cukup signifikan menyisakan komponen kimia tanah yang dua ini. Ada indikasi yang kuat bahwa penggunaan Trichoderma dalam sistem budidaya bawang merah mampu memberikan efisiensi kerja Mikoriza. Tugas Mikoriza memberikan banyak nutrisi ke tanaman sedangkan Trichoderma memberikan banyak hara melalui mineralisasinya ke zona akar. Berarti bahwa kedua mikrobiota ini saling membantu dan kolaborasi kegiatan yang positif dengan memberikan efek sisa yang lebih baik. Tidak terjadi pemiskinan tanah akibat Mikoriza yang membantu sistem perakaran pendek tanaman bawang merah dengan serapan hara yang kuat karena Trichoderma siap memberikan bantuan penyediaan hara yang efisien selama pertumbuhan dan menjelang masa panen.

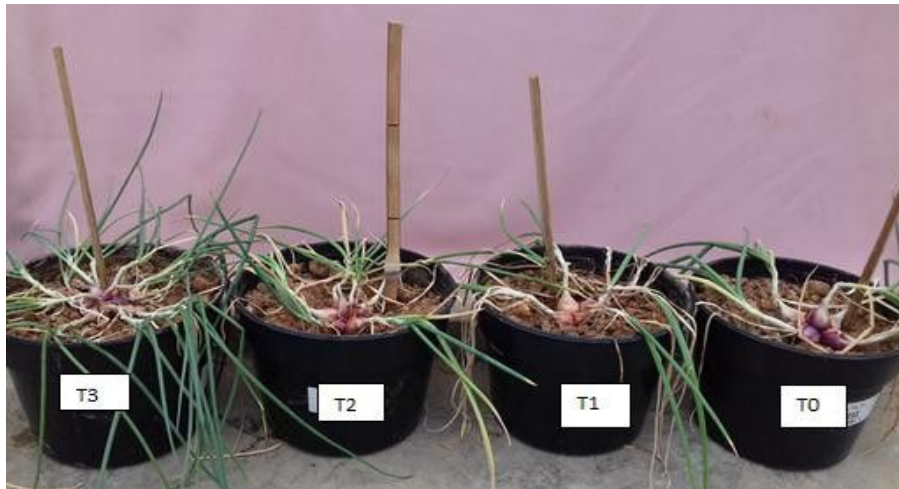
Tabel 6. Rata-rata Jumlah Anakan, Berat Umbi Basah dan Berat Umbi Kering Tanaman Bawang Merah dari Perlakuan Mikoriza dan Trichoderma.

Perlakuan	Jumlah Anakan	Berat Umbi Basah (g/Rumpun)	Berat Umbi Kering (g/Rumpun)
Mikoriza			
M0	4.75 B	22.67 C	14.86 D
M1	4.96 AB	26.75 B	20.23 C
M2	5.33 A	28.88 B	23.61 B
M3	5.29 A	34.33 A	29.28 A
LSD _{0.05}	0.46	2.17	2.15
Trichoderma			
T0	3.88 D	21.96 D	16.21 D
T1	4.75 C	25.50 C	19.03 C
T2	6.17 A	34.13 A	27.93 A
T3	5.54 B	31.04 B	24.82 B
LSD _{0.05}	0.46	2.17	2.15

Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut LSD_{0.05}

Kemampuan serapan hara akibat factor Mikoriza dan factor Trichoderma (Tabel 3) telah memberikan kegiatan metabolic di bagian daun dan umbi tanaman bawang merah. Selanjutnya, dampak yang hampir sama direspon oleh jumlah anakan (bakal umbi), berat umbi basah saat panen dan berat umbi kering (Tabel 6). Peningkatan dosis Mikoriza diperlukan untuk

memperbanyak anakan, menaikkan berat umbi basah dan meningkatkan berat umbi kering per rumpun tanaman. Khusus berat umbi basah an berat umbi kering per rumpun memperlihatkan respon yang sama dimana perlakuan M3 menghasilkan tertinggi lebih nyata, sedangkan pada jumlah anakan tertinggi pada perlakuan M2 tetapi masih kategori sama untuk perlakuan M3.



Gambar 3.. Pertumbuhan umbi bawang merah pada perlakuan mikoriza (M3) Pada berbagai dosis Tricoderma . Ket; T0 (tanpa trichoderma), T1(10 g), T2 (20 g), T3 (30g).

Berbeda halnya dengan factor dosis Trichoderma dimana perlakuan T2 sudah membatasi dosis secara nyata (Gambar 3). Penambahan dosis tidak meningkatkan baik jumlah anakan, berat umbi basah ataupun berat umbi kering. Pernyataan awal bahwa dua factor ini bukan potensial untuk berinteraksi tapi saling mendorong kebutuhan tanaman akan nutrisi. Dengan demikian, perlakuan T2 itu menjadi terbaik pada kondisi perlakuan M3 sehingga angka rata-rata jumlah anakan, berat umbi basah dan berat umbi kering tertinggi jatuh pada perlakuan T2 berturut-turut 6.17; 34.13 g; 27.93 g per rumpun tanaman bawang merah. Sebagai perkiraan hasil umbi kering per hektar dapat menggunakan populasi tanaman sebesar 250 ribu rumpun yang berasal dari jarak tanaman 20x20 cm.

Aktifitas Mikroba di Zona Akar Tanaman Bawang Merah

Kerapatan spora Mikoriza dan Trichoderma sangat menentukan karena dua mikroba ini berperan berbeda masing-masingnya. Mikoriza bertugas menginfeksi akar tanaman bawang merah agar hifa bisa tumbuh dan memanjang. Sedang Trichoderma sebagai pengurai di bagian bahan organik sehingga kerapatan sporanya juga menentukan kecepatan penguraian bahan dimaksud (Tabel 7 dan 8).

Tabel 7. Rata-rata Kerapatan Spora Mikoriza dan Trichoderma di Zona Akar Tanaman Bawang Merah.

Perlakuan	Kerapatan Spora Mikoriza	Kerapan Spora Trichoderma
Mikoriza		
M0	0.75 C	
M1	28.50 B	
M2	28.67 B	
M3	38.08 A	
LSD _{0.05}	7.04	
Trichoderma		
T0		8.00 B
T1		22.42 A
T2		23.82 A
T3		29.41 A
LSD _{0.05}		7.62

Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut LSD_{0.05}. Ket.Spora Trocorderma .10⁸

Pemberian inokulan Mikoriza yang berisi spora perlu dilakukan karena bahan ini mengandung sejumlah spora yang aktif sesampainya di akar tanaman. Peningkatan dosis inokulan ini direspon berbeda oleh akar. Perlakuan M3 memberikan kerapatan yang berbeda nyata dari perlakuan dosis di bawahnya (Tabel 7). Kerapatan yang lebih rapat tentu memberi peluang besar kepada tingginya persentase infeksi sekaligus intensitas infeksi tersebut (Tabel 8). Berbeda halnya dengan

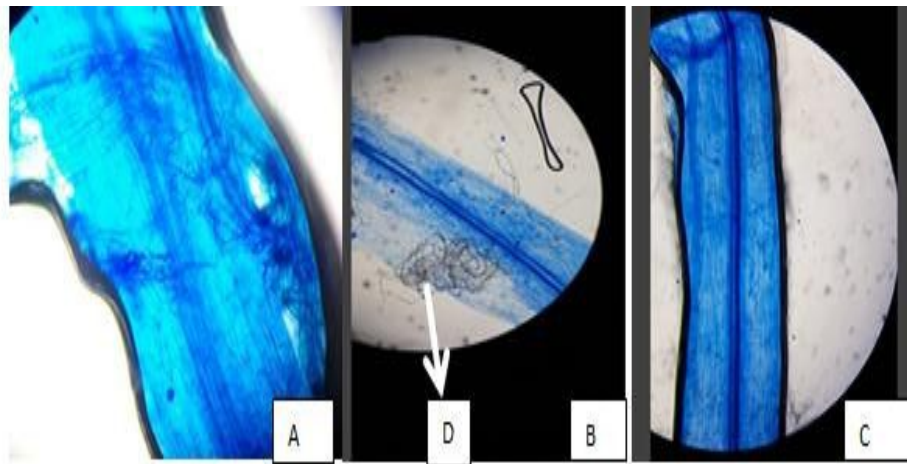
kerapatan spora Trichoderma dimana perlakuan dosis inokulan Trichoderma memberikan respon yang sama. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan dosis inokulan tidak meningkatkan kerapatan spora karena dikendalikan kecepatan regenerasi Trichoderma tersebut dalam media yang cukup makanan tersedia.

Tabel 8. Rata-rata Persentase Infeksi dan Intensitas Infeksi oleh Spora Mikoriza di Akar Tanaman Bawang Merah.

Perlakuan	Persentase Infeksi Akar (%)	Intensitas Infeksi Akar (%)
Mikoriza		
M0	1.17 D	0.17 D
M1	37.08 C	20.17 C
M2	56.67 B	30.17 B
M3	73.33 A	50.67 A
LSD _{0.05}	7.92	5.36

Angka-angka pada kolom yang diikuti huruf kapital yang sama berbeda tidak nyata menurut LSD_{0.05}

Persentase infeksi pada akar tanaman bawang merah memang ditentukan berapa jumlah spora yang menyebar di zona akar, semakin tinggi dosis inokulan tentu persentase infeksi semakin tinggi pula dan berbeda nyata di setiap perlakuan. Hal yang sama terjadi juga pada intensitas infeksinya dimana peningkatan dosis inokulan akan memperbesar intensitas infeksinya. Perkembangan kinerja hasil ineksi ini akan ditentukan oleh perkembangan hifa dan kondisi lingkungan tumbuh tanaman.



Gambar 4. Kolonisasi akar dengan intensitas tinggi dan rendah (Perbesaran 100x) pada akar tanaman bawang merah. Ket; A (Tinggi), B (Sedang) dan C (Rendah), D (hyfa internal)

4. Identifikasi isolate Mikoriza secara molekuler

Isolat mikoriza yang digunakan pada penelitian ini, dilakukan identifikasi lanjutan secara molekuler, yang dilakukan di laboratorium Balitbiogen Bogor. Langkahnya sebagai berikut :

a. Materi Genetik

Sebanyak tiga sampel mikoriza dengan warna spora coklat, kuning, dan kemerahan (penelitian sebelumnya) digunakan pada kegiatan analisis molekuler pada penelitian ini.

b. Ekstraksi DNA

DNA diekstraksi menggunakan metode Doyle dan Doyle (1990) yang dimodifikasi. Sebanyak 2 ml cairan berisi spora mikoriza disentrifugasi dengan kecepatan 12 000 rpm selama 5 menit. Supernatan yang terbentuk lalu dibuang sedangkan pellet spora yang terbentuk dicuci dengan ddH₂O steril untuk menghilangkan sisa-sisa media. Sebanyak 800 µl buffer ekstraksi (100 mM Tris-HCl pH 8.0, 1.4 M NaCl, 20 mM EDTA pH 8.0, 2% (w/v) CTAB (cetyltrimethylammonium bromide),

2% (w/v), PVP (Polyvinylpyrrolidone), dan 0.38% (w/v) natrium disulfid) ditambahkan ke dalam tabung 2 ml yang berisi spora diikuti dengan pemberian magnetic bead sebanyak 2 butir per tabung. Selanjutnya spora dihancurkan dengan menggunakan alat Tissue Lysser (Qiagen, Germany).

Selanjutnya magnetic bead dikeluarkan dari tiap tabung lalu campuran tersebut diinkubasi pada suhu 65°C selama 15 menit dan dihomogenkan dengan cara membolak-balik tabung setiap 5 menit. Selanjutnya ditambahkan 800 µl larutan kloroform : isoamil ellet (24:1) ke dalam tiap sampel diikuti dengan sentrifugasi dengan kecepatan 12 000 rpm selama 10 menit pada suhu 200C. Supernatan yang terbentuk lalu dipindahkan ke tabung Eppendorf baru. Selanjutnya dilakukan penambahan 3M natrium asetat pH 5.2 sebanyak 1/10 kali volume ellet tant diikuti dengan penambahan isopropanol sebanyak satu kali volume ellet tant. Campuran kemudian dibolak-balik secara perlahan lalu didiamkan di suhu -200 C selama satu jam. Setelah itu dilakukan sentrifugasi dengan kecepatan 12 000 rpm selama 10 menit pada suhu 20°C. Supernatan kemudian dibuang dan ellet DNA yang terbentuk lalu dicuci dengan larutan 70% etanol sebanyak 500 µl. Pelet tersebut kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 5 menit. Selanjutnya dilakukan sentrifugasi selama 5 menit pada kecepatan 12 000 rpm suhu 200C. Supernatan kemudian dibuang dan ellet yang terbentuk kemudian dikeringanginkan untuk menghilangkan sisa - sisa etanol. Pelet yang telah kering lalu dilarutkan dalam 100 µl larutan TE (10 mM Tris pH 8.0 dan 1 mM EDTA) yang ditambah RNase A (10 mg/ml). Selanjutnya larutan DNA stok kemudian diinkubasi pada suhu 370C selama 1 jam lalu disimpan pada suhu -20°C hingga siap digunakan.

c. Amplifikasi DNA

Sebanyak 6 pasang primer digunakan dalam proses amplifikasi DNA mikoriza yang telah diekstraksi pada penelitian ini(Tabel 1).Untuk kegiatan sekuensing setiap sampel diamplifikasi dalam total reaksi40 µl mengandung DNA template sebanyak 2 µl; Kapa2G Fast ReadyMix (Kapa Biosystems, USA) sebanyak 20 µl; primer ITS1 dan ITS4 dengan konsentrasi 10 µM masing-masing sebanyak 2 µl, dan ddH2O steril. Reaksi PCR dilakukan dalam mesin PCR T1 Thermocycler (Biometra, Germany) dengan profil PCR sebagai berikut: denaturasi awal dilakukan pada suhu 95°C selama 5 menit, diikuti oleh sebanyak 35 siklus proses denaturasi pada suhu 94°C selama 30 detik, annealing (tahap penempelan primer) pada suhu 50°C selama 1 menit, dan elongation (tahap perpanjangan basa) pada suhu 72°C selama 1 menit. Reaksi PCR diakhiri dengan siklus final extension (tahap akhir perpanjangan basa) pada suhu 60°C selama 15 menit. Hasil PCR kemudian dielektroforesis pada gel agarose 3% pada tangki berisi buffer 1x TAE (Tris-Acetate EDTA), dengan tegangan 90 volt selama 2 jam.

Sampel-sampel yang telah menghasilkan pita ampikon yang bagus kemudian dikirimkan ke PT Genetika Science untuk disekuensing. Kegiatan sikuensing dilakukan secara dua arah yaitu arah forward dan reverse..

Tabel 1. Daftar primer yang digunakan pada penelitian ini.

No.	Pasangan primer	Sikuen Forward	Sikuen Reverse
1.	ITS3 - FLR2	5'-GCATCGATGAAGAACGCAGC-3'	5'-GTCGTTTTAAAGCCATTACGT-3'
2.	5.25 - FLR4	5'-ATCAACCTTTTGAGCTCG-3'	5'-TACGTCAACATCCTTAACGAA-3'
3.	8.24 - FLR3	5'-CGATCAGAGACCAGACAGG-3'	5'-TTGAAAGGGAAACGATTGAAGT-3'
4.	GETU1 - GETU2	5'-GTATTCAAAACCCACACT-3'	5'-CTCATCAAGCAATTACGA-3'
5.	FLR3 - FLR4	5'-TTGAAAGGGAAACGATTGAAGT-3'	5'-TACGTCAACATCCTTAACGAA-3'
6.	ITS1F - ITS4	5'-CTTGGTCATTTAGAGGAAGTAA-3'	5'-TCCTCCGCTTATTGATAT GC-3'

d. Analisis Data

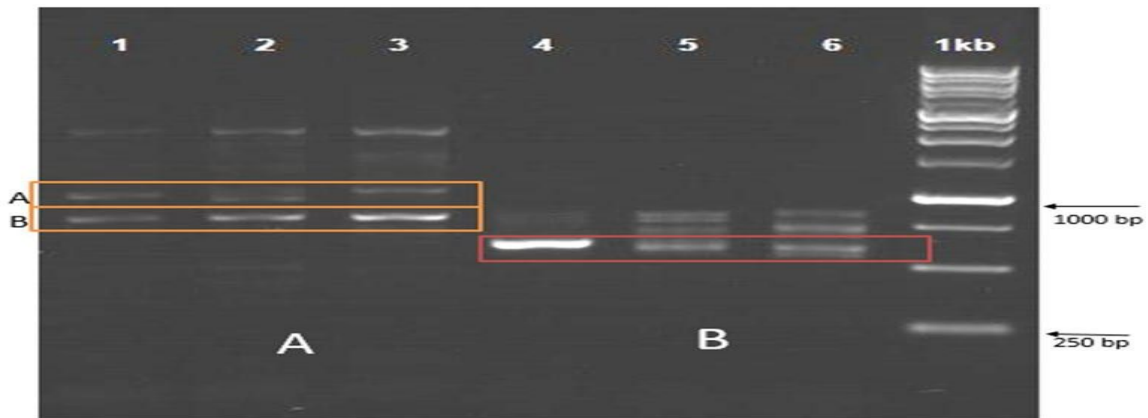
1. Pencarian Homologi tiap Isolat melalui NCBI

Hasil sikuensing keenam isolat tersebut juga dicari homologinya dengan database yang tersedia di GenBank menggunakan program BLAST pada situs NCBI (blast.ncbi.nlm.nih.gov). Hasil pencocokan dipilih terhadap aksesi mikoriza dengan persentase kemiripan paling besar dan nilai E paling kecil. Nilai E merupakan nilai dugaan yang menunjukkan

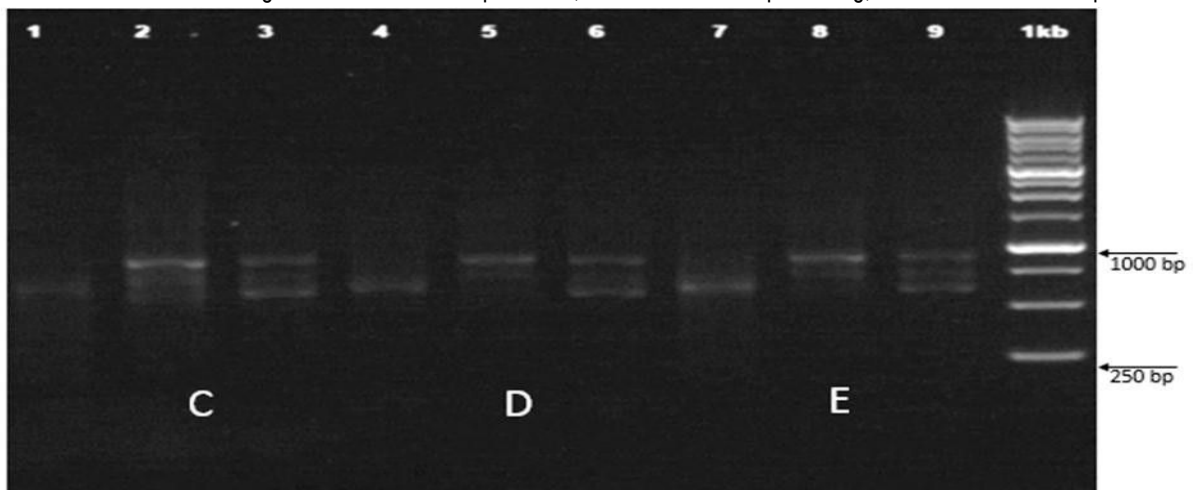
ukuran statistik yang signifikan terhadap kedua sikuen. Semakin kecil nilai E menunjukkan semakin besar nilai homologi antara kedua sikuen yang berarti semakin dekat kekerabatan antara kedua individu yang dibandingkan begitu pula sebaliknya.

e. Hasil

Hasil elektroforesis menggunakan beberapa pasang primer pada gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Hasil elektroforesis sampel mikoriza yang diamplifikasi menggunakan primer ; A). ITS3-FLR2 dan B). ITS1F dan ITS4. Keterangan: lane 1 dan 4: sampel coklat, lane 2 dan 5: sampel kuning, dan lane 3 dan 6: sampel merah



Gambar 2. Hasil elektroforesis sampel mikoriza yang diamplifikasi menggunakan primer C). 5.25-FLR4, D). GETU1-GETU2, dan E). FLR3-FLR4. Keterangan: lane 1, 4, dan 7: sampel coklat, lane 2, 5, dan 8: sampel kuning, dan lane 3, 6, dan 9: sampel merah

Hasil BLAST

Dari hasil penelusuran (Lampiran 1), maka didapat beberapa sampel ada yang menunjukkan kesamaan dengan *Rhizophagus*. Menurut info wikipedia

(https://en.wikipedia.org/wiki/Rhizophagus_irregularis) ternyata beberapa spesies *Glomus* sudah berganti nama menjadi *Rhizophagus*. Jadi *Rhizophagus* sama dengan *Glomus*. Dari hasil pencarian homogenitas, maka beberapa sampel lebih homogenitas dengan *Rhizophagus irregularis*. *Rhizophagus irregularis* (sebelumnya dikenal sebagai *Glomus intraradices*) telah ditemukan untuk menjajah tanaman baru dengan cara spora, hifa atau potongan-potongan akar yang dijajah oleh jamur [Klironomos, 2002]. Sampai tahun 2001, spesies ini dikenal dan dipasarkan secara luas sebagai *Glomus intraradices*, tetapi analisis molekuler DNA ribosom menyebabkan reklasifikasi semua jamur arbuscular dari *Zygomycota* phylum ke *Glomeromycota* phylum. [Krüger, Manuela; Claudia Krüger; Christopher Walker; Herbert Stockinger; Arthur Schüßler, 2012]

Rhizophagus irregularis dapat ditemukan di hampir semua tanah, terutama yang dihuni tanaman inang bersama dan di hutan dan padang rumput. Sebagian besar tanaman pertanian akan mendapat manfaat dari inokulasi *Rhizophagus irregularis*. Ada daftar singkat dari beberapa tanaman inang yang umum seperti Bawang-Allium cepa L (Toro M, Azcon R, Barea, 1997), Soapbush Wattle - Acacia holosericea (Duponnois, R; Colombet, A; Hai, V; Thioulouse, 2005), Cowpea - Vigna unguiculata [Augé, R; Stodola, A; Tims, J; Saxton, 2000], Tomato Plant - Lycopersicon esculentum [Cavagnaro, T; Jackson, L; Enam, J; Ferris, H; Goyal, S; Asami, D; Scow, 2005]

Dari rangkaian kegiatan penelitian Tahun I yang sudah berjalan 100 %, dapat disimpulkan secara garis besar bahwa ;

1. Diperoleh 3 isolat trichoderma dari tiga lokasi tumbuh bawang merah. Identifikasi secara morfologi dan molekuler, ke tiga isolat Trichoderma yang diekplorasi dari rhizosfir bawang merah dengan ketinggian lokasi tumbuh berbeda, yaitu *Trichoderma AP*, *Trichoderma SB* dan *Trichoderma Kmb* merupakan satu jenis, yaitu *T. asperellum*.
2. Pengamatan 3 isolat Mikoriza Arbuskula secara molekuler, dari hasil penelusuran homologi tiap isolat melalui situs NCBI, maka ke 3 menunjukkan kesamaan dengan Rhizophagus (sekarang Glomus). Dari hasil pencarian homogenitas, maka beberapa sampel lebih homogenitas dengan *Rhizophagus irregularis*. (sebelumnya dikenal sebagai *Glomus intraradices*).
3. Uji kompatibilitas Mikoriza dengan Trichoderma indigenos pada pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat untuk mendapatkan dosis terbaik MIKOTRI: kombinasi terbaik mikoriza dan Trichoderma adalah perlakuan M3T2 (mikoriza dengan dosis 150 spora dan *Trichoderma sp* sebanyak 20 g).

D.. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Hambatan dalam pelaksanaan penelitian cukup terasa. Penelitian yang sudah diundur satu tahun (tahun pelaksanaan 2020 menjadi 2021) dikarenakan pandemic virus covid 19. Berbagai kegiatan yang dilakukan sebagian besar terhambat seperti adanya lockdown baik dalam skala nasional maupun local. Ruang gerak yang terbatas, sebagian urusan menjadi terhambat. Salah satunya seperti kegiatan labor sempat putus nyambung akibat kampus juga terpaksa memberlakukan lockdown sementara, akibat banyak yang terkena virus covid 19. Waktu yang disediakan (\pm 10 bulan) terasa sempit dalam penyelesaian penelitian khususnya dalam pembahasan hasil. Namun itu dapat disikapi dalam penulisan artikel yang tentunya lebih luas dalam membahas hasil.

Dalam serba “keterbatasan” pelaksanaan penelitian tetap dijalankan. Menggunakan “uang sendiri” pun merupakan solusi demi berjalannya kegiatan penelitian. Pelaksanaan kegiatan dimasa pandemic membuat pengalokasian dana untuk “prokes” harus dilakukan.

E. RENCANA TINDAK LANJUT PENELITIAN: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Jika laporan kemajuan merupakan laporan pelaksanaan tahun terakhir, pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

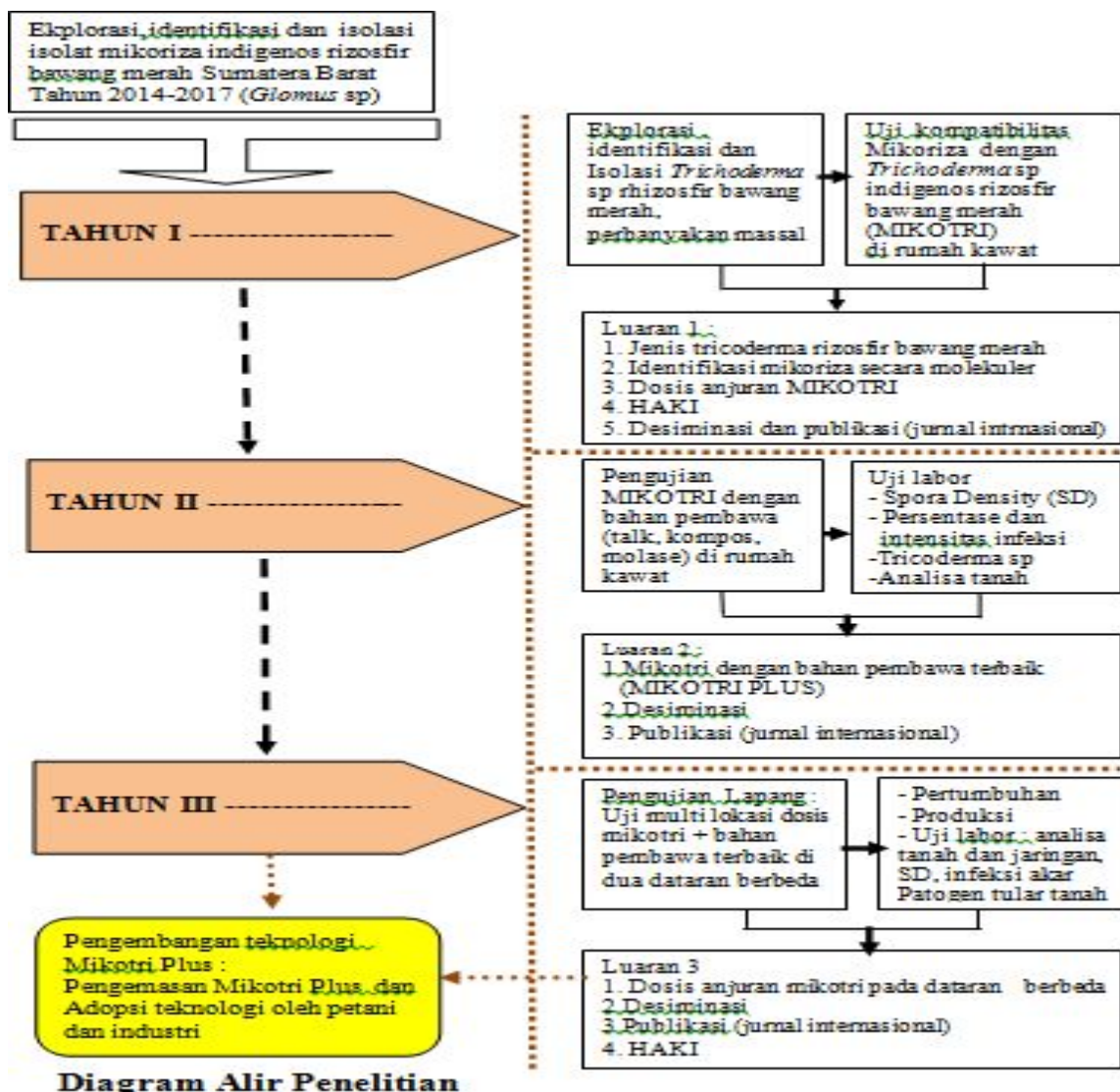
Pelaksanaan kegiatan penelitian telah tercapai 100% dari 5 tahapan yang ditargetkan pada Tahun 1. Tahap tersebut sebagai berikut:

1. Eklorasi, isolasi dan identifikasi secara morfologi dan molekuler *Trichoderma spp.* dari rhizosfir bawang merah dengan lokasi ketinggian tempat berbeda
2. Perbanyak massal *Trichoderma spp.* dan Mikoriza

3. Uji Kompatibilitas Mikoriza dengan Trichoderma (MIKOTRI) terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah di rumah kawat.
4. Identifikasi isolate Mikoriza secara molekuler
5. Pengusulan Paten sederhana / HAKI

Semua tahapan sudah terealisasi 100 %. Tahap akhir merupakan target **luaran wajib** berupa pengusulan Paten/HAKI sudah terbit nomor pendaftaran (**S00202107675**) dan dalam tahap lebih lanjut yaitu pemeriksaan dan pembayaran substantive. Bahkan juga sudah menelurkan sebuah sertifikat Hak Cipta dengan nomor **EC 00202144309** (Luaran dapat dilihat pada luaran wajib dan tambahan). Sebagai **luaran tambahan** telah terbit LoA artikel pada jurnal internasional (JAASST) terindex Sinta 3/ Copernicus/DOAJ. Bagian penelitian juga sudah didesiminasi yaitu pada Seminar Internasional IIGDR.

Sesuai rencana yang akan dilakukan tahun berikutnya dapat dilihat pada roadmap di bawah ini.



Sesuai Roadmap, rencana tahapan selanjutnya adalah "Pengujian Dosis MIKOTRI terbaik (dari hasil penelitian Tahap 1) dengan bahan pembawa (talk, kompos, molase) di rumah kawat (MIKOTRI PLUS).

Rancangan Acak Lengkap pola factorial : dosis Mikotri terbaik pada Tahun 1 dan 5 bahan pembawa (Talk, Kompos, Molase) dengan 5 ulangan ; yang dilakukan di rumah kawat.

Pengamatan analisa hara tanah awal dan akhir dan jaringan tanaman, spora density, persentase infeksi mikoriza, pertumbuhan dan hasil bawang merah.

Pada tahun ke II ini, pengamatan tambahan terhadap manfaat MIKOTRI sebagai BIOFUNGISIDA Pada tahapan ini dilakukan identifikasi terhadap pathogen tular tanah penyebab penyakit bawang merah.

Hasil yang akan dicapai adalah mendapatkan MIKOTRI PLUS , yaitu formula dosis MIKOTRI terbaik dengan bahan pembawa terbaik untuk dapat diaplikasikan pada budidaya bawang merah di lahan kering,yang sekaligus dapat bermanfaat sebagai biofungisida.

Adapun luaran wajib pada tahapan berikutnya adalah MIKOTRI dengan bahan pembawa terbaik (MIKOTRI PLUS), desiminasi dan publikasi pada jurnal internasional .

Dokumen hasil uji substansi berupa Buku saku deskripsi dan spesifikasi mikoriza dan trichoderma yang ditemukan (ada/tersedia).

F.. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan kemajuan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

1. [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. Perkembangan tanaman sayuran Provinsi Tahun 2016. <https://www.bps.go.id/248-268> hal.(696 hal)
2. Wibowo. 2003. Budidaya bawang putih, bawang merah dan bawang bombay. Penebar Sawadaya. Jakarta. 201 hal
3. [Dirjen Bina Hortikultura] Direktorat Jenderal Bina Produksi Hortikultura. 2003. Pengembangan usaha agribisnis bawang merah terpadu. 73 hal
4. Susila, E., A. Anwar., A.Syarif and A.Agustian. 2017. Population and Diversity of Indigenous Arbuscular Mycorrhizal Fungi from the Rhizosphere of Shallots at Different Altitudes in West Sumatra. IJASEIT, 2018, (7) 5, pp.2088-5334
5. Susila, E., A. Anwar., A.Syarif and A.Agustian. 2017. Selection of Six Types of Isolates of Indigenous Arbuscular Mycorrhizal Fungi Growth, Yield and Essential Oil Content of Shallots (*Allium ascalonicum* L.). International Journal of advanced research (IJAR), 2018, 6, 7, 23205407
6. Cardoso E.J.B.N., Nogueira M.A., Zangaro W. 2017. Importance of Mycorrhizae in Tropical Soils. In: de Azevedo J., Quecine M. (eds) Diversity and Benefits of Microorganisms from the Tropics. Springer, Cham.ISBN978-3-319-55803-5
7. Widi, A., F. Soesanthy., dan Y. Ferry. 2016. Keefektifan biofungisida *Trichoderma* sp dengan Bahan pembawaterhadap jamur akar putih *Rigidoporus microporus*. Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar 3(1): 37-44
8. Habazar, T. 2003. Kajian Tanggapan Fisiologis dan Histopatologis Tanaman Pisang yang Diimunisasi dengan Induser Biologis dalam Menginduksi Ketahanan Tanaman Terhadap Penyakit Layu Bakteri dan Layu Fusarium.Usulan Penelitian Hibah Penelitian Tim Pascasarjana. Universitas Andalas.
9. Widiyarti, E., P.Purnomowati., dan T.S. Eddy. 2014. Penyakit pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) yang disebabkan oleh cendawan di pertanaman rakyat daerah Brebes. J. Scripta Biologica 1(3): 15-21.
10. Rahma, H., J. Trisno., S. Yuliani., Martinius., dan Reflin. 2017. Paket Teknologi BakteriPerakaran Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dengan Pupuk Kandang Dan NanoPestisida Serai Wangi Untuk Pengendalian Penyakit Vsd Tanaman Kakao. LaporanPenelitian Kerjasama Penelitian, Pengkajian, Dan Pengembangan Pertanian StrategisLitbang Pertanian. Universitas Andalas. 57 hal.
11. Susila, E. 2019. Budi Daya Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) pada Lahan Kering Dataran Rendah Sumatra Barat dengan Pemanfaatan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) Indigenos. Disertasi Doktor. Universitas Andalas. 167 hal.
12. Prabhakaran, N and T. Prameeladevi.,M. Sathiyabama., D. Kamil. 2015. Multiplex PCR for detection and differentiation of diverse *Trichoderma* species. J. Ann. Of Microbiol.Nov 2015.

