

LAPORAN TAHUNAN

**PENELITIAN PRIORITAS NASIONAL
MASTER PLAN PERCEPATAN DAN PERLUASAN PEMBANGUNAN
EKONOMI INDONESIA 2011–2025
(PENPRINAS MP3EI 2011-2025)**



**REVITALISASI LAHAN MARGINAL UNTUK BUDIDAYA UBI KAYU
MELALUI INOVASI TEKNOLOGI HUMUS SINTETIK DAN
AUGMENTASI MOT RAMAH LINGKUNGAN**

TAHUN KE I DARI RENCANA 3 TAHUN

**Dr. Alimuddin Ali, S.Si, M.Si (NIDN.0031126906)
Dr. Ir. Muhammad Junda, M.Si (NIDN. 0008116204)
Iwan Dini, S.Si, M.Si (NIDN. 0005127805)
Ir. A. Farchan Sjahid, MP (196003201992031006)**

**Dibiayai oleh:
Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan,
sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI
(Master Plan Percepatan Pertumbuhan Pembangunan Ekonomi Indonesia)
Nomor: 284/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/VII/2013, tanggal 15 Juli 2013**

**UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
DESEMBER 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Revitalisasi Lahan Marginal untuk Budidaya Ubi Kayu Melalui Inovasi Teknologi Humus Sintetik dan Augmentasi MOT Ramah Lingkungan

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : Dr. ALIMUDDIN S.Si., M.Si.
NIDN : 0031126906
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Biologi
Nomor HP : 081355895039
Surel (e-mail) : muddin@yahoo.com

Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : Dr., Ir. MUHAMMAD JUNDA M.Si.
NIDN : 0008116204
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR

Anggota Peneliti (2)

Nama Lengkap : IWAN DINI S.Si., M.Si.
NIDN : 0005127805
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra : Dinas Pertanian Tanaman Pangan
Alamat : Jl. Amrullah
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 177.500.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 593.200.000,00

Mengetahui
Ketua Lembaga Penelitian UNM



(Prof. Dr. H. Jufri, M.Pd)

NIP/NIK 195912311985031016

Makassar, 28 - 11 - 2013,
Ketua Peneliti,

(Dr. ALIMUDDIN S.Si., M.Si.)

NIP/NIK



Mengetahui
Rektor UNM

(Prof. Dr. H. Arismunandar, M.Pd)

NIP/NIK 196207141987021001

RINGKASAN

Hara mineral tanaman sangat ditentukan oleh kandungan posfat dan kalium dalam tanah dalam bentuk posfat dan kalium terlarut. Posfat merupakan hara terpenting kedua dari kebutuhan tanaman setelah nitrogen. Hara ini terdapat di alam dalam berbagai bentuk, baik bentuk organik maupun an organik. Kondisi fisika dan kimiawi mineral posfat sangat menentukan pada tanaman disepanjang akarnya di area rizosfer. Ketersediaan P dan K yang rendah di dalam tanah akibat pengikatannya sebagai posfat tak larut dari besi, aluminium dan kalsium. Karena defisiensi P sangat mempengaruhi faktor kimiawi pertumbuhan tanaman, maka penggunaan pupuk posfat kimiawi dilakukan untuk menghasilkan pertumbuhan optimum tanaman.

Penggunaan mikrobia pelarut posfat sebagai inokulan memicu peningkatan penyerapan P oleh tanaman dan hasil panen. Strain dari genera *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* dan *Aspergillus* telah digunakan sebagai pelarut posfat yang cukup ampuh. Mikrobia tersebut digunakan sebagai pupuk atau agen pengendali dalam bidang pertanian yang dikenal sebagai 'plant growth promoting rhizobacteria' (PGPR).

Telah dilakukan penelitian mengenai aplikasi humus sintetik (HS) dan proses augmentasi mikrobia lokal tropik (MOT) terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman ubi kayu. Penelitian bertujuan menghasilkan produk untuk proses revitalisasi lahan marginal (sub-optimal). Penelitian dilakukan dengan cara membuat formula humus sintetik untuk digunakan pada uji pertumbuhan tanaman. Humus sintetik dibuat dengan mencampur beberapa bahan pembawa dan bahan pengikat hara. Bahan pembawa berupa sekam hasil pirolisis dan abu gosok, sedangkan bahan pengikat hara dibuat dari kitosan dan hidrotalsit. Proses pelarutan posfat dan kalium pada tanah menggunakan isolat mikrobia. Isolat mikrobia dari kelompok Actinomycetes dan fungi yang mampu melarutkan posfat dan kalium. Sampel tanah rizosfer sebagai sumber mikrobia diperoleh dari berbagai titik sampling pada 12 kabupaten di Sulawesi Selatan dan Barat. Isolasi mikrobia dilakukan dengan metode agar plat tuang (*pour plate agar*) untuk mengisolasi Actinomycetes dan fungi. Isolat terpilih dilakukan karakterisasi baik secara morfologi, biokimiawi maupun analisis filogenetik pada gen 16S rRNA.

Sebanyak 195 isolat mikrobia yang diperoleh dilakukan skrining untuk menentukan isolat terpilih untuk digunakan dalam penelitian utama. Isolat terpilih memiliki kemampuan melarutkan posfat dan kalium tinggi, dan menunjukkan sifat sinergi antar isolat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 3 isolat dengan kode SDR1, SGK 17 dan JNPT II sebagai isolat terpilih untuk digunakan dalam uji skala *in planta*. Analisis morfologi dan gen menunjukkan bahwa isolat SDR 1 merupakan genus *Streptomyces* sp. Dua isolat lainnya SKG 17 dan JNPT II keduanya merupakan fungi genus *Aspergillus* sp dan *Paecylomyces* sp.

Aplikasi secara *in planta* pada tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa pemberian HS dan MOT berbeda nyata dengan kontrol untuk tinggi tanaman, tetapi berbeda tidak nyata untuk jumlah tunas dan jumlah tangkai daun. Data ini belum dapat dijadikan patokan sesungguhnya karena singkatnya waktu aplikasi dengan pengambilan data. Aplikasi hanya 3 minggu dari 12 minggu rencana penelitian akibat waktu telah berakhir. Meski demikian, data penelitian untuk pertumbuhan vegetatif menjadi salah satu acuan progress penelitian. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi satu solusi untuk memberdayakan lahan marginal.

SUMMARY

Plant mineral nutrition depends mainly on the phosphorus content of soil, which can be assimilated only as soluble phosphate. Phosphorus is the second most important plant nutrient after nitrogen. It exists in nature in variety of organic and inorganic forms. Physical and chemical weathering of mineral phosphates is mainly realized along plant roots in the rhizosphere. P availability is low in soils because of its fixation as insoluble phosphates of iron, aluminium and calcium. Since deficiency of P is the most important chemical factor restricting plant growth, chemical phosphatic fertilizers are widely used to achieve optimum yields.

The use of phosphate solubilizing microbial as inoculants simultaneously increases P uptake by the plant and crop yield. Strains from the genera *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Streptomyces* and *Aspergillus* are among the most powerful phosphate solubilizers. The microbia are use as biofertilizers or control agents for agriculture improvement which has been termed 'plant growth promoting rhizobacteria' (PGPR).

The research to application of synthetic humus (HS) and the augmentation of local microbial tropic (MOT) on the cassava plant vegetative growth was conducted. These research was aims to producing a material products for revitalization of submarginal land. The study was conducted to formulation of synthetic humus and then applied to plant growth. The synthetic humus was obtained from combination formula of synthetic carrier material as a chelating mineral. The humus carrier was consist of husks and ash pyrolysis, whereas mineral chelating from chitosan and hydrotalcite. The solubilizing of phosphate and potassium in the soil was using microbial isolates. Microbes isolates were obtained from the Actinomycetes and fungi which potent to solubilizing of phosphate and potassium. The rhizosphere soil samples was using as source of microbes was obtained from various sampling sites in 12 districts in South Sulawesi and West Sulawesi. Isolation of microbial was done by pour plate methods. Characterization of selected isolates was carried out by morphological, biochemical and phylogenetic analysis of the 16S rRNA gene.

A total of 195 microbial isolates were obtained from sample screening was using some criteria to determine the isolates selected for use in the main study. The selected microbia have a high ability to solublize potassium and phosphate, and synergy with the other isolates. The results of research showed that there are three isolates: SDR1, SGK 17 and JNPT II. These isolates were applied for augmentation MOT by *in planta* to cassava plant. The morphological and gene analysis showed that the isolates SDR 1 was belong to *Streptomyces* sp genera. Two isolates (SKG 17 and JNPT II) were identifeid as *Aspergillus* sp and sp *Paecilomyces* genera, respectively.

Application by in planta scale on cassava plants showed that treated of HS and MOT was significantly different from controls for plant height, but non significant different to the number of shoots and petiole. These result was not be used as a benchmark of research conclusion because the short time for applications of HS and MOT. Application only 2 weeks from 12 weeks because the time of project contract has expired. However, the result of research can be used as a early data for predicting the outcome of the study. The results of these research are expected as a solution to empowering of sumarginal land for cassava plantation.

PRAKATA

Segala puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah, SWT, Tuhan Yang Maha Kuasa atas berkah dan karuniaNya, sehingga Laporan Penelitian ini dapat diselesaikan sesuai dengan rencana yang telah ditetapkan. Penelitian ini merupakan upaya untuk mengeksplorasi kelompok *Actinobacteria* dan fungi pelarut mineral yang diperoleh dari tanah rizosfer tanaman ubi kayu asal beberapa tempat di wilayah kabupaten se-Sulawesi Selatan dan Barat. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak yang berkepentingan.

Penelitian ini dapat terlaksana dan diselesaikan atas bantuan dari berbagai pihak, oleh karena itu Tim Peneliti mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, cq. DIRJEN DIKTI atas bantuan dana proyek penelitian.
2. Rektor Universitas Negeri Makassar, selaku penanggungjawab institusi untuk pelaksanaan kegiatan penelitian
3. Ketua Lembaga Penelitian (Lemlit) Universitas Negeri Makassar, yang telah memberi bantuan dalam pelaksanaan penelitian.
4. Dekan dan Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar, atas izin dan fasilitasi yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana.
5. Kementerian Pertanian cq Dinas Pertanian Tanaman Pangan dan Hortikultura Propinsi Sulawesi Selatan atas kerjasamanya
6. Bapak/Ibu Laboran di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar atas bantuan teknis yang diberikan selama kegiatan penelitian ini dilakukan
7. Kepada semua pihak terutama rekan-rekan yang tidak dapat dituliskan satu-per satu atas segala bantuan baik secara langsung maupun tidak.

Akhirnya, semoga penelitian ini dapat memberi manfaat yang sebesar-besarnya bagi semua pihak.

Makassar, 3 Desember 2013

TIM PENELITI MP3EI

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
RINGKASAN	ii
SUMMARY	iv
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN	8
1. Tujuan Penelitian	8
2. Manfaat Penelitian	8
BAB IV. METODE PENELITIAN	9
1. Isolasi Kandidat MOT	10
2. Seleksi Kandidat MOT	11
3. Pembuatan Humus Sintetik	12
4. Pembuatan MOT	13
5. Karakterisasi MOT Terpilih	16
6. Aplikasi HS dan MOT secara <i>in planta</i>	23
BAB V. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
1. Lokasi Sampling	25
2. Isolasi Mikrobial	25
3. Produksi Humus Sintetik	38
4. Aplikasi Humus Sintetik dan MOT	39
5. Karakterisasi Isolat MOT terpilih	40
BAB VI. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA	51
BAB VII. KESIMPULAN DAN SARAN	52
DAFTAR PUSTAKA	53
LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

No. Tabel	Judul	Hal
1	Komposisi larutan reaksi untuk PCR untuk mengamplifikasi gen <i>16S rRNA</i> strain <i>Actinomyces</i> penghasil antifungi	17
2	Isolat kelompok <i>Actinomyces</i>	26
3	Rasio kemampuan melarutkan posfat isolat <i>Actinomyces</i> pada media <i>Pikovskaya</i> , masa inkubasi 2 minggu, suhu 37°C	27
4	Rasio kemampuan melarutkan kalium isolat <i>Actinomyces</i> pada media <i>Aleksandrov</i> , masa inkubasi 2 minggu, suhu 37°C	29
5	Isolat kelompok fungi	31
6	Rasio kemampuan melarutkan posfat isolat fungi pada media <i>Pikovskaya</i> , masa inkubasi 1 minggu, suhu 30°C	32
7	Isolat kelompok bakteri	35
8	Pertumbuhan vegetatif ubi kayu secara <i>in planta</i> yang diberi perlakuan HS dan MOT, aplikasi selama 3 minggu pertama	39
9	Deskripsi genus isolat <i>Actinomyces</i> terpilih dengan karakter genus acuan <i>Streptomyces</i> spp berdasarkan metode <i>profile matching</i>	41
10	Karakteristik morfologi dan pigmentasi isolat SDR 1	44
11	Karakteristik kultur isolat SDR 1	44
12	Karakteristik isolat SDR1 terhadap penggunaan sumber karbon	46
13	Karakteristik isolat SDR1 terhadap penggunaan sumber nitrogen	47
14	Kemampuan tumbuh isolat terpilih berdasarkan pengaruh konsentrasi garam	48
15	Kemampuan tumbuh isolat SDR1 berdasarkan pengaruh pH pertumbuhan	48
16	Kemampuan tumbuh isolat terpilih berdasarkan pengaruh suhu pertumbuhan	49
17	Kemampuan hidrolisis isolat terpilih berdasarkan jenis substrat	49
	Kemampuan tumbuh isolat terpilih berdasarkan jenis dan konsentrasi antibiotika	50

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul	Hal
1	Skema kerja penelitian yang dilakukan	10
2	Skema pengujian sinergi antar isolat	11
3	Layout aplikasi HS dan augmentasi MOT skala <i>in planta</i>	24
4	Lokasi pengambilan sampel penelitian	25
5	Isolat Actinomycetes pelarut posfat	36
6	Isolat terpilih untuk MOT	37
7	Hasil uji sinergi antar isolat terpilih (A) tidak sinergis (B) sinergis	37
8	Bahan utama pembuatan humus sintetik	38
9	Contoh produk humus sintetik yang telah dibuat pelet	38
10	Plot tanaman percobaan umur 1 minggu secara <i>in planta</i>	40
11	Plot percobaan HS- MOT setelah aplikasi 2 minggu secara <i>in planta</i>	40
12	Profil koloni isolat terpilih SDR 1 yang ditumbuhkan selama 2 minggu pada media SNA	42
13	Morfologi isolat Streptomyces MOT terpilih	42
14	Pohon filogeni yang dikonstruksi berdasarkan algoritma <i>Neighbour-joining</i> gen <i>16S rRNA</i> isolat SDR	43
15	Gambar 15. Morfologi isolat fungi MOT terpilih (SKG 17)	45
16	Gambar 16. Morfologi isolat fungi MOT terpilih (JNPT II)	45

DAFTAR GAMBAR

No. Gambar	Judul	Hal
1	Skema kerja penelitian yang dilakukan	
2	Skema pengujian sinergi antar isolat	
3	Layout aplikasi HS dan augmentasi MOT skala <i>in planta</i>	
4	Lokasi pengambilan sampel penelitian	
5	Isolat Actinomycetes pelarut posfat	
6	Isolat terpilih untuk MOT	
7	Hasil uji sinergi antar isolat terpilih (A) tidak sinergis (B) sinergis	
8	Bahan utama pembuatan humus sintetik	
9	Contoh produk humus sintetik yang telah dibuat pelet	
10	Plot tanaman percobaan umur 1 minggu secara <i>in planta</i>	
11	Plot percobaan HS- MOT setelah aplikasi 2 minggu secara <i>in planta</i>	
12	Profil koloni isolat terpilih SDR 1 yang ditumbuhkan selama 2 minggu pada media SNA	
13	Morfologi isolat Streptomyces MOT terpilih	
14	Pohon filogeni yang dikonstruksi berdasarkan algoritma <i>Neighbour-joining</i> gen <i>16S rRNA</i> isolat SDR	
15	Gambar 15. Morfologi isolat fungi MOT terpilih (SKG 17)	
16	Gambar 16. Morfologi isolat fungi MOT terpilih (JNPT II)	

DAFTAR LAMPIRAN

No. Lampiran	Judul	Hal
1	Personalialia/CV. Ketua Peneliti	57
2	Personalialia/CV. Anggota Peneliti	64
3	Personalialia/CV. Anggota Peneliti	66
4	Draft Artikel	71
5	Draft Buku Ajar	72
6	Presentasi Seminar Nasional	73
7	Surat Perjanjian Penelitian	76
8	Surat Izin Penelitian	82
9	Surat Keterangan Penelitian	83

BAB I

PENDAHULUAN

Permintaan akan ubikayu terus meningkat seiring dengan terus naiknya dan melambungnya harga bahan bakar minyak (BBM) di pasar dunia. Bagi Indonesia, kenaikan harga BBM akan menguras lebih banyak devisa karena sebagian besar kebutuhan BBM nasional dipenuhi oleh impor sehingga pemerintah telah mencanangkan *program pemanfaatan sumber energi alternatif* yang tertuang dalam Peraturan Presiden (PERPRES) No. 5 tahun 2006 tentang konsumsi energi biofuel lebih dari 5% pada tahun 2025, dan INPRES No. 1 tahun 2006 tentang *percepatan penyediaan bahan baku biofuel*, salah satunya adalah ubi kayu. Sementara itu pertumbuhan produksi ubi kayu dari tahun ke tahun makin menurun. Menurut Wargiono (2009), untuk meningkatkan produksi ubikayu diperlukan strategi paling tidak dua pendekatan, yaitu perbaikan mutu intensifikasi dan penambahan areal panen. Kendala yang dihadapi adalah semakin terbatasnya lahan optimal akibat konversi lahan pertanian untuk kepentingan non-pertanian (perumahan, industri, bisnis dan infrastruktur). Konsekuensinya, kebutuhan lahan untuk pertanian hanya dapat dipenuhi melalui pemanfaatan lahan-lahan sub-optimal (lahan marginal)

Lahan marginal adalah lahan yang sering mengalami kekeringan dalam jangka waktu tertentu dan kandungan nutrisi yang rendah. Ketersediaan elemen kimia tertentu seperti P, K, dan N sangat rendah. Selain itu lahan marginal memiliki tingkat keasaman tinggi (pH rendah) dan kandungan hara toksik tertentu sehingga menghambat pertumbuhan tanaman (Makarim *et al*, 2005; Chen *et al.*, 2006).

Salah satu hara yang dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan setelah N adalah P dan K. Kekurangan hara ini menyebabkan penurunan produktivitas biokimiawi tanaman. Ketersediaan hara ini dipengaruhi oleh tingkat keasaman-alkali tanah yaitu kisaran pH 6-7,5 (Hardjowigeno, 1993; Rashid *et al.*, 2003). Selain itu kandungan hara seperti Fe, Al dan Mn yang cukup tinggi menyebabkan terjadinya proses pengikatan hara P oleh elemen-elemen tersebut, sehingga P dan K menjadi hara yang tidak larut dan tidak tersedia bagi tanaman. Keadaan ini

tidak dapat diatasi dengan pemberian pupuk P dan K karena hara tersebut mengalami proses pengendapan (Vassilev *et al.*, 2006).

Indonesia memiliki lahan marginal cukup luas yang mencapai 50 juta hektar, sedangkan Sulawesi Selatan dan Barat diperkirakan 400 ribu ha dan 15 ribu ha. Dengan demikian lahan ini berpotensi direvitalisasi untuk perluasan areal panen ubi kayu. Akan tetapi kendala yang sering dijumpai adalah rendahnya kesuburan tanah, dan tingginya potensi berkembangnya patogen seperti penyakit oleh jamur atau bakteri. Untuk memecahkan masalah tersebut, maka diperlukan inovasi dan sinergi teknologi. Solusi yang dapat dilakukan adalah melalui penggunaan isolat mikrobial yang memiliki kemampuan melarutkan P, K dan sekresi amonium. Banyak mikrobial yang dilaporkan mampu melakukan konversi P dan K tak larut menjadi larut misalnya dari kelompok bakteri *Bacillus* sp, *Pseudomonas* sp, *Acetobacter* dan *Enterobacter* (Nautiyal *et al.*, 2000; Hwangbo *et al.*, 2003)

Kajian menunjukkan bahwa kelompok bakteri tanah (*Actinomycetes*) memiliki keunggulan untuk beradaptasi pada lingkungan tanah. Hal ini disebabkan kemampuan menghasilkan senyawa dan bentuk morfologi yang cukup beragam. Fakta menunjukkan bahwa dua pertiga dari seluruh senyawa aktif dengan kerangka molekuler yang variatif ditemukan pada kelompok *Actinomycetes* (Breitaup, H. 1999). Kajian tentang penggunaan *Actinomycetes* pada lahan marginal di Sulawesi Selatan dan Barat sebagai mikrobial pelarut P dan K serta isolat pengontrol mikrobial patogen belum pernah dilaporkan. Sinergi untuk mengoptimalkan ketersediaan hara serta meningkatkan kesuburan tanah dapat dilakukan melalui metode mekanisme penjeratan hara penting menggunakan prinsip jembatan ion pada gugus kitosan. Penjeratan hara meniru mekanisme kerja humus berfungsi mengkhelat ion-ion untuk ketersediaan nutrisi dan elemen tertentu bagi tanaman. Untuk itu diperlukan teknologi penjeratan yang terintegrasi dengan kemampuan augmentasi mikrobial sebagai pola sinergi teknologi budidaya tanaman.

Minimnya varian teknologi budidaya menjadi penyebab utama rendahnya populasi yang berdampak pada peningkatan produksi ubi kayu di Sulawesi. Hal ini disebabkan oleh teknik budidaya konvensional yang masih dominan dilakukan

petani. Umumnya petani hanya mengandalkan lahan produktif untuk budidaya ubi kayu karena tidak memerlukan biaya pemeliharaan besar. Bahkan tanaman produktif tidak dilakukan pemupukan secara rutin karena pertimbangan biaya. Strategi yang paling dimungkinkan untuk dilakukan adalah aplikasi integrasi dan sinergi teknologi berbiaya rendah dan efektivitas tinggi.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pertanian merupakan salah satu sektor sangat penting bagi perekonomian Indonesia, namun sampai saat ini sektor pertanian belum handal dalam mensejahterakan petani, memenuhi kebutuhan sendiri, menghasilkan devisa, dan menarik investasi (Karama, 2003). Khusus untuk ubikayu, perannya dalam perekonomian nasional terus menurun karena dianggap bukan komoditas prioritas. Akibatnya luas areal panen terus berkurang dan produktivitas tidak meningkat secara nyata. Penyebabnya adalah belum tepatnya teknologi untuk meningkatkan pendapatan petani ubikayu, belum dimanfaatkan secara maksimal dalam pengelolaan usahatani ubi kayu baik di lahan kering, lahan sawah maupun lahan marginal (Suyamto & Wargiono 2007).

Sementara itu, menurut Hilman *et al.*, 2004, agar ubikayu menjadi sumber pendapatan petani diperlukan dua pendekatan, yaitu: (1) mempertahankan status quo produksi yang diimplementasikan ke dalam sistem tumpang sari dengan penerapan teknik budidaya intensif, menghemat penggunaan lahan dan sisa lahan untuk budidaya tanaman yang bernilai ekonomi tinggi; dan (2) Mengganti ubikayu dengan komoditas lain yang bernilai ekonomi, yang diimplementasikan ke dalam alih usahatani ubikayu ke lahan marjinal.

Mengacu kepada PERPRES No. 5 tahun 2006, peningkatan produksi ubikayu dapat diupayakan melalui beberapa pendekatan, yaitu: (1) pengembangan sistem produksi ramah lingkungan; (2) Peningkatan kemitraan antara swasta dan pemerintah; (3) Pemberdayaan masyarakat; dan (4) Pengembangan teknologi hasil penelitian (Puslitbangtan, 2007). Pemerintah daerah harus mengimplementasikan INPRES No. 1 tahun 2006 dengan memfasilitasi penyediaan lahan bagi pengembangan ubikayu.

Luas panen budidaya ubi kayu di Indonesia pada tahun 2000 mencapai 1.284.040 hektar. Pada tahun 2009 luas lahan tersebut menurun menjadi 1.193.319 hektar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) dan Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Tahun 2000-2009, bahwa laju pertumbuhan produksi ubi kayu Indonesia mencapai 3,24% yaitu 21,99 juta ton. Akan tetapi pada kurun

waktu 2009-2011 justru mengalami pertumbuhan negatif produksi ubi kayu nasional yaitu -5,68%. Hal ini menunjukkan bahwa produksi ubi kayu nasional patut menjadi perhatian. Sulawesi Selatan dan Barat masih menunjukkan pertumbuhan positif meski hanya 2,23 dan 3,35%. Data sebaran tanaman ubi kayu menunjukkan bahwa Sulawesi hanya menyumbang 5% dari total sebaran ubi kayu di Indonesia. Penyebaran terbanyak berada di pulau Sumatera dan Jawa, masing-masing 32% dan 50%. Hal ini menunjukkan bahwa Sulawesi merupakan daerah yang sangat rendah sebaran ubi kayu.

Indonesia memiliki lahan marginal cukup besar dan berpotensi digunakan untuk penambahan areal pertanian budidaya ubi kayu. Meski demikian tanah yang paling sesuai untuk ubi kayu adalah tanah yang berstruktur remah, gembur, tidak terlalu liat dan tidak terlalu porous, serta kaya bahan organik. Tanaman ubi kayu memerlukan pupuk dalam penanaman. Dosis pupuk yang berimbang untuk budidaya ubi kayu setiap musim tanam per ha adalah pupuk organik: 5– 10 ton, urea 150 – 200 Kg, SP36 100 kg dan KCl 100 – 150 kg. Cara pemberian pupuk untuk tanaman ubi kayu adalah pupuk organik, 1/3 Urea, dan KCl sebagai pupuk dasar pada saat pembuatan guludan. Lalu sisa dosis diberikan pada bulan ketiga atau keempat setelah penanaman.

Ubi kayu merupakan tanaman yang adaptasi pada lingkungan tumbuh yang lebih baik dibanding tanaman pangan lain (toleran kekeringan, toleran masam, toleran kadar Al yang lebih tinggi, mampu mengekstrak hara yang lebih efektif). Kemampuan adaptasi tanaman ubi kayu yang baik menyebabkan tanaman ini dapat tumbuh dan menghasilkan biarpun diusahakan pada lahan sub-optimal maupun marginal (Howeler, 1994; Howeler, 2002).

Kesuburan tanah dan tanaman mempengaruhi hasil produksi pertanian. Untuk meningkatkan produksi pertanian masih terdapat banyak kendala dalam kesuburan tanah terutama ketersediaan unsur hara esensial dalam tanah. Kekurangan fosfor (P) merupakan salah satu kendala utama dalam produksi pertanian di Indonesia. Masalah penting dari pupuk P adalah efisiensi yang rendah karena fiksasi P yang cukup tinggi pada tanah terutama tanah masam. Salah satu upaya dalam mengatasi ketersediaan P pada tanah terutama tanah masam adalah pemanfaatan mikrobial (Premono, 1994).

Fosfor merupakan unsur esensial kedua setelah N yang berperan penting dalam proses pertumbuhan tanaman, serta metabolisme dan proses mikrobiologi tanah. Fosfor dalam tanah, 70% berada dalam keadaan tidak larut (Ilmer & Schinner, 1995), hal tersebut sangat berpengaruh terhadap serapan hara lain, khususnya pada saat unsur P menjadi faktor pembatas (Foth dan Ellis, 1988). Ketersediaan unsur P dalam tanah ternyata sangat bergantung pada aktivitas mikrobial dalam tanah, seperti adanya aktivitas dari kelompok bakteri pelarut fosfat/BPF (Goldstein, 1986).

Bakteri pelarut fosfat (BPF) merupakan bakteri tanah yang bersifat non patogen dan termasuk dalam kategori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick, 1995). Bakteri pelarut fosfat merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terjerap permukaan oksida-oksida besi dan aluminium sebagai senyawa Fe-P dan Al-P (Hartono, 2000). Bakteri tersebut berperan juga dalam transfer energi, penyusunan protein, koenzim, asam nukleat dan senyawa-senyawa metabolik lainnya yang dapat menambah aktivitas penyerapan P pada tumbuhan yang kekurangan P (Rao, 1994).

Hasil penelitian Ali, A *et al.*, 2006 menunjukkan bahwa beberapa mikrobial tanah yang berhasil diisolasi dari beberapa tempat di Kabupaten Sidrap berpotensi digunakan sebagai mikrobial pelarut fosfat dan kalium. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok jamur *Aspergillus* sp dan *Penicillium* sp memiliki kemampuan melarutkan kedua unsur tersebut. Hal ini terlihat dari uji secara kualitatif pada media tertentu. Hasil yang sama yang ditunjukkan oleh genus *Bacillus* sp dan *Pseudomonas* sp. Menurut hasil penelitian Bolton *et al.*, 1992 mikroba yang diinokulasikan ke dalam rhizosfer mereka dapat memberikan dampak positif (*mutualisme* atau *komensalisme*), dampak negatif (*parasitisme*, *kompetisi* atau *amensalisme*) atau tidak memberikan pengaruh apa-apa (*netralisme*). BPF memerlukan karbohidrat dan protein untuk pertumbuhannya yang diambil dari hasil fotosintat tanaman inangnya.

Integrasi kemampuan untuk mengaplikasikan potensi penggunaan teknologi rekayasa lingkungan tanah meniru kemampuan humus menjadi penting dilakukan.

Humus merupakan bahan yang berfungsi sebagai penjerat ion atau hara dalam tanah. Schmuhl, 2001 melaporkan bahwa kitosan memiliki kemampuan berikatan dengan logam krom. Sifat interaksi secara kovalen antara kitosan dengan beberapa logam tersebut bahkan telah diaplikasikan dalam bidang biomedis (Berger, 2004). Kemampuan menjerat ion oleh *kitosan* menjadikan bahan ini perlu dikembangkan sebagai humus sintetik. Penelitian untuk mencari sumber kitin selain dari hewan bercangkang seperti udang dan kepiting telah dilaporkan oleh Ali, A dan Hasri (2006) pada jamur isolat lokal. Kemampuan mengikat ion tertentu seperti K, P, Mg dan Al telah dibuktikan melalui konversi membentuk jembatan untuk ion-ion tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan menjerat ion tidak sama antara semua ion yang diuji (Hasri dan Ali, A, 2007)

BAB III

TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Tujuan Penelitian

Tujuan khusus dari kegiatan penelitian ini adalah dihasilkan produk inovasi teknologi budidaya ubi kayu. Melalui pengembangan dan aplikasi Humus Sintetis (HS) dan augmentasi mikrobial lokal tropika (MOT) ini, maka solusi pemecahan problema peningkatan populasi ubi kayu melalui revitalisasi lahan marginal (sub-optimal) dapat ditemukan. Penggunaan HS dan MOT pada budidaya ubi kayu mampu meningkatkan minat dan kesejahteraan petani yang berdampak pada peningkatan populasi dan produksi produk pertanian pangan khususnya ubi kayu

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan bermanfaat sebagai terobosan baru inovasi teknologi untuk proses revitalisasi lahan marginal. Revitalisasi lahan marginal diharapkan menjadi solusi bagi peningkatan areal pertanian yang berdampak pada peningkatan pertumbuhan produksi ubi kayu khususnya di Sulawesi Selatan-Barat dan Indonesia pada umumnya.

BAB IV
METODE PENELITIAN

Penelitian direncanakan dalam 3 (tiga) tahun dengan rangkuman kegiatan mengikuti tahapan sebagai berikut:

PENELITIAN TAHUN PERTAMA (I)

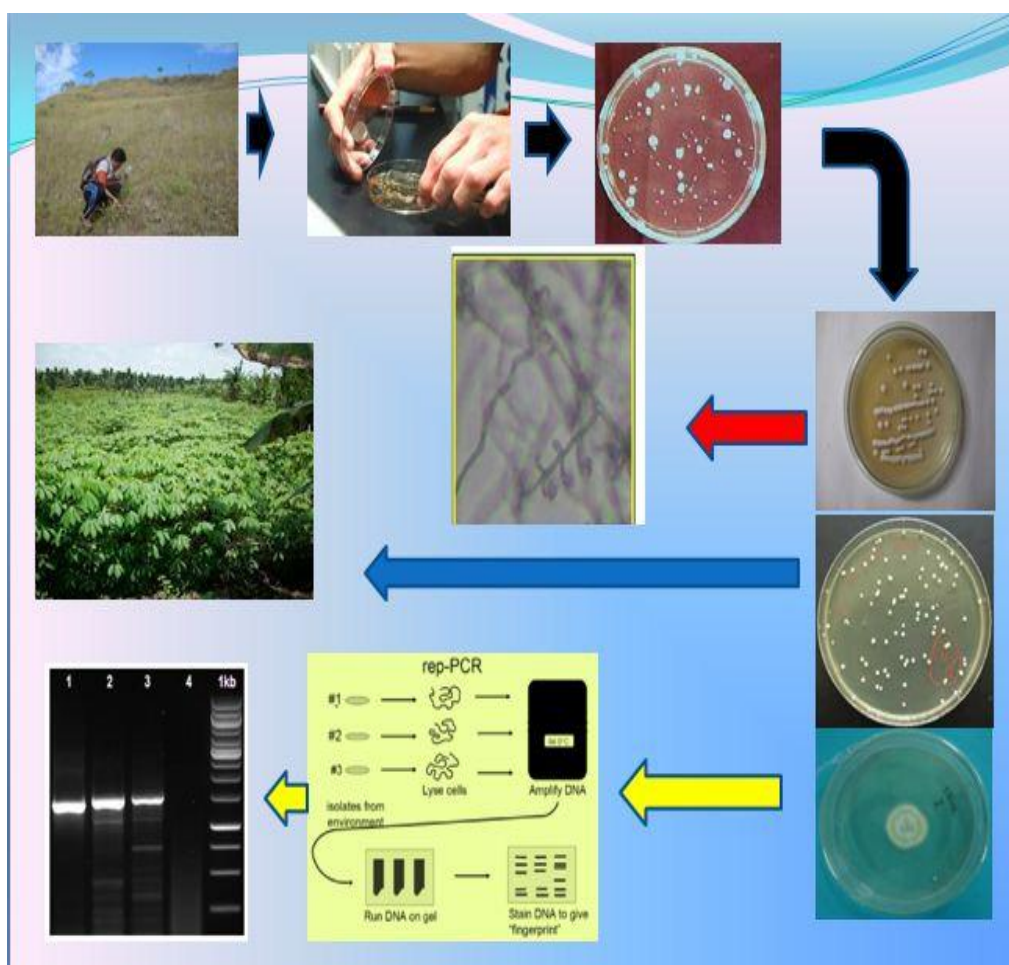
Tahapan Kegiatan yang Dilakukan	Indikator Pencapaian Kegiatan
1. Isolasi dan seleksi Actinomycetes rizosfer ubikayu pada lahan marginal di 30 titik lokasi di SulSelBar	Diperoleh ±500 isolat Actinomycetes terseleksi
2. Seleksi isolat berdasarkan variasi pH, suhu dan kondisi hara cekaman	Diperoleh isolat Actinomycetes tahan terhadap lingkungan fisik cekam
3. Seleksi isolat yang mampu mengekskresikan amonium, melarutkan Posfat dan Kalium	Diperoleh isolat MOT augmentasi potensial
4. Seleksi isolat yang menghasilkan <i>stimulan growth</i> (auksin GA dan sideropore)	Diperoleh isolat MOT stimulator tumbuh
5. Seleksi isolat penghasil <i>growth inhibitor</i> (antimikrobia)	Diperoleh isolat penghasil antimikrobia
6. Identifikasi Actinomycetes tropika unggul secara biokimia dan molekular (DNA)	Diperoleh konsorsium Actinomycetes lokal tropika (MOT) terseleksi
7. Uji kemampuan sinergi antar isolat secara <i>in vitro</i>	Diperoleh isolat sinergis MOT terpilih secara <i>in vitro</i>
8. Uji kemampuan sinergi antar isolat MOT terpilih secara <i>in planta</i> (skala lab)	Diperoleh isolat sinergis sebagai MOT terpilih secara <i>in planta</i>
9. Formulasi kitosan teraktifasi	Diperoleh formula humus sintetik (HS) berbahan kitosan teraktifasi



LUARAN KEGIATAN YANG DITARGETKAN PADA TAHUN PERTAMA



10. Diperoleh isolat sinergis MOT dan formula HS terpilih secara <i>in planta</i> (Skala Lab)
11. Draft Publikasi Akreditasi Nasional:



Gambar 1. Skema kerja penelitian yang dilakukan

URAIAN PENELITIAN TAHUN PERTAMA

1. Isolasi kandidat MOT

Sampel tanah rizosfer ditimbang dan diencerkan secara desimal. Sebanyak 5 gram sampel tanah disuspensikan ke dalam 45 mL larutan pengencer sehingga diperoleh pengenceran 10^{-1} . Selanjutnya dari pengenceran 10^{-1} tersebut diencerkan secara desimal sampai diperoleh pengenceran 10^{-4} . Tiga pengenceran terakhir dilakukan plating secara pour plate pada masing-masing media yaitu *Starch Nitrate Casein agar* terdiri atas [20 g soluble starch; 0,3 g Casein; 0,5 g NaCl; 1 g KNO_3 ; 0,5 g $K_2HPO_4 \cdot 3H_2O$; 0,5 g $MgSO_4 \cdot 7H_2O$; 0,01 g $FeSO_4 \cdot 7H_2O$; 20 g agar, 1000 mL aquades, (pH media diatur menjadi 7,2-7,4 sebelum sterilisasi)], medium

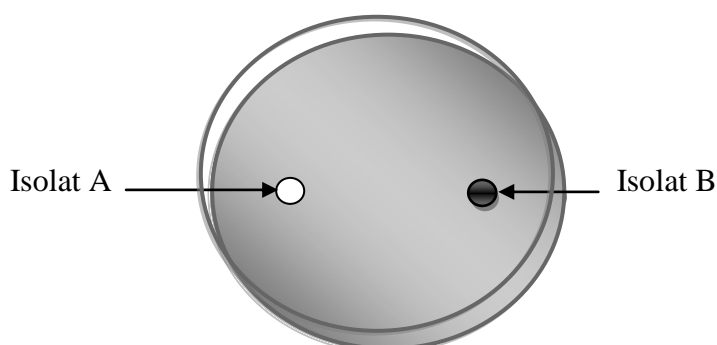
Pikovskaya terdiri atas [tricalcium phosphate 2,5 g; glucose 13g; (NH₄)SO₄ 0,5 g; NaCl 0,2 g; MgSO₄.7H₂O 0,1 g; KCl 0,2 g; Yeast Extract 0,5 g; MnSO₄ trace; FeSO₄.7H₂O trace; Agar 15 g; pH 7.2 dalam 1000 mL akuades], *Aleksandrov* [5,0 g Glukosa; 0,5 g MgSO₄.7H₂O; 0,1g CaCO₃; 0,006 g FeCl₃; 2,0 g Ca₃PO₄; 3.0 g mica powder, KAl₂ (AlSi₃O₁₀)(OH)₂ sebagai sumber kalium 20,0 g agar dalam in 1 liter akuades] dan media *Burks-bebas N*.

Koloni *Actinomycetes* dan fungi yang menunjukkan karakter morfologi berbeda diisolasi kembali sampai murni. Seleksi dilakukan berdasarkan kemampuan melarutkan P, K dan N. Isolat yang menunjukkan kemampuan melarutkan P, K dan N diberi kode sesuai dengan sumber *site sampling*. Isolat murni disimpan pada media agar miring untuk digunakan pada penelitian selanjutnya.

2. Seleksi kandidat MOT

Isolat yang diperoleh dilakukan seleksi terhadap kemampuan dari 3 parameter uji. Untuk kemampuan melarutkan P dan K dilakukan penentuan rasio antara diameter zona bening dengan diameter koloni. Isolat yang menunjukkan rasio tinggi dipilih untuk dilakukan uji-uji berikutnya.

Beberapa pengujian yang dilakukan antara lain uji sinergi antar isolat. Isolat yang menunjukkan kemampuan tinggi (rasio besar) diuji kemampuan sinergi dengan cara menumbuhkan isolat pada 2 sisi yang berlawanan. Skema pengujian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema pengujian sinergi antar isolat

Isolat akan tumbuh ke semua arah dan jika salah satu isolat mendapat tekanan pertumbuhan yang ditandai dengan terhambatnya pertumbuhan koloni ke arah isolat lainnya, maka dinyatakan isolat tidak sinergi, dan sebaliknya. Isolat yang menunjukkan sinergi antar isolat dicatat untuk dilakukan pengujian berikutnya.

3. Pembuatan Humus Sintetik

Humus sintetik yang digunakan terlebih dahulu dibuat core sebagai inti dari produk HS. Bahan yang digunakan sebagai core diperoleh dari hasil pirolisis sekam padi. Arang hasil pirolisis dilakukan aktivasi agar mampu membentuk core yang porus. Humus sintetik dibuat dengan menggabungkan kemampuan kitosan teraktifasi dan chelating ekstrak untuk mengikat elemen target. Untuk meningkatkan kemampuan mengkhelat elemen target, maka kitosan teraktifasi dibuat inti humus sintetik (*HS core*) menggunakan arang aktif yang dibuat dari pirolisis sekam padi. HS yang telah memiliki *core* dilapisi dengan kitosan dan bahan hidrotalsit.

Humus sintetik dibuat dengan cara membuat formulasi menggunakan beberapa komponen antara lain sekam hasil pirolisis, kapur, gum arab dan kitosan.

a. Pembuatan Kitosan

Kitosan diperoleh dari hasil reaksi kimiawi dari limbah udang yang didapatkan pada industri pengolahan udang dengan cara sbb:

1. Kulit kepala udang (diperoleh dari industri pengolahan udang di PT KIMA Makassar), lalu dikeringkan dibawah sinar matahari langsung selama 1 hari.
2. Kulit udang yang telah kering di blender sampai membentuk tepung dan diayak dengan ayakan 50 mesh.
3. Sebanyak 100 g tepung kulit kepala udang direndam dalam larutan NaOH 1M dengan perbandingan 1:10.
4. Suspensi tepung udang dipanaskan pada suhu 80-90°C sambil distirer selama 2 jam
5. Didiamkan selama 10-15 menit sehingga terbentuk 2 lapisan (cairan dan endapan)

6. Endapan diambil, lalu dicuci dengan akuades sampai pH 7
7. Endapan ditambahkan HCl 1M dan dilakukan pengadukan (stirer) selama 20 menit tanpa pemanasan dan 40 menit kemudian dengan pemanasan pada suhu 80-90°C
8. Selanjutnya dilakukan penyaringan, endapan dicuci dengan akuades sampai pH netral.
9. Endapan dikeringkan pada suhu 70°C sehingga diperoleh kitin.
10. Kitin yang diperoleh disuspensikan dalam larutan NaOH 1M (1:10), dengan pengadukan stirer selama 1 jam pada suhu 80-90°C.
11. Setelah 1 jam, cairan supernatan dibuang, endapan yang terbentuk dicuci dengan akuades sampai pH 6-8, sehingga diperoleh kitosan
12. Kitosan dikeringkan pada suhu 45°C selama semalam.

b. Formulasi Humus sintetik

Proses perakitan formula HS dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: sebanyak 15 g sekam hasil pirolisis dicampur abu gosok 75 g, kapur 2 g. Campuran tersebut ditambahkan dengan 1% gum arab (dari 15% b/v gum arab yang telah disuspensikan dengan air panas). Pencampuran dilakukan sampai bahan tidak mudah berhambur setelah dikepal. Selanjutnya dibuat butiran dengan menggunakan alat molem mini plat berputar. Sebelum dibentuk butiran, pada permukaan mini molem ditaburi secara merata dengan kitosan 0,5 g untuk setiap 100 g bahan HS. Setelah terbentuk butiran, maka disemprotkan dengan larutan hidrotalsit 1% (b/v) sambil diputar dalam mini molem. Selanjutnya butiran dikeringkan dalam oven selama semalam pada suhu 45°C.

4. Pembuatan MOT

MOT dibuat dari bahan aktif isolat Actinomycetes dan fungi yang menunjukkan kemampuan melarutkan posfat dan kalium tinggi dan sinergi antar isolat lainnya. Proses pembuatan MOT dilakukan dengan cara sebagai berikut:

a. Perbanyak biomassa MOT Actinomycetes

Isolat Actinomycetes terpilih (SDR 1) ditumbuhkan dalam cawan petri yang berisi media SCA. Isolat berumur 14 hari yang ditandai dengan terbentuknya

spora digunakan sebagai sumber inokulum. Inokulum dibuat dengan cara mensuspensikan spora Actinomycetes pada larutan NaCl fis, selanjutnya inokulum dihitung sporanya dengan metode hitungan langsung (hemasitometer). Sebanyak 1% inokulum yang berisi 10^6 spora/mL diinokulasikan ke dalam 150 mL media SCB dalam labu erlenmeyer 500mL.

Campuran media dengan inokulum diinkubasi selama 2 minggu dalam shaker kecepatan 150 rpm (*batch culture*). Setelah 2 minggu masa inkubasi, maka cairan hasil kultivasi disentrifuse pada kecepatan 3000 rpm selama 15 menit. Supernatan dibuang dan pellet dicuci dengan akuades steril lalu disentrifuse kembali pada kecepatan yang sama selama 10 menit. Supernatan dibuang, dan pellet dikumpulkan lalu dikeringkan pada suhu 40°C selama 2 hari dalam oven. Setelah kering, maka biomassa telah siap digunakan untuk produksi MOT Actinomycetes.

b. Perbanyak biomassa MOT Fungi

Isolat fungi terpilih (JNPT 11 dan SKG 17) ditumbuhkan dalam cawan petri yang berisi media PDA. Isolat berumur 7 hari yang ditandai dengan terbentuknya spora digunakan sebagai sumber inokulum. Inokulum dibuat dengan cara mensuspensikan spora fungi pada larutan NaCl fis, selanjutnya inokulum dihitung sporanya dengan metode hitungan langsung (hemasitometer).

Sebanyak 10 mL inokulum yang berisi 10^6 spora/mL diinokulasikan ke dalam 300 mL media semi-padat dalam erlenmeyer 1L yang berisi dedak halus 90%; tapioka 5%, CaCO_3 0,5%; pH 5 dan akuades.

Campuran media dengan inokulum diinkubasi selama 4 hari sampai semua media ditumbuhi fungi. Setelah 4 hari masa inkubasi, maka media dipindahkan ke dalam loyang plastik ukuran 40x30x5 cm selama 3 hari agar pembentukan spora sempurna. Setelah masa inkubasi selesai, maka diperoleh biomassa fungi yang siap digunakan untuk produksi MOT fungi.

c. Pembuatan MOT

Pembuatan MOT mikrobial dilakukan dengan cara sebagai berikut: untuk MOT Actinomycetes, dilakukan dengan cara mencampurkan biomassa

Actinomycetes ke dalam bahan yang terdiri dari abu gosok 70g; tepung tapioka 25%; CaCO_3 1,5%; MOT Actinomycetes 2,5g berat kering dan gum arab 3% (dari 15% larutan stok). Semua bahan dicampur secara merata, lalu dibuat adonan sampai bahan tidak mudah berhambur setelah dikepal. Selanjutnya dibuat butiran dengan menggunakan alat molem mini plat berputar. Selanjutnya butiran dikeringkan dalam oven selama semalam pada suhu 45°C .

Untuk MOT fungi, maka biomassa sebanyak 70 g dicampur dengan tepung tapioka tepung tapioka 25%; CaCO_3 1,5%; dan gum arab 3% (dari 15% larutan stok). Semua bahan dicampur secara merata, lalu dibuat adonan sampai bahan tidak mudah berhambur setelah dikepal. Selanjutnya dibuat butiran dengan menggunakan alat molem mini plat berputar. Selanjutnya butiran dikeringkan dalam oven selama semalam pada suhu 45°C .

5. Karakterisasi MOT terpilih

Selanjutnya dilakukan uji ketahanan terhadap pH, suhu, cekaman, sinergi antar isolat. Isolat yang terpilih dilakukan identifikasi secara morfologi dan molekuler (gen *16S rRNA*) dan dinyatakan sebagai konsorsium MOT sinergis.

a. Pengamatan morfologi isolat secara mikroskopis dan makroskopis

Semua isolat yang diperoleh dilakukan karakterisasi secara morfologi melalui analisis mikroskopik. Pengamatan mikroskopik isolat *Actinomycetes* dilakukan dengan membuat *slide culture*, yaitu dengan cara menumbuhkan isolat pada objek gelas steril yang diberi media agar dan ditutup dengan dek gelas (*cover slide*). *Slide culture* dimasukkan ke dalam cawan petri steril yang telah diberi alas kertas saring basah. *Slide* diinkubasi selama 7 hari sampai terbentuk spora. Pengamatan dilakukan terhadap karakter rantai spora pada tiap-tiap isolat.

b. Karakterisasi isolat berdasarkan pembentukan warna

Isolat *Actinomycetes* yang telah dimurnikan dan diseleksi dilakukan karakterisasi pembentukan warna. Isolat digores pada media ISP3 (oatmeal agar) (Oatmeal 20,0 g; agar 18,0 g, akuades 1,0 liter; pH 7,2) (oatmeal dikukus dalam 1 liter akuades selama 20 menit. Setelah itu disaring dengan menggunakan kain kassa, lalu ditambahkan agar dan sebelum dicukupkan volumenya sampai 1 liter,

lalu ditambahkan 1 mL larutan garam *trace*: CuSO₄.5H₂O 0,0064 g; FeSO₄.7H₂O 0,0011 g; MnCl₂.4H₂O 0,0079 g; ZnSO₄.7H₂O 0,0015 g; akuades 1,0 liter (Lampiran 5). Cawan diinkubasi selama 8 hari pada suhu 28-30°C dalam kondisi tanpa cahaya. Karakterisasi isolat dilakukan dengan mengamati warna miselium udara dan miselium substrat serta ada tidaknya warna terdifusi media yang dihasilkan oleh isolat.

6. Karakterisasi genotipe isolat *Actinomycetes* penghasil antifungi

a. Penyiapan DNA isolat *Actinomycetes*

Isolat *Actinomycetes* yang menghasilkan antifungi potensial ditumbuhkan selama 5 hari pada suhu 30°C dalam 100 mL media ISP2 pada labu erlenmeyer 500 mL dan diberi agitasi. Biomassa diunduh dengan menggunakan sentrifugasi pada kecepatan 5.000 rpm selama 20 menit. Pellet yang diperoleh dicuci dua kali dengan aquabides. Selanjutnya pellet tersebut digunakan untuk ekstraksi DNA dengan mengikuti langkah sebagai berikut: sampel dicampur dalam 800 µL larutan lisis cair (100 mmol/L Tris-HCl, pH7; 20 mmol/L EDTA; 250 mmol/L NaCl; 2% m/v SDS; 1 mg/mL Lyzosim), 5 µL larutan 50 mg/mL *RNAse* ditambahkan, selanjutnya suspensi diinkubasi pada suhu 37°C selama 60 menit.

Setelah itu ditambahkan 10 µL larutan proteinase K (20 mg/mL) dan larutan lisis diinkubasi pada suhu 65°C selama 30 menit. Lisat diekstraksi dengan fenol dengan volume yang sama dan disentrifugasi pada kecepatan 13.000 rpm selama 10 menit. Lapisan cairan (supernatan) diekstraksi kembali dengan fenol (50%-50% v/v), kemudian dengan kloroform (50%-50% v/v). DNA diperoleh dari fase cair melalui penambahan NaCl (150 mmol/L konsentrasi akhir) dan 2 kali volume etanol 95% v/v dingin sebelum disentrifugasi. Presipitat DNA dibersihkan dengan 50 µL etanol 70% v/v, lalu disentrifugasi (13.000 rpm 10 menit), diresuspensi dengan 50 µL buffer TE (10 mmol/L Tris-HCl pH 7,4; 1 mmol/L EDTA, pH 8) dan disimpan pada suhu -20°C. Kemurnian larutan DNA dicek dengan menggunakan spektrofotometer untuk menentukan rasio λ_{260} dan λ_{280} nm.

Sekuen gen *16S rRNA* diamplifikasi dengan menggunakan metode PCR dengan *Taq* DNA *Polimerase* dan primer 27f

(5'AGAGTTTGATCCTGGCTCAG-3'), dan 1492r (5'GGTTACCTTGTTACGACTT-3'). Kondisi mesin PCR diatur sebagai berikut: denaturasi DNA target pada suhu 98°C selama 3 menit dilanjutkan dengan 30 siklus pada suhu 94°C selama 1 menit, annealing primer pada suhu 54°C selama 1 menit, dan ekstensi primer pada suhu 72°C selama 5 menit. Pada akhir siklus, reaksi pencampuran diatur pada suhu 72°C selama 5 menit dan selanjutnya didinginkan pada suhu 4°C. Amplifikasi PCR dideteksi dengan gel elektroforesis agaros dan divisualisasi pada UV *iluminator* setelah diwarnai dengan etidium bromida. Campuran untuk reaksi PCR dalam tabung mikrosentrifugasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi larutan reaksi untuk PCR untuk mengamplifikasi gen *16S rRNA* strain *Actinomyces* penghasil antifungi

No	Larutan	Volume (µL)	Konsentrasi akhir
1.	<i>Megamix blue kit</i>	22	25pmol/µl
2.	<i>Primer 27f</i>	1	25pmol/µl
3.	<i>Primer 1492r</i>	1	25pmol/µl
4.	<i>DNA template</i>	1	50ng/µl

Data sekuen gen *16S rRNA* isolat *Actinomyces* penghasil senyawa antifungi yang terpilih dilakukan *alignment sequence* dengan menggunakan program CLUSTAL-X versi 1.6 (Thompson *et al.*, 1997). Pohon filogeni dikonstruksi dengan membandingkan sekuen 16S rDNA yang diperoleh dari genebank DNA database (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).

Pohon filogeni dikonstruksi dengan menggunakan program Phylip versi 3.5 dengan algoritma *neighbour joining* (Saitou & Nei, 1987 cit.Kim *et al.*, 2000; Sembiring, 2009). Pohon filogeni divisualisasi dengan program Treeview. Posisi akar pada pohon tanpa akar (*unrooted*) ditentukan berdasarkan metode *neighbour joining*. Selanjutnya matrik similaritas dan perbedaan jumlah nucleotida gen *16S rRNA* antar tipe spesies dari database dianalisis dengan program Phytit (*The Phylogenetic Molecular Sequences Editor*) versi 3,0 (Chun, 1999).

b. Karakterisasi morfologi dan ornamen rantai spora

Actinomycetes yang telah diuji kemampuan menghasilkan senyawa antifungi dilakukan karakterisasi morfologi dan fisiologi. Pengamatan morfologi dilakukan dengan menggunakan metode *culture slide*, yaitu: isolat *Actinomycetes* ditumbuhkan pada medium SNA, selanjutnya pada medium ditancapkan kaca slide steril pada media dengan posisi kemiringan 45° berdekatan dengan koloni mikrobial. Inkubasi dilakukan pada suhu 30°C selama 20 hari sampai isolat tumbuh pada kaca slide. Setelah terbentuk spora, maka kaca slide diambil dan diamati pembentukan rantai spora dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400X. Untuk memperjelas hasil pengamatan morfologi dan ornamen rantai spora, maka isolat dilakukan pengamatan dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Micrograph*).

c. Warna miselium

Isolat ditumbuhkan pada medium Oatmeal agar selama 7-10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan warna miselium dilakukan dengan mengamati secara visual bagian tepi koloni (miselium udara) dan bagian tengah koloni (substrat miselium) diamati dengan cara membalikkan petri untuk melihat pembentukan *reverse side pigment*. Pengamatan pigmen terlarut dilakukan dengan melihat adanya pembentukan warna terdifusi medium. Isolat yang menghasilkan warna terdifusi pada medium dinyatakan sebagai isolat pembentuk pigmen terlarut sedangkan sebaliknya dinyatakan tidak membentuk pigmen terlarut.

d. Karakterisasi biokimiawi

Karakterisasi fisiologis dari *Actinomycetes* dilakukan berdasarkan karakteristik penggunaan sumber C, suhu, pH dan cekaman terhadap NaCl (Shirling dan Gottlieb, 1966) meliputi warna koloni (*color grouping*) diamati pada berbagai medium antara lain ISP2, ISP3, ISP4 dan ISP5, NA, Gzapeks Agar, Bennett Medium, sedangkan pembentukan pigmen melanoid dilakukan uji pada media pepton-extract yeast-iron agar (ISP6) dan Tyrosine agar (ISP7) (Nishimura *et al.*, 2006).

e. Penggunaan sumber karbon dan nitrogen: Isolat ditumbuhkan pada medium ISP9 (g/L) (sumber karbon 10,0; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2,64; KH_2PO_4 2,38; K_2HPO_4 5,65; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 1,0; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,1; $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 0,1; $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,0015; Agar 15,0; akuades 1,0 liter; pH 6.8 – 7 dalam tabung reaksi yang diberi sumber karbon atau nitrogen sebanyak 0,1% (w/w).

Sumber karbon dan nitrogen disterilisasi terpisah dengan menggunakan dietileter sebelum dicampur dengan media tumbuh. Medium ISP9 dengan sumber karbon dan nitrogen yang berbeda dibuat media agar miring dalam tabung-tabung reaksi yang bertutup ulir. Satu perlakuan tabung yang tidak diberi sumber karbon sebagai kontrol negatif, sedangkan 1 perlakuan yang diberi D-glukosa sebagai kontrol positif. Selanjutnya isolat ditumbuhkan dengan cara *streak* pada permukaan media, lalu diinkubasi selama 20 hari pada suhu 30°C.

Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan koloni pada media tumbuh pada masing-masing sumber karbon atau nitrogen berbeda. Masing-masing isolat ditumbuhkan dalam tabung-tabung reaksi yang dibuat dengan 5 ulangan.

Keterangan pengamatan dinyatakan sebagai berikut: penggunaan karbon/nitrogen sangat positif dengan tanda (++), yaitu jika pertumbuhan pada media sumber karbon/ nitrogen satu-satunya sama dengan kontrol positif (D-glukosa). Penggunaan karbon/nitrogen positif/moderat dengan tanda (+), jika pertumbuhan isolat kurang baik dibanding dengan kontrol positif, tapi lebih baik dibandingkan dengan medium basal tanpa sumber karbon/nitrogen.

Penggunaan karbon/nitrogen meragukan (+/-), jika pertumbuhan isolat pada sumber karbon yang diuji tidak lebih baik dibandingkan dengan medium basal tanpa karbon/nitrogen dan secara tidak nyata lebih sedikit dari kontrol positif. Selanjutnya penggunaan karbon/nitrogen negatif (-), jika pertumbuhan isolat mirip atau tidak tumbuh pada media basal tanpa sumber karbon atau nitrogen.

f. Hidrolisis pati, dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat pada medium *Starch agar* dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 7 hari. Selanjutnya media

digenangi dengan larutan J-KJ dan diamati terjadinya zona jernih disekitar koloni yang menunjukkan adanya hidrolisis pati.

g. Hidrolisis gelatin, dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat pada medium *Nutrien Gelatine agar* pada tabung reaksi dan diinkubasi pada suhu 30°C selama 7 hari. Isolat diinokulasi secara tusukan (*stab*) pada media tegak, lalu diinkubasi selama 4-5 hari pada suhu optimum. Setelah inkubasi, diamati terjadinya pencairan gelatine setelah dimasukkan ke dalam refrigotor selama 2 jam.

h. Hidrolisis casein, dilakukan dengan cara menumbuhkan isolat pada medium *Casein agar* steril yang telah ditambahkan skim milk yang telah dipanasi pada suhu 115 selama 10 menit. Media dituang ke dalam cawan petri dan biarkan memadat, lalu diinokulasi isolat secara gores. Pengamatan terbentuknya zona bening disekitar koloni isolat yang menunjukkan terjadinya hidrolisis casein.

i. Hidrolisis Tween, media peptone agar disterilisasi terpisah dengan tween-80 yang telah diatur menjadi pH 5,4. Isolat diinokulasikan secara goresan, lalu diinkubasi selama 7 hari pada suhu 30°C, lalu diamati perubahan media menjadi warna pink menunjukkan terjadinya hidrolisis tween.

j. Uji produksi melanin, pengujian ini digunakan untuk menentukan apakah suatu isolat menghasilkan pigmen melanin atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan media ISP7 agar miring (g/L) (gliserol 15; L- tyrosine 0,5; L-asparagine 1,0; K₂HPO₄ (anhidrat) 5,0; MgSO₄. 7H₂O 5,0; NaCl 5; FeSO₄. 7H₂O 0,1; larutan *trace* garam 1 ml; agar 20; akuades 1,0 liter; pH 7.0. Langkah yang dilakukan adalah: isolat diinokulasi pada tabung reaksi yang berisi media tersebut diatas dengan cara goresan (digunakan kultur yang berumur kurang dari 3 minggu, kecuali isolat yang lambat membentuk spora). Pengamatan produksi melanin dilakukan setelah inkubasi 2 atau 4 hari pada suhu 30°C, media yang tidak diinokulasi isolat (gunakan sebagai kontrol). Pembentukan pigmen coklat

kehijauan atau coklat tua yang terbentuk pada media dinyatakan sebagai positif (+) dan negatif (-) jika tidak terbentuk warna tersebut.

k. Ketahanan terhadap senyawa kristal violet, isolat diinokulasi pada medium ISP2 cair yang mengandung 0 sampai 0,01g/L kristal violet. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi kristal violet. Isolat yang mampu tumbuh pada konsentrasi tertinggi dinyatakan sebagai isolat tahan terhadap kristal violet pada konsentrasi tersebut.

l. Ketahanan terhadap senyawa NaCl, isolat diinokulasi pada medium ISP2 cair yang mengandung 0 sampai 15g/L NaCl. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi NaCl. Isolat yang mampu tumbuh pada konsentrasi tertinggi dinyatakan sebagai isolat tahan terhadap NaCl pada konsentrasi tersebut.

m. Ketahanan terhadap senyawa lizosim, isolat diinokulasi pada medium ISP2 cair yang mengandung 0 sampai 0,1g/L lizosim. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi lizosim. Isolat yang mampu tumbuh pada konsentrasi tertinggi dinyatakan sebagai isolat tahan terhadap lizosim pada konsentrasi tersebut.

n. Ketahanan terhadap senyawa fenol, isolat diinokulasi pada medium ISP2 cair yang mengandung 0 sampai 1g/L fenol. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi fenol. Isolat yang mampu tumbuh pada konsentrasi tertinggi dinyatakan sebagai isolat tahan terhadap fenol pada konsentrasi tersebut

o. Ketahanan terhadap senyawa natrium telurit, isolat diokulasi pada medium ISP2 cair yang mengandung 0 sampai 0,1g/L natrium telurit. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi natrium telurit. Isolat yang mampu tumbuh pada konsentrasi tertinggi dinyatakan sebagai isolat tahan terhadap natrium telurit pada konsentrasi tersebut

p. Ketahanan terhadap senyawa natrium azide, isolat diokulasi pada medium ISP2 cair yang mengandung 0 sampai 0,2g/L natrium azide. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi natrium azide. Isolat yang mampu tumbuh pada konsentrasi tertinggi dinyatakan sebagai isolat tahan terhadap natrium azide pada konsentrasi tersebut.

q. Ketahanan terhadap antibiotik (mg/L), isolat diokulasi pada medium ISP2 cair yang mengandung 5 sampai 100mg/L antibiotik. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 7 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing konsentrasi antibiotik. Isolat yang mampu tumbuh pada konsentrasi tertinggi dinyatakan sebagai isolat tahan terhadap antibiotik pada konsentrasi tersebut.

r. Optimasi pH pertumbuhan, isolat diokulasi pada medium ISP2 cair yang telah diatur pHnya dari 3 sampai 12. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 30°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing pH pertumbuhan. Isolat yang mampu tumbuh pada pH terendah dan tertinggi dinyatakan sebagai kisaran pH pertumbuhan isolat.

s. Optimasi suhu pertumbuhan, isolat diokulasi pada medium ISP2 cair yang telah diatur pH optimumnya. Selanjutnya isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu 0°C sampai 50°C. Pengamatan dilakukan dengan melihat adanya pertumbuhan pada masing-masing suhu pertumbuhan. Isolat yang mampu tumbuh

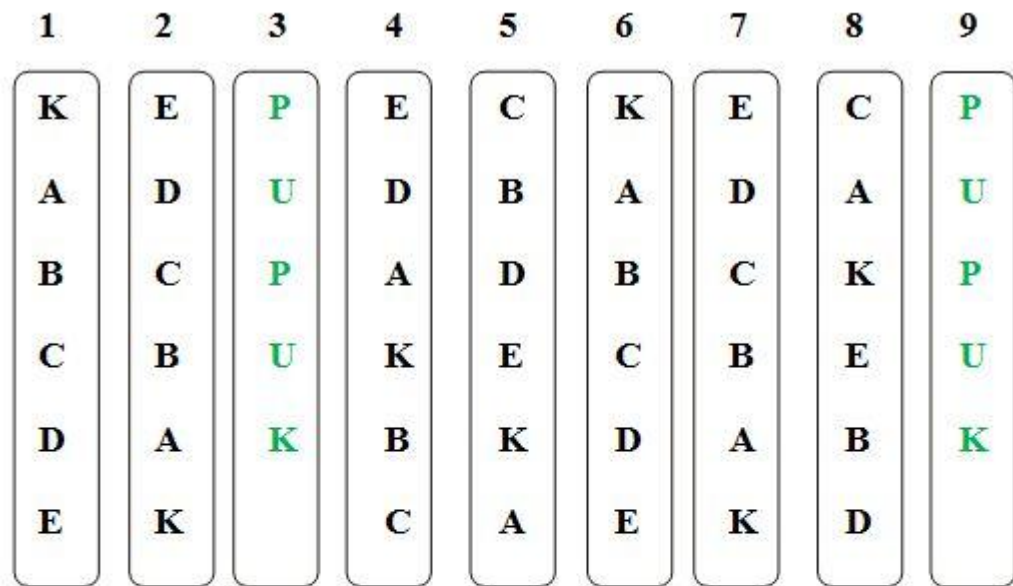
pada suhu terendah dan tertinggi dinyatakan sebagai kisaran suhu pertumbuhan isolat.

7. Aplikasi Humus sintetik dan MOT secara *in planta*

Aplikasi secara *in planta* dilakukan dengan sistem tunggal dan kombinasi antara kedua HS/MOT terseleksi. Tanaman ubi kayu ditumbuhkan pada plot yang dibagi ke dalam 9 perlakuan. Aplikasi dilakukan pada tanaman ubi kayu umur 1 bulan sejak tanam. Perlakuan diberikan dengan cara menebar HS dan MOT pada sekitar perakaran tanaman (Gambar 3). Setiap tanaman diberi sebanyak 50g HS atau MOT disekitar perakaran dengan cara membenam (bukan ditebar dipermukaan tanah). Respon tanaman berdasarkan data pertumbuhan dan produksi digunakan sebagai parameter untuk menyeleksi HS/MOT kandidat setelah 4 bulan masa tanam.

a. Analisis data

Analisis data penelitian dibedakan atas dua kelompok yaitu secara kuantitatif berupa jumlah berat/volume (μg atau mg elemen dalam tiap berat atau volum) dari HS yang dibuat. Analisis secara statistik untuk mengetahui respon paling tinggi dari tiap jenis HS yang dibuat. Respon tanaman terhadap HS dan MOT kandidat dilakukan dengan rancangan acak kelompok pola faktorial untuk mengetahui perlakuan paling signifikan data dianalisis dengan DMRT pada level kepercayaan 95%.



- K** = KONTROL
A = HUMUS SINTETIK (50 g)
B = SDR 1 (50 g)
C = SKG 17 (50 g)
D = JNPT 11 (50 g)
E = HS + SDR 1 + SKG 17 + JNPT 11 (30:30:30:30 g)

Gambar 3. Layout aplikasi HS dan augmentasi MOT skala *in planta*

b. Luaran dan Indikator Pencapaian Target

Luaran penelitian untuk tahun pertama adalah diperoleh isolat sinergis sebagai MOT dan formula HS terpilih secara *in planta*. Indikator pencapaian target ditentukan berdasarkan sinergisme MOT, dan pertumbuhan vegetatif produksi tanaman ubi kayu yang paling baik/signifikan.

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Lokasi Sampling

Sebanyak 12 kabupaten yang ada di Sulawesi Selatan dan Barat dijadikan sebagai lokasi sampling yaitu Palopo, Wajo, Sidrap, Pinrang, Pare-Pare, Majene, Pangkep, Maros, Gowa, Jeneponto, Barru dan Takalar. Setiap *site sampling* diambil 3-4 lokasi berbeda berdasarkan karakteristik tanah. Karakter tanah bermacam-macam antara lain berpasir, lempung merah, bebatuan, hitam dan coklat. Tanah diambil disekitar perakaran tanaman (rizosfer) dengan kedalaman bervariasi antara 10-25cm dari permukaan tanah.



Gambar 4. Lokasi pengambilan sampel penelitian

2. Isolasi Mikrobia

Hasil isolasi mikrobia diperoleh 3 kelompok mikrobia yaitu Actinomycetes, fungi dan bakteri. Secara umum kelompok mikrobia yang berhasil diisolasi

berdasarkan kategori perbedaan warna dan morfologi koloni. Isolat tersebut diberi kode berdasarkan lokasi sampling (Tabel 2)

Tabel 2. Isolat kelompok Actinomycetes

No	Kode sampel	Jumlah Isolat
1	TKLR3	3
2	TKLR1A	2
3	TKLR1B	4
4	PTLS2	1
5	SDR1	2
6	SDR2	3
7	GW1	4
8	GW3	6
9	PRG2	3
10	PRG3	2
11	PR1	3
12	PR2	2
13	LRPG 2	3
14	PGKP1	4
15	JNPT1	2
16	JNPT2	1
17	MRS2	1
18	SKG 1	4
TOTAL		50

Tampak bahwa ada 50 isolat yang menunjukkan karakter koloni dan warna yang berbeda. Perbedaan tersebut diduga sebagai perbedaan genus atau spesies. Secara umum, warna koloni yang ditemukan cukup variatif yaitu merah, hijau, coklat, kuning dan putih. Namun secara umum warna putih lebih dominan dibanding warna lainnya. Diduga genus yang diperoleh umumnya kelompok *Streptomyces* spp.

Selanjutnya untuk kelompok fungi, diperoleh sebanyak 87 isolat yang berbeda secara morfologi dan warna koloni. Fungi yang diperoleh menunjukkan variasi warna yang cukup besar.

Tabel 3. Rasio kemampuan melarutkan posfat isolat *Actinomycetes* pada media Pikovskaya, masa inkubasi 2 minggu, suhu 37°C

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio DZB/DK
1	TKLR 3A	6	3	2
2	TKLR 3B	5	2	2,5
3	TKLR 3C	8	2	4
4	TKLR 1A	4	2	2
5	TKLR 1A1	4	2	2
6	TKLR1B1	5	3	1,7
7	TKLR1B2	4	3	1,3
8	TKLR1B3	6	3	2
9	TKLR1B4	0	3	0
10	PTLS2	3	2	1,5
11	SDR1	12	3	4
12	SDR1A	0	4	0
13	SDR2A	0	2	0
14	SDR2B	3	2	1,5
15	SDR2C	7	3	2,3
16	GW1A	5	2	2,5
17	GW1B	0	4	0
18	GW1C	0	3	0
19	GW1D	5	3	1,7
20	GW3A	0	4	0
21	GW3B	0	2	0
22	GW3C	4	2	2
23	GW3D	7	3	2,3
24	GW3E	7	2	3,5
25	GW3F	0	3	0
26	PRG2A	6	3	2
27	PRG2B	5	2	2,5
28	PRG2C	0	4	0
29	PRG3D	0	3	0
30	PRG3E	0	4	0
31	PR1A	3	2	1,5
32	PR1B	5	2	2,5

Tabel 3. Lanjutan.....

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio DZB/DK
33	PR1C	3	2	1,5
34	PR2A	0	3	0
35	PR2B	0	4	0
36	LRPG 2A	5	4	1,25
37	LRPG 2B	6	3	2
38	LRPG 2C	4	2	2
39	PGKP1A	3	2	1,5
40	PGKP1B	0	4	0
41	PGKP1C	0	3	0
42	PGKP1D	0	4	0
43	JNPT1A	7	4	1,75
44	JNPT1B	6	2	3
45	JNPTO2C	5	3	1,7
46	MRS2	4	2	2
47	SKG 1A	0	1	0
48	SKG 1B	0	3	0
49	SKG 1C	5	2	2,5
50	SKG 1D	6	4	1,5

Kemampuan melarutkan posfat pada kelompok Actinomycetes mencapai 62% dari seluruh isolat yang diuji (31 isolat), sedangkan rasio pelarutan posfat yang menunjukkan nilai rasio 2 atau lebih mencapai 38% (19 isolat) (Tabel 3). Hal ini menunjukkan bahwa isolat yang diperoleh memiliki kemampuan melarutkan posfat lebih dari separuh dari total isolat Actinomycetes yang diperoleh. Satu isolat yang diberi kode SDR 1 menunjukkan kemampuan melarutkan posfat secara *in vitro* yang lebih besar dibandingkan dengan isolat lainnya (rasio mencapai 4) digunakan sebagai kandidat terpilih untuk augmentasi MOT.

Sementara itu kemampuan isolat Actinomycetes melarutkan kalium pada kelompok Actinomycetes mencapai 68% dari seluruh isolat yang diuji (34 isolat), sedangkan rasio pelarutan kalium yang menunjukkan nilai rasio 2 atau lebih mencapai 14% (7 isolat). Hal ini menunjukkan bahwa isolat yang diperoleh

memiliki kemampuan melarutkan kalium lebih dari separuh dari total isolat *Actinomycetes* yang diperoleh, namun rasio yang lebih besar dari 2 justru hanya 14% dari total isolat (Tabel 4). Satu isolat yang diberi kode TKLR 1A menunjukkan kemampuan melarutkan kalium secara *in vitro* yang lebih besar dibandingkan dengan isolat lainnya (rasio mencapai 3) digunakan sebagai kandidat terpilih untuk augmentasi MOT.

Tabel 4. Rasio kemampuan melarutkan kalium isolat *Actinomycetes* pada media *Aleksandrov*, masa inkubasi 2 minggu, suhu 37°C

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio DZB/DK
1	TKLR 3A	0	4	0
2	TKLR 3B	3	2	1,5
3	TKLR 3C	0	2	0
4	TKLR 1A	6	2	3
5	TKLR 1A1	0	1	0
6	TKLR1B1	3	2	1,5
7	TKLR1B2	5	4	1,25
8	TKLR1B3	0	4	0
9	TKLR1B4	0	1	0
10	PTLS2	4	3	1,3
11	SDR1	5	4	1,25
12	SDR1A	5	3	1,7
13	SDR2A	4	2	2
14	SDR2B	0	2	0
15	SDR2C	5	3	1,7
16	GW1A	0	4	0
17	GW1B	0	1	0
18	GW1C	4	2	2
19	GW1D	5	3	1,7
20	GW3A	5	3	1,7
21	GW3B	4	3	1,3
22	GW3C	0	4	0
23	GW3D	0	4	0
24	GW3E	3	2	1,5
25	GW3F	3	2	1,5
26	PRG2A	0	2	0

Tabel 4. Lanjutan.....

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio DZB/DK
27	PRG2B	4	3	1,3
28	PRG2C	5	3	1,7
29	PRG3D	4	2	2
30	PRG3E	3	3	1
31	PR1A	0	3	0
32	PR1B	0	1	0
33	PR1C	4	2	2
34	PR2A	5	4	1,25
35	PR2B	4	3	1,3
36	LRPG 2A	0	3	0
37	LRPG 2B	4	2	2
38	LRPG 2C	5	3	1,7
39	PGKP1A	5	3	1,7
40	PGKP1B	4	3	1,3
41	PGKP1C	7	2	3,5
42	PGKP1D	4	3	1,3
43	JNPT1A	0	3	0
44	JNPT1B	5	3	1,7
45	JNPT2C	3	2	1,5
46	MRS2	0	3	0
47	SKG 1A	4	3	1,3
48	SKG 1B	3	2	1,5
49	SKG 1C	4	3	1,3
50	SKG 1D	3	2	1,5

Kemampuan melarutkan posfat pada kelompok fungi ditunjukkan pada Tabel 5. Berdasarkan hasil skrining, diperoleh 87 isolat fungi dengan karakter morfologi yang berbeda. Hasil pengujian melakukan pelarutan posfat menunjukkan bahwa ada 64% (56 isolat fungi) yang menunjukkan kemampuan melarutkan posfat. Rasio antara zona bening dan koloni yang mencapai nilai 2 atau lebih berkisar 19,5% (17 isolat fungi).

Data tersebut menunjukkan bahwa potensi isolat yang diperoleh baik pada kelompok Actinomycetes maupun fungi dalam melarutkan posfat cukup tinggi dari total kedua isolat mikrobial.

Tabel 5. Isolat kelompok fungi yang diperoleh dari hasil isolasi

No	Kode sampel	Jumlah Isolat
1	MRS 1	15
2	MRS 2	3
3	JNPT 1	3
4	JNPT 2	10
5	LRPG 8	4
6	LRPG 6	2
7	LRPG 7	1
8	LRPG 9	1
9	PTLS 2	5
10	SKG	3
11	SKG 2	2
12	SKG 19	1
13	SKG 20	2
14	SKG 21	1
15	PR 4	5
16	TKLR 1	6
17	TKLR 3	1
18	PRG 2	3
19	PR 1	3
20	PR 2	2
21	PGKP 1	1
22	PGKP 2	2
23	MJN 1	1
24	MJN 2	2
25	SMT 1	2
26	BUA 1	2
27	SDR 2	3
28	SDR 1	1
TOTAL		87

Tabel 6. Rasio kemampuan melarutkan posfat isolat fungi pada media Pikovskaya, masa inkubasi 1 minggu, suhu 30°C

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio DZB/DK
1	MRS 1 A	11	9	1,2
2	MRS 1B	9	7	1,28
3	MRS 1C	10	7	1,43
4	MRS 1D	0	5	0
5	MRS 1E	0	4	0
6	MRS 1F	0	4	0
7	MRS 1G	8	2	4
8	MRS 1H	11	5	2,2
9	MRS 1I	9	5	1,8
10	MRS 1J	12	5	2,4
11	MRS 1K	0	4	0
12	MRS 1L	0	5	0
13	MRS 1M	9	5	1,8
14	MRS 1N	0	6	0
15	MRS 1O	14	12	1,27
16	MRS 2A	0	4	0
17	MRS 2B	15	14	1,07
18	MRS 2C	14	10	1,4
19	JNPT1A	0	6	0
20	JNPT 1B	0	5	0
21	JNPT 1C	0	3	0
22	JNPT 2A	5	4	1,25
23	JNPT 2B	4	3	1,33
24	JNPT 2C	14	5	2,8
25	JNPT 2D	0	4	0
26	JNPT 2E	4	3	1,33
27	JNPT 2F	6	4	1,5
28	JNPT 2G	6	5	1,2
29	JNPT 2H	6	4	1,5
30	JNPT 2I	4	2	2
31	JNPT 2J	0	5	0
32	LRPG 6A	0	4	0
33	LRPG 6B	6	5	1,2
34	LRPG 7A	6	3	2

Tabel 6. Lanjutan.....

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio DZB/DK
35	LRPG 8A	5	2	2,5
36	LRPG 8B	6	4	1,5
37	LRPG 8C	4	2	2
38	LRPG 8D	3	2	1,5
39	LRPG 9	3	2	1,5
40	PTLS 2A	4	2	2
41	PTLS 2B	5	3	1,7
42	PTLS 2C	24	7	3,3
43	PTLS 2D	0	5	0
44	PTLS 2	0	4	0
45	SKG1A	0	6	0
46	SKG1B	0	3	0
47	SKG1C	0	4	0
48	SKG 2A	0	3	0
49	SKG 2B	4	3	1,33
50	SKG 17	24	7	3,43
51	SKG 20A	3	2	1,5
52	SKG 20B	4	2	2
53	SKG 21	5	3	1,67
54	PR 4A	0	6	0
55	PR 4B	0	8	0
56	PR 4C	0	4	0
57	PR 4D	4	2	2
58	PR 4E	0	3	0
59	TKLR 1A	3	5	0,6
60	TKLR 1B	0	6	0
61	TKLR 1C	0	6	0
62	TKLR 1D	6	2	3
63	TKLR 1E	7	3	1,33
64	TKLR 1F	5	3	1,67
65	TKLR 3	3	2	1,5
65	PRG 2A	0	7	0
67	PRG 2B	0	5	0
68	PRG 2C	4	8	0,5
69	PR 1A	4	9	0,44
70	PR 1B	0	7	0

Tabel 6. Lanjutan.....

No	Kode Isolat	Diameter Zona Bening (mm)	Diameter Koloni (mm)	Rasio DZB/DK
71	PR 1C	5	5	1
72	PR 2A	4	4	1
73	PR 2B	5	4	1,25
74	PGKP 1	6	5	1,2
75	PGKP 2A	9	4	2,25
76	PGKP 2B	5	2	2,5
77	MJN 1	0	4	0
78	MJN 2A	0	6	0
79	MJN 2B	7	5	1,4
80	SMT 1A	6	5	1,2
81	SMT 1B	7	5	1,4
82	BUA 1A	5	3	1,67
83	BUA 1B	7	3	2,33
84	SDR 2A	9	5	1,8
85	SDR 2B	11	8	1,37
86	SDR 2C	10	6	1,67
87	SDR 1	9	4	2,25

Semua isolat *Actinomyces* yang diperoleh pada tegakan tersebut diduga adalah genus *Streptomyces* spp. Kesimpulan ini diperoleh dari hasil pengamatan morfologi koloni dan morfologi sel secara mikroskopik. Meski karakter ini tidak dapat membedakannya dengan kelompok lain seperti *Kitatospora* dengan *Streptomyces*, namun perbedaan morfologi keduanya harus dilakukan analisis dinding sel untuk menentukan perbedaan tersebut. Lee dan Hwang (2002) mendapatkan 50% dari 1510 *Actinomyces* yang diisolasi dari berbagai lokasi di Korea adalah *Streptomyces* spp. Lebih lanjut dilaporkan oleh Lemriss *et al* (2003) bahwa genus *Streptomyces* merupakan genus yang paling dominan dari semua sumber *Actinomyces* yang mencapai 49% dari 54 isolat menunjukkan aktivitas sebagai antifungi. Dominansi populasi yang ditunjukkan oleh *Actinomyces* khususnya genus *Streptomyces* spp disebabkan oleh kemampuan tumbuh yang cepat dan memiliki keragaman metabolit sehingga mampu melakukan adaptasi dan kompetisi di lingkungan atau habitatnya. Selain itu *Actinomyces* memegang

peranan penting dalam siklus karbon dan mampu tumbuh pada konsentrasi senyawa berkarbon rendah (Rifaat, 2003).

Tabel 7. Isolat kelompok bakteri

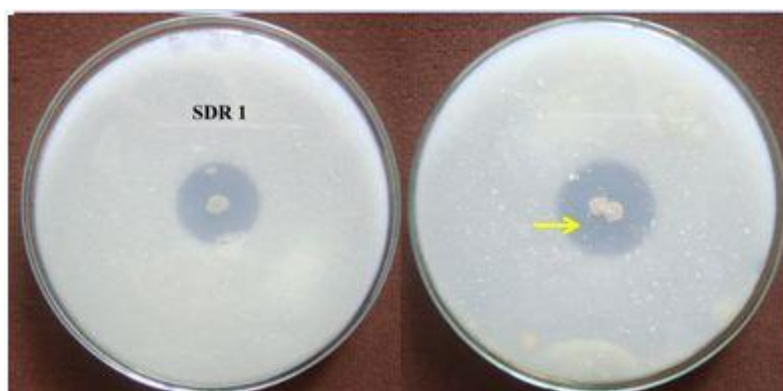
No	Kode sampel	Jumlah Isolat
1	SDR 1	1
2	SDR 2	3
3	SDR 3	2
4	PR 1	3
5	PR 2	1
6	PR 3	2
7	PR 4	1
8	PRG 3	1
9	PRG 2	4
10	PRG 1	3
11	GW 1	1
12	TKLR 1	3
13	TKLR 2	3
14	TKLR 3	2
15	PRG 4	2
16	GW 3	1
17	SKG 17	1
18	SKG 1B	3
19	PGKP 1	3
20	LRPG 1	2
21	LRPG 2	3
22	PCL 3	1
23	MRS 1	3
24	JNPT 1	2
25	JNPT 2	2
26	SMT 1	1
27	MJN 1	1
TOTAL		55

Rizosfer merupakan lingkungan biologik unik yang mendukung keragaman mikrobial karena besarnya input senyawa organik yang dihasilkan oleh akar tanaman dan eksudat akar (Merckx *et al.*, 1987). Lebih lanjut Hasegawa *et al.* (2006) menyatakan bahwa keberadaan *Actinomyces* pada daerah rizosfer justru memegang peranan penting karena mampu mempengaruhi pertumbuhan dan asimilasi nutrisi oleh metabolit sekunder yang dihasilkannya.

Penelitian yang berkaitan dengan isolasi mikrobial pada rizosfer telah dilaporkan oleh banyak peneliti antara lain kelompok *Actinomyces* (Pandey dan

Palni, 2007; Khamna *et al* (2009), sedangkan isolasi fungi daerah rizosfer tanaman kayu putih dilaporkan oleh Rosruen dan Pornpakakul (2008). Menurut Gheseva (2002) bahwa daerah rizosfer dipengaruhi oleh banyak faktor seperti jumlah dan kualitas eksudat yang disekresikan akar pada tanaman spesies tertentu. Pengaruh eksudat tersebut dapat menstimulasi ataupun menghambat pertumbuhan mikrobia tertentu tergantung umur tanaman. *Actinomycetes* tanah yang mengkolonisasi akar akan mempengaruhi dan meningkatkan asimilasi besi serta nutrisi tanah pada tanaman.

Menurut Chamberlain dan Crawford (1999) bahwa *Actinomycetes* terutama spesies *Streptomyces* sering bertindak sebagai komunitas rizobakteri. Beberapa strain mampu menghasilkan antibiotik baik yang terdapat pada tanah maupun pada dedaunan tanaman yang bersifat antagonis terhadap fungi patogen. Kompetisi lainnya dapat pula berupa kompetisi nutrisi melalui proses pengkhelatan, misalnya pembentukan *sideropore* untuk mengikat ion Fe. Kekurangan ion ini menyebabkan mikrobia lainnya yang membutuhkan ion tersebut dalam proses metabolismenya dalam proses pertumbuhan dan perkembangbiakan tidak mampu tumbuh.



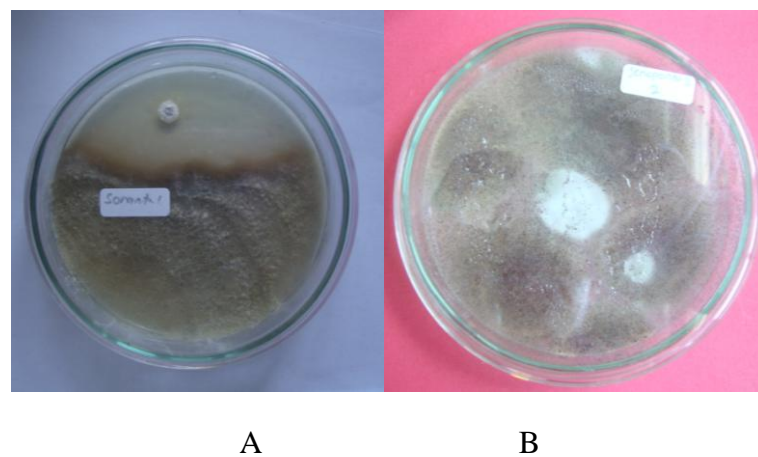
Gambar 5. Isolat *Actinomycetes* pelarut posfat

Hasil uji sinergi antar isolat menunjukkan bahwa semua isolat yang diujikan memiliki sifat saling menghambat atau tidak sinergi kecuali 2 kelompok isolat yaitu Sengkang 17 dan Jeneponto II (fungi) dan SDR 1 dan TKLR 1 (*Actinomycetes*) yang tidak saling menghambat. Keempat isolat tersebut

dilakukan pengujian sinergi untuk menentukan isolat kandidat untuk MOT. Tiga isolat yaitu SDR1, Sengkang 17 dan Jeneponto II menunjukkan kategori terbaik (Gambar 6). Akan tetapi isolat TKLR 1 menunjukkan adanya kecenderungan menghambat pertumbuhan JNPT II dan SKG 17. Penghambatan diduga tidak dilakukan melalui sekresi senyawa antifungi, tetapi kemungkinan sekresi sideropore. Hal ini ditandai tidak adanya zona hambatan yang ditunjukkan jika dilakukan uji blok agar.



Gambar 6. Isolat terpilih untuk MOT



Gambar 7. Hasil uji sinergi antar isolat terpilih (A) tidak sinergis (B) sinergis

Melalui mekanisme sinergi antar isolat, maka ketiga isolat SKG17, JNPT II dan SDR 1 dinyatakan sebagai kandidat MOT untuk digunakan dalam penelitian selanjutnya. Hal ini berkaitan dengan kemampuan melarutkan posfat, kalium dan terjadinya sinergi antar ketiganya.

3. Produksi Humus sintetik

Produksi humus sintetik (HS) mengacu pada kemampuan produk untuk mengikat ion-ion penting dalam tanah sebagai pengaruh dari pelarutan senyawa oleh MOT. Humus yang dihasilkan merupakan paduan antara arang sekam sebagai core dan kitosan dan hidrotalsit sebagai pengikat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa ketiga bahan tersebut dapat dibuat dalam bentuk pelet. Penggunaan senyawa pengikat gum arabic cukup bagus digunakan pada konsentrasi 1% (dari stok 15%) karena terbentuk pelet yang tidak mudah pecah. Produk Humus sintetik dapat ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Bahan utama pembuatan humus sintetik



Gambar 9. Contoh produk humus sintetik yang telah dibuat pelet

4. Aplikasi Humus sintetik dan MOT

Aplikasi dilakukan pada lahan terbatas sebagai uji *in planta* terhadap tanaman ubi kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan respon tanaman yang diberi perlakuan HS, MOT dan pupuk kimiawi dengan kelompok kontrol (tanpa diberi perlakuan). Hasil ini ditandai dengan pertumbuhan vegetatif pada kelompok perlakuan lebih cepat dibandingkan dengan kontrol. Jumlah tangkai daun, tinggi tanaman (dari pangkal batang terbentuknya tunas) dan jumlah tunas menunjukkan bahwa tinggi tanaman antara kontrol dengan perlakuan berbeda nyata, sedangkan jumlah tangkai dan jumlah tunas berbeda tidak nyata dengan perlakuan. Hal ini disebabkan oleh singkatnya waktu aplikasi (2 minggu) sehingga data penelitian belum dapat disimpulkan. Meski demikian, terdapat kecenderungan adanya pengaruh perlakuan dengan kontrol yang digunakan.

Hasil penelitian ini dapat dianalisis produktivitas tanaman ubi kayu karena masa tanaman baru mencapai sekitar 2 bulan. Oleh karena itu, sampai penelitian ini dilaporkan, data produktivitas ubi kayu belum dapat ditentukan.

Tabel 8. Pertumbuhan vegetatif ubi kayu secara *in planta* yang diberi perlakuan HS dan MOT, aplikasi selama 3 minggu pertama

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Jumlah tangkai daun	Jumlah Tunas
Kontrol	25,12 ^a	7,63 ^a	2,12 ^a
HS	35,22 ^b	7,32 ^a	2,15 ^a
MOT-SDR 1	36,12 ^b	7,78 ^a	4,51 ^b
MOT-SKG 17	38,78 ^b	8,98 ^a	2,09 ^a
MOT-JNPT II	38,08 ^b	6,97 ^a	3,24 ^a
HS+MOT	35,10 ^b	6,13 ^a	2,55 ^a
PUPUK	38,98 ^b	7,88 ^a	3,56 ^a

Keterangan: Perlakuan yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti berbeda tidak nyata pada $\alpha_{0,05}$



Gambar 10. Plot tanaman percobaan umur 1 minggu secara *in planta*



Gambar 11. Plot percobaan HS- MOT setelah aplikasi 2 minggu secara *in planta*

5. Karakterisasi isolat

Isolat SDR 1 yang digunakan sebagai kandidat MOT dalam penelitian ini dilakukan karakterisasi dan identifikasi melalui pendekatan polifasik yaitu menggabungkan penerapan sistematik numerik-fenetik, sistematika kimiawi dan sistematika molekuler. Pendekatan sistematika polifasik ini bertujuan untuk mengetahui identitas, keanekaragaman, hubungan kekerabatan dan status

kebaruan isolat *Actinomycetes* terpilih yang digunakan dalam penelitian selanjutnya. Menurut Vandame *et al.* (1996) dan Rosello-Mora & Amann (2001), sistem polifasik melibatkan banyak karakter fenotipe dan genotipe. Karakter fenotipe diperoleh dari hasil analisis morfologi, fisiologi, biokimiawi dan kemotaksonomi sedangkan karakter genotipe diperoleh dari analisis asam nukleat (DNA atau RNA).

Karakterisasi pendahuluan dilakukan melalui pendekatan *profile matching*, yaitu karakter kunci yang dapat dijadikan sebagai acuan dasar untuk mendeskripsikan strain/isolat yang digunakan dalam penelitian ini. Berdasarkan karakterisasi pendahuluan tersebut, maka SDR 1 memiliki karakter yang sama (identik) dengan karakter yang ditunjukkan oleh genus *Streptomyces* spp (Tabel 9). Isolat *Actinomycetes* menunjukkan kesamaan dengan ciri genus *Streptomyces* spp yaitu pada awalnya terbentuk koloni yang permukaannya relatif halus, kemudian seiring dengan masa inkubasinya terbentuk anyaman miselium udara seperti bubuk/beludru (Gambar 12 dan 13). Miselium udara matang membentuk rantai spora tiga atau lebih, miselium bercabang banyak dan jarang membentuk fragmen.

Tabel 9. Deskripsi genus isolat *Actinomycetes* terpilih dengan karakter genus acuan *Streptomyces* spp berdasarkan metode *profile matching*

Karakter	SDR1	Genus <i>Streptomyces</i> ^(a)
Anyaman miselium udara seperti bubuk/beludru	+	+
Miselium udara matang membentuk rantai spora tiga atau lebih	+	+
Miselium bercabang banyak dan jarang membentuk fragmen	+	+

^(a) Karakter kunci deksripsi genus *Streptomyces* spp (Holt *et al.*, 1994).

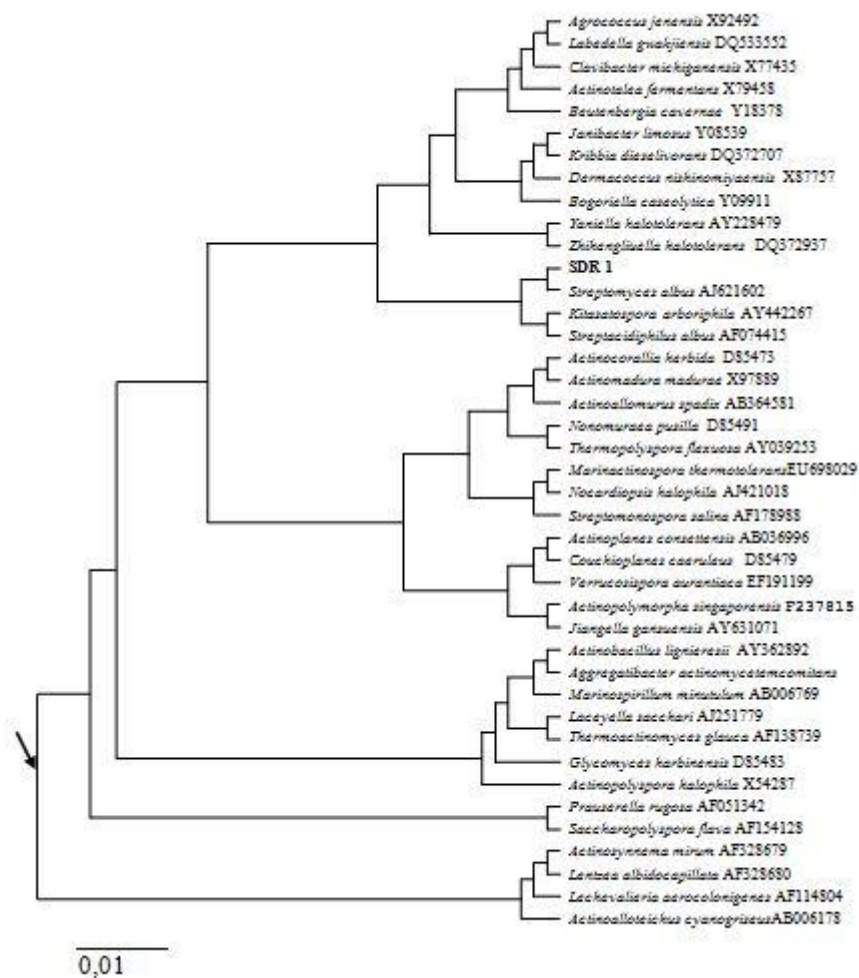


Gambar 12. Profil koloni isolat terpilih SDR1 yang ditumbuhkan selama 2 minggu pada media SNA



Gambar 13. Morfologi isolat *Streptomyces* MOT terpilih

Kesamaan karakter kunci dari genus *Streptomyces* spp tersebut, maka isolat *Actinomycetes* dinyatakan sebagai strain anggota dari genus *Streptomyces*. Untuk lebih menguatkan analisis bahwa isolat SDR 1 sebagai strain dari anggota *Streptomyces*, maka dilakukan analisis molekular gen 16S rRNA. Sekuen gen 16S rRNA isolat tersebut dilakukan analisis filogenetik dengan membandingkan sekuen gen 16S rRNA dari semua *type species* anggota genus pada kelompok *Actinomycetes* seperti terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Pohon filogeni yang dikonstruksi berdasarkan algoritma *Neighbour-joining* gen *16S rRNA* isolat SDR 1 (Saitou & Nei, 1987)

Keterangan: Hubungan kekerabatan strain *Actinomycetes* terpilih dengan strain acuan anggota genus *Streptomyces* atas dasar *sequence* gen *16S rRNA*. Angka pada percabangan mengindikasikan nilai *bootstrap* (%) berdasarkan analisis *Neighbour-joining* dengan 1000 kali replikasi. Tanda panah mengindikasikan perkiraan posisi akar pohon filogeni. Jarak skala mengindikasikan jumlah perubahan yang diharapkan 1 per 100 nukleotida per posisi *sequence* gen *16S rRNA* (Hahn *et al.*, 1999).

Tabel 10. Karakteristik morfologi dan pigmentasi isolat SDR 1

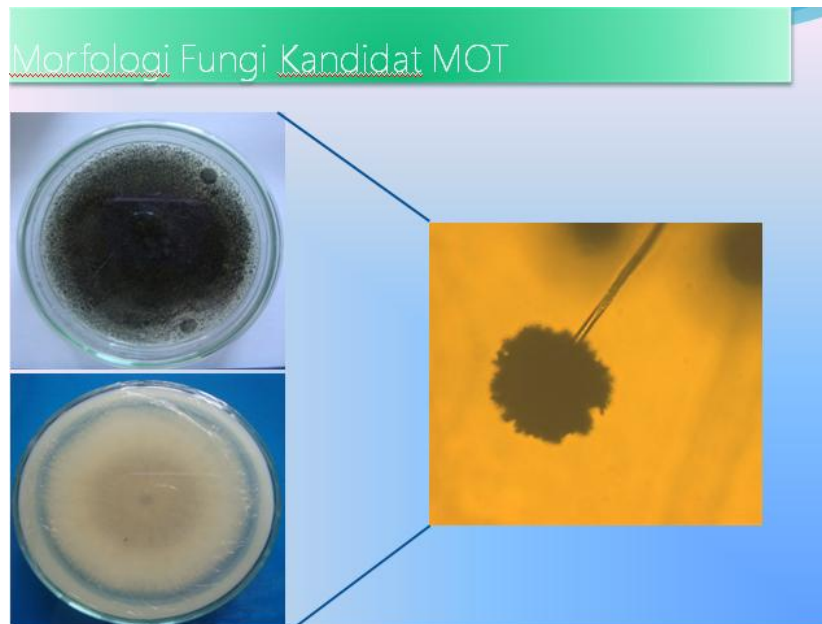
No	Morfologi dan Pigmentasi	Pengamatan Karakter Kultur
1.	Morfologi rantai spora	spiral (spirales)
2.	Ornamen rantai spora	-
3.	Warna massa spora udara	putih (white)
4.	Pigmentasi substrat miselium	tidak (nil)
5.	Sensitivitas pigmen substrat terhadap pH	tidak (nil)
6.	Sensitivitas pigmen difusi terhadap pH	tidak (nil)
7.	Pembentukan melanin pada media pepton/yeast/iron agar	negatif (-ve)
8.	Pembentukan melanin pada tyrosine agar	negatif (-ve)
9.	Fragmentasi miselium	tidak (nil)
10.	Pembentukan sclerotia	tidak (nil)
11.	Sporulasi pada miselium substrat	tidak (nil)

Pengamatan morfologi secara mikroskopis (perbesaran 400x) yang dilakukan pada kultur berumur 2 minggu pada medium ISP2 menunjukkan bahwa isolat SDR 1 memiliki karakter tipikal sebagai genus *Streptomyces* (Gambar 12). Isolat menunjukkan struktur rantai spora yang berbentuk spiral tertutup (*closed spirals*). Karakteristik kultur koloni SDR 1 pada beberapa media tumbuh menunjukkan kemampuan tumbuh pada hampir semua media kecuali pada media Nutrient agar. Warna miselium dan substrat udara ditunjukkan pada Tabel 11.

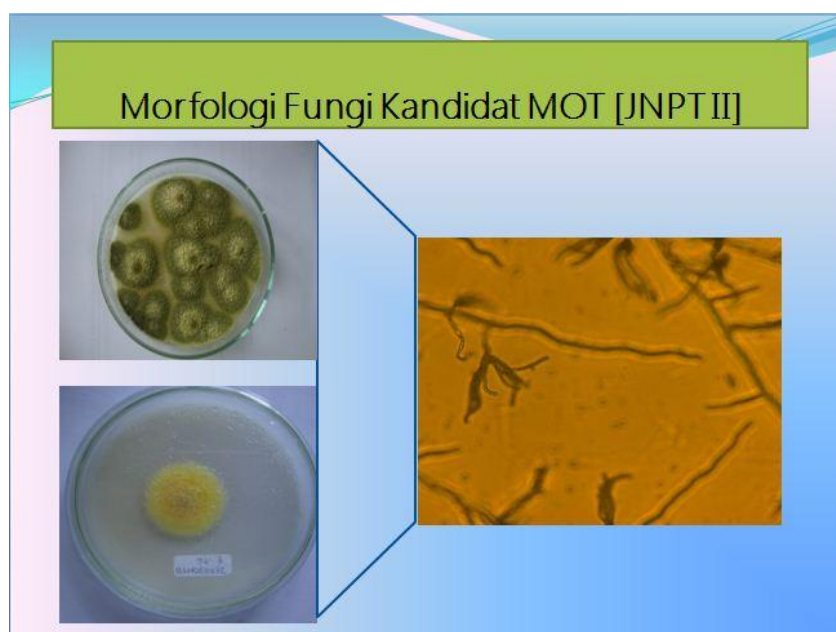
Tabel 11. Karakteristik kultur isolat SDR 1

Medium	Warna koloni	Pertumbuhan	Miselium udara	Miselium substrat
ISP2	Putih	Lebat	Putih	Coklat
ISP3	Coklat	Moderat	Abu-abu	Coklat
ISP4	Hitam	Moderat	Hitam	Putih
ISP5	Putih	Moderat	Putih keabu-abuan	Abu-abu
SNA	Putih	Moderat	Putih	Putih
Bennett		Lebat	Putih	Outih
Nutrient Agar	Putih	Moderat	Abu-abu	Abu-abu
Gzapek's Agar	Putih	Moderat	Abu-abu	Coklat
TSA	Coklat	Lebat	Abu-abu	Coklat

Berdasarkan karakterisasi pada kelompok fungi sebagai kandidat MOT, maka diperoleh simpulan bahwa SKG 17 merupakan genus *Aspergillus* sp (Gambar 15) dan JNPT II merupakan genus *Paelomyces* sp (Gambar 16).



Gambar 15. Morfologi isolat fungi MOT terpilih (SKG 17)



Gambar 16. Morfologi isolat fungi MOT terpilih (JNPT II)

Karakter lain yang digunakan untuk menunjukkan karakteristik isolat adalah kemampuan menggunakan sumber karbon sebagai satu-satunya dalam media tumbuh (Tabel 12). Isolat SDR1 mampu tumbuh pada hampir semua sumber karbon kecuali pada melibiose.

Tabel 12. Karakteristik isolat SDR1 terhadap penggunaan sumber karbon

No	Sumber karbon	Pengamatan pertumbuhan pada sumber C satu-satunya (1% w/v)
1.	Dextrose	+++
2.	D (+) Glucose	+++
3.	L (+) Arabinose	++
4.	α Lactose	++
5.	Xylan	+
6.	Xylose	+
7.	Sucrose	++
8.	D-Mannitol	++
9.	Maltose	++
10.	Glycerol	++
11	Cellebiose	+
12	Melibiose	-
13	Dulcitol	+
14	Solbitol	+
15	Sorbitol	++
16	Meso-Erythritol	+
17	Sorbose	+
18	Adonitol	+
19	Trehalose	+/-
20	Rhamnose	++
21	Maltotriose	+
22	Myo-Inositol	+
23	Saccharose	++
24	Raffinose	+
25	Melezitose	++
26	Cellulose	+

Keterangan : (++) : tumbuh sangat baik, (+) : tumbuh sedang (-) : tidak tumbuh

Selanjutnya kemampuan tumbuh pada sumber nitrogen yang berbeda menunjukkan bahwa isolat SDR1 mampu tumbuh pada semua sumber nitrogen kecuali DL- α -Amino-n-butyric acid dan NH₄Cl (Tabel 13).

Tabel 13. Karakteristik isolat SDR1 terhadap penggunaan sumber nitrogen

No	Sumber nitrogen	Pengamatan pertumbuhan pada sumber N satu-satunya (1% w/v)
1.	DL- α -Amino-n-butyric acid	-
2.	L-Valine	++
3.	L-Isoleusine	++
4.	L-Asparagine	+
5.	Kalium nitrat	++
6.	L-Cysteine	+
7.	L-Serine	++
8.	L-Histidine	+
9.	L-Arginine	+
10.	Glycine	+
11.	Alanin	+
12.	Tyrosine	++
13.	(NH ₄) ₂ SO ₄	+
14.	Urea	+
15.	Pepton	++
16.	NH ₄ Cl	-
17.	(NH ₄)H ₂ PO ₄	+
18.	NH ₄ NO ₃	++

Keterangan : (++) : tumbuh sangat baik, (+) : tumbuh sedang (-) : tidak tumbuh

Kemampuan tumbuh kedua isolat berdasarkan pengaruh faktor lingkungan ditunjukkan pada Tabel 14, 15 dan 16. Tampak bahwa isolat hanya mampu tumbuh optimal pada konsentrasi 3% NaCl, sedangkan pada konsentrasi 4% isolat menunjukkan penurunan kemampuan tumbuh. Selanjutnya isolat tidak mampu tumbuh pada konsentrasi 5%. Hal ini merupakan kelaziman pada isolat terestial yang memiliki kemampuan tumbuh rata-rata pada konsentrasi 4%. Sebaliknya isolat-isolat *Actinobacteria* yang berasal dari laut (marine) justru mampu tumbuh pada konsentrasi NaCl diatas 5% bahkan sampai 11%. Hal lainnya ditunjukkan oleh senyawa inhibitor lainnya, fenol, kalium telurit dan kristal violet merupakan senyawa penghambat pertumbuhan isolat.

Tabel 14. Kemampuan tumbuh isolat terpilih berdasarkan pengaruh konsentrasi garam

No	Senyawa inhibitor (% b/v)	Pengamatan karakter kultur
1.	Kontrol	++
2.	NaCl (1)	++
3.	NaCl (2)	++
4.	NaCl (3)	++
5.	NaCl (4)	+/-
6.	NaCl (5)	-
7.	NaCl (6)	-
8.	Natrium azide (0,01)	+
9.	Natrium azide (0,02)	+
10.	Fenol (0,1)	-
11.	Kalium tellurite (0,001)	-
12.	Kalium tellurite (0,01)	-
13.	Kristal violet (0,0001)	-

Keterangan : (++) : tumbuh sangat baik, (+) : tumbuh sedang (-) : tidak tumbuh

Faktor lingkungan lainnya adalah pH dan suhu pertumbuhan. Isolat mampu tumbuh pada kisaran pH yang sama yaitu 5 sampai 8. Pada pH dibawah 5 dan diatas 8, isolat tidak mampu tumbuh lagi. Selanjutnya pengaruh suhu, terlihat bahwa isolat mampu tumbuh pada suhu 10°C dan kemampuan tumbuh menurun dengan bertambahnya suhu diatas 40°C. Isolat SDR1 menunjukkan suhu pertumbuhan optimal 25°C dan tidak mampu tumbuh lagi pada suhu diatas 40°C.

Tabel 15. Kemampuan tumbuh isolat SDR1 berdasarkan pengaruh pH pertumbuhan

No	Level pH	Pengamatan karakter kultur
1.	Kontrol	-
2.	1	-
3.	2	-
4.	3	-
5.	4	-
6.	5	+
7.	6	+
8.	7	++
9.	8	+
10.	9	-
11.	10	-
12.	11	-

Keterangan : (++) : tumbuh sangat baik, (+) : tumbuh sedang (-) : tidak tumbuh

Tabel 16. Kemampuan tumbuh isolat terpilih berdasarkan pengaruh suhu pertumbuhan

No	Temperatur (⁰ C)	Pengamatan karakter kultur
1.	4	-
2.	10	+
3.	20	+
4.	25	++
5.	37	++
6.	40	+
7.	45	-
8.	50	-
9.	55	-

Keterangan : (++) : tumbuh sangat baik, (+) : tumbuh sedang (-) : tidak tumbuh

Uji kemampuan hidrolisis menunjukkan bahwa isolat mampu menghidrolisis beberapa senyawa kecuali tween yang tidak menunjukkan aktivitas hidrolisis. Hal ini berkaitan dengan kemampuan enzim-enzim ekstraseluler tertentu yang diproduksi oleh isolat yang mampu menghidrolisis senyawa pada media tumbuh berbeda (Tabel 17).

Tabel 17. Kemampuan hidrolisis isolat terpilih berdasarkan jenis substrat

No	Hidrolisis	Pengamatan karakter kultur
1.	Amilum/Pati	+
2.	Gelatin	+
3.	Casein	+
4.	Tween	-
5.	Xylan	-

Keterangan : (++) : tumbuh sangat baik, (+) : tumbuh sedang (-) : tidak tumbuh

Uji kemampuan tumbuh terhadap antibiotik merupakan salah satu karakter yang dapat digunakan sebagai parameter untuk membedakan antar isolat. Secara umum tampak bahwa isolat SDR1 sensitif terhadap banyak antibiotika. Kemampuan isolat tumbuh pada jenis dan konsentrasi antibiotika menunjukkan

bahwa isolat tidak resisten terhadap beberapa antibiotika kecuali untuk jenis sikloserin (25 µg) dan sulfanylamide (75 µg) isolat masih mampu tumbuh.

Tabel 18. Kemampuan tumbuh isolat terpilih berdasarkan jenis dan konsentrasi antibiotika

No	Antibiotika	Pengamatan karakter kultur
1.	Ampicillin (10µg)	-
2.	Chloramphenicol (30µg)	-
3.	Erythromycin (15µg)	-
4.	Neomycin (30µg)	-
5.	Penicillin G (10 IU)	-
6.	Rifampicin (10µg)	-
7.	Gentamycin (10µg)	-
8.	Streptomycin (10µg)	-
9.	Kanamycin (23µg)	-
10	Vancomycin (5 µg)	-
11	Cycloserin (25 µg)	-
12.	Novobiocin (10 µg)	-
13.	Sulfanylamide (75 µg)	-/+

Keterangan : (+): tumbuh, (-/+): meragukan (-) : tidak tumbuh

BAB VI

RENCANA TAHAP BERIKUTNYA

Penelitian tahun pertama (I) telah dilaksanakan dari rencana 3 tahun waktu penelitian. Hasil penelitian tahun pertama diperoleh formula humus sintetik (HS) berbahan sekam pirolisis yang dichealing dengan kitosan dan hidrotalsit. Diperoleh isolat terpilih yang memenuhi kriteria acuan sebagai sebagai kandidat MOT untuk proses augmentasi tanah sub-marginal untuk pertanaman ubi kayu. Hasil penelitian tahun pertama juga menunjukkan potensi HS dan MOT pada skala *in planta* untuk pertumbuhan vegetatif tanaman ubi kayu. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian skala lapang terbatas pada sejumlah karakter tanah yang berbeda.

Kegiatan penelitian pada tahun kedua (II) adalah melakukan produksi HS dan augmentasi MOT terpilih pada uji *in planta* untuk Uji Coba Lapang Terbatas pada lahan Kelompok Tani di Kabupaten Jeneponto, Sidrap dan Majene. Ketiga kabupaten tersebut mewakili 3 tempat yang berbeda di Propinsi Sul-Sel/Barat. Asumsi yang digunakan adalah, mikrobia lokal tropik yang diperoleh tidak memerlukan adaptasi lagi jika diaplikasikan karena berasal dari sumber/lingkungan asalnya. Aplikasi pada tanah submarginal dilakukan pada 3 lokasi dengan karakter tanah yang berbeda-beda. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi produk unggul yang dapat digunakan oleh petani setempat dan dapat menjadi produk teknologi tepat guna untuk berbagai kegiatan pertanian khususnya di Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat.

BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

1. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 3 isolat yang menunjukkan kemampuan tinggi sebagai kandidat MOT. Ketiga isolat tersebut merupakan genus *Streptomyces* sp (SDR 1, Actinomycetes) dan *Aspergillus* sp (SGK 17) dan *Paecilomyces* sp (JNPT II) untuk kelompok fungi.

Aplikasi HS+MOT pada lahan pertanaman ubi kayu secara *in planta* terlalu singkat (2 minggu) sehingga data pertumbuhan reproduktivitas belum diperoleh. Hasil awal penelitian aplikasi HS dan MOT menunjukkan perbedaan dalam pertumbuhan tanaman ubi kayu secara vegetatif pada tinggi tanaman, namun tidak pada jumlah tangkai dan daun.

2. SARAN

Perlu ditambah waktu aplikasi HS dan MOT untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan generatif tanaman ubi kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2009. Statistik Indonesia. Biro Pusat Statistik Jakarta
- Breitaupt, H. 1999. The new antibiotic: can novel antibacterial treatments combat the rising tide of drug-resistant infectious? *Nat Biotechnol*, 17
- Chen, Y.P., Rekha, P.D., Arun, A.B., Shen, F.T., Lai, W.A., Young, C.C. 2006. Phosphate solubilizing bacteria from subtropical soil and their tricalcium phosphate solubilizing abilities. *Applied Soil Ecology* 34 (2006) 33–41
- Chamberlain, K. and D.L. Crawford, 1999. *In vitro* and *in vivo* antagonism of pathogenic turfgrass fungi by *Streptomyces hygrosopicus* strains YCED9 and WYE53. *J. Ind. Microbiol. Biotechnol.*, 23: 641-646.
- Departemen Pertanian Republik Indonesia. 2009. Basis Data Statistik Pertanian. <http://database.deptan.go.id/bdsp/index.asp>.
- Foth, H.D. and B.G. Ellis. 1988. *Soil Fertility*. New York: John Wiley & Sons.
- Gesheva, V. 2002. Rhizosphere microflora of some citrus as a source antagonistic *Actinomycetes*. *Eur J Soil Biol*, Vol 33:85-88
- Glick, BR. 1995. The enhancement of plant growth by free living bacteria. *Canadian Journal Microbiology* 41: 109-117.
- Hartono, A. 2000. Pengaruh pupuk fosfor, bahan organik dan kapur terhadap pertumbuhan jerapan P pada tanah masam latosol Darmaga. *Gakuryoku* 6 (1): 73-78
- Hasegawa, T., M. Takisawa and S. Tanida, 1983. A rapid analysis for chemical grouping of aerobic actinomycetes. *J. Gen. Applied Microbiol.*, 29: 319-322.
- Hasri., Ali, A. 2008. Pengaruh konsentrasi asam terhadap pembentukan jembatan ion pada kitosan. Laporan Penelitian DIKTI.
- Howeler, R.H. 1994. Integrated soil and crop management to prevent environment degradation in cassava based cropping systems in Asia. Proc. Of workshop on Upland Agriculture in Asia, April 6-8, Bogor, Indonesia, : 195-224
- Howeler, R.H. 2002. Cassava mineral nutrition and fertilization. *In*. R.J. Hillocks, J.M. Thresh and A.C. Belloti (ed). *Cassava Biology. Production and Utilization*. Pp: 115 – 147. Cabi Publishing, CAB International, Wallingford. Oxon.
- Hwangbo, H., Park, R.D., Kim, Y.W., Rim, Y.S., Park, K.H., Kim, T.H., Suh, J.S., Kim, K.Y., 2003. 2-Ketogluconic production and phosphate solubilization by *Enterobacter intermedium*. *Curr. Microbiol.* 47, 87–92.

- Ilmer, P. and F. Schinner. 1995. Solubilization of organic calcium phosphates solubilization mechanisms. *Soil Biology Biochemistry* 27 (3): 257-263.
- Ispandi, A, L.J. Santoso, dan Mayar. 2003. Pemupukan dan dinamika kalium dalam tanah dan tanaman ubi kayu di lahan kering Alfisol, p.190–201. *Dalam: Koes Hartojo et al.* (ed.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Karama, S. 2003. Potensi, tantangan dan kendala ubi kayu dalam mendukung ketahanan pangan, p.1–14. *Dalam: Koes Hartojo et al.* (ed.). Pemberdayaan ubi kayu mendukung ketahanan pangan nasional dan pengembangan agribisnis kerakyatan. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Khamna, S., Yokota, A, and Lumyong, S.2009. *Actinomycetes* isolated from medicinal plant rhizosphere soils: diversity and screening of antifungal compounds, indole-3-acetic acid and siderophore production. *World J Microb Biot*, 25:649–655
- Lee, J.P dan Hwang, B.K. 2002. Diversity of antifungal *Actinomycetes* in various vegetatif soils of Korea. *Can J Microbiol*, 48: 407-417
- Lemriss, S., Laurent, F., Couble, A., Casoli, E., Lancelin, J.M., Bonaccio, D.S., Rifai, S., Fassouane, A, and Boiron, P. 2003. Screening of nonpolyenic
- Makarim, AK., Arsyad, D.M., Manzuri, A.G. 2005. Model simulasi peningkatan produksi kedelai di lahan suboptimal. Prosiding lokakarya Pengembangan kedelai di lahan suboptimal: 26-271
- Merckx, R., Dijkstra, A., Hartog, A.D., and Veen, J.A.V. 1987. Production of root-derived material and associated microbial growth in soil at different nutrient levels. *Biol Fert Soils*, 5:126–132
- Munip, A dan A. Ispandi. 2004. Pengaruh pengapuran terhadap serapan hara, hasil umbi dan kadar pati beberapa klon ubi kayu di lahan kering tanah masam. Laporan Teknis. Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (belum dipublikasi).
- Nautiyal, C.S., Bhaduria, S., Kumar, P., Lal, H., Verma, M.D., 2000. Stress induced phosphate solubilization in bacteria isolated from alkaline soils. *FEMS Microbiol. Lett.* 182, 291–296.
- Pandey, A., Palni, L.M. 2007. The rhizosphere effect in trees of the Indian Central Himalaya with special reference to altitude. *Appl Ecol Env Res*, 2007 5(1): 93-102

- Rao, N.S.S. 1982. Phosphate solubilization by soil microorganisms. In N.S. Rao (ed.) *Advanced in Agricultural Microbiology*. New Delhi: Oxford and IBH Publishing Co.
- Rashid, M., Khalil, S., Ayub, N., Alam, S., Latif, F., 2004. Organic acids production and phosphate solubilization by phosphate solubilizing microorganisms (PSM) under in vitro conditions. *Pak. J. Biol. Sci.* 7, 187–196.
- Rifaat, MH. 2003. The biodiversity of *Actinomycetes* in the river Nile exhibiting antifungal activity. *J Medit Ecol*, 4 (3-4): 5-7
- Rosruen, T dan Pornpakaku, S. 2008. Screening for antimicrobial from endophytic fungi isolated from *Melaleuca cajuputi* Powell. Annual Meeting and International Conference of the Thai Society for Biotechnology, October 14th - 17th 2008
- Schmuhl R. 2001. Adsorption of Cu(II) and Cr(VI) ions by chitosan: kinetics and equilibrium studies. *Studies Water SA* 27 (1).
- Simanungkalit, R. D. M dan Suriadikarta, D. A. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Suyamto dan Wargiono. 2009. Kebijakan Pengembangan Agribisnis Ubikayu. Hal. 3-25 *Dalam* (Wargiono, Hermanto dan Sunihardi) Ubikayu. Inovasi Teknologi dan Kebijakan Pengembangan. Puslitbangtan. Badan Litbang Pertanian.
- Vassilev, N., Vassileva, M., 2003. Biotechnological solubilization of rock phosphate on media containing agro-industrial wastes. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 61, 435–440.
- Wargiono, J., B. Santoso dan Kartika, 2009. Dinamika Budidaya Ubikayu. Hal: 138- 167. *Dalam* (Wargiono, Hermanto dan Sunihardi) Ubikayu. Inovasi Teknologi dan Kebijakan Pengembangan. Badan Litbang Pertanian

LAMPIRAN

PERSONALIA TENAGA PENELITI BESERTA KUALIFIKASINYA
CURRICULUM VITAE KETUA PENELITI

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Alimuddin Ali, S.Si, M.Si
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala (IVa)
4	NIP/NIK	196912311997021001
5	NIDN	0031126906
6	Tempat dan Tgl Lahir	Lainungan, 31 Desember 1969
7	E-mail	muddin_wbk02@yahoo.com
8	No Tlp/HP	081-355-895-039
9	Alamat Kantor	Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar
10	No Tlp/Fax	(0411) 840810
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1: 70 S2:1 S3:-
12	Mata Kuliah yang Diampu	1. Mikrobiologi Dasar
		2. Mikrobiologi Analitik
		3. Mikrobiologi Lanjut
		4. Teknik Fermentasi
		5. Met. Penelitian
		6. Kimia Bahan Alam

B. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	UNHAS	UGM	UGM
Bidang Ilmu	(Biologi) Mikrobiologi	Mikrobiologi	Bioteknologi
Tahun Masuk-Lulus	1988-1995	2000-2002	2007-2011
Judul Skripsi/Tesisi/Disertasi	Isolasi Karakterisasi Enzim Aminoglukosidase dari <i>Aspergillus awamori</i>	Skrining Kromat Reduktase dari <i>Bacillus</i> spLK18	Karakterisasi <i>Actinobacteria</i> Penghasil Antifungi Asal Rizosfer Tegakan Kayu Putih Hutan Wanagama I Yogyakarta
Nama Pembimbing/Promotor	Prof. Dr. M. Natsir Djide, MS, Apt	Prof. Endang Soetarto, M.Sc, Ph.D	Prof. Widya Asmara, Ph.D

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (JutaRp)
1	2006	Skrining, Purifikasi dan Karakterisasi Senyawa Antimikrobia dari Siput Bakau dalam Upaya Pencarian Senyawa Bioaktif Bahan Alam	KEMENRISTEK, BPPT	150
2	2006	Seleksi Mikrobia Pelarut P dan K pada Kotoran Ayam Terdekomposisi	DIKTI	10
3	2007	Konversi Kitin asal <i>Aspergillus niger</i> Menjadi	DIKTI	10

		Kitosan		
4	2008	Kajian Pengembangan dan Produksi Kandidat Fitofarmaka Antibakterial pada Tumbuhan Mangrove untuk Penanggulangan Penyakit Bakterial Ikan	DIKTI	50
5	2009	Kajian Pengembangan dan Produksi Kandidat Fitofarmaka Antibakterial pada Tumbuhan Mangrove untuk Penanggulangan Penyakit Bakterial Ikan (Tahap Formulasi)	DIKTI	50
6	2010	Pengembangan Senyawa Antifungi dari <i>Actinomycetes</i> spWGKP Isolat Lokal Sebagai Kandidat Anti-Mikosis Potensial: Purifikasi, Karakterisasi dan Optimasi Pemacuan Produksi	DIKTI	50
7	2012	Formulasi Biofungisida dari <i>Streptomyces</i> Tropika Unggul untuk Penanggulangan Penyakit Busuk Batang Lada	BIRO OKTOVIA ROOESSENO (BOR)	40

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)
1	2006	Pelatihan penerapan bioteknologi pada siswa SMUN 1 Palopo	DIKTI	10
2	2007	Pelatihan pembuatan risoles berbahan isi dari limbah tahu yang telah difermentasi dengan jamur tempe pada siswa dan guru SMK Negeri 1 Pare-Pare	DIKTI	10
3	2012	Pengenalan Bioteknologi Guru dan Siswa SMA Gowa Melalui Ekstraksi DNA Metode <i>Kitchen kit</i>	PNBP	10

E. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel	Nama Jurnal	Volume/Nomor /Tahun Terbit
1	Effect of Controlled Water Level on CH ₄ and N ₂ O Emmission from Rice Field in Indonesia	<i>Trop. Agr. Develop</i>	56 (4)/2012
2	Antifungal Production a Strains of <i>Actinomycetes</i> spp Isolated from the Rhizosphere of Cajuput Plant: Selection and Detection of Exhibiting Activity Against Tested Fungi	<i>Ind. J Biotech</i>	16 (1) 2011
3	An <i>Actinomycetes</i> Producing Anticandida Isolated from Cajuput Rhizosphere: Partial Identification of	<i>Ind. J Biotech</i>	15 (1)/2010

	Isolates and Amplification of PKS-I genes pada		
4	Skrining <i>Streptomyces</i> spp asal Tanaman Ginseng Jawa (<i>Talinum</i> sp) dan Analisis Filogenetik Berdasarkan gen 16S rRNA	<i>Jurnal Biologi Papua</i>	2010
5	Skrining dan Karakterisasi Parsial Senyawa Antifungi dari <i>Actinomycetes</i> Asal Limbah Padat Sagu Terdekomposisi	<i>Berkala Penelitian HAYATI</i>	14 (1)/2009
6	Community Structure of Ammonia Oxidizing Bacteria and Their Potential to Produce Nitrous Oxide and Carbon Dioxide in Acid Tea Soils	<i>Geomicrobiology Journal</i>	25/2008
7	Influences of Chemical Fertilizer and a Nitrification Inhibitor on Greenhouse Gas Fluxes in a Corn (<i>Zea mays</i> L.) Field in Indonesia	<i>Microbes and Environ</i>	23 (1)/ 2008

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Desiminasi Hasil Penelitian yang Didanai Kemenristek, BPPT	Penelusuran Produk Bioaktif Alami asal Siput Bakau	2006, Kemenristek-BPPT Jakarta
2	Seminar Nasional Kimia	Isolasi Kitin dari <i>Aspergillus niger</i> sebagai Bahan Kitosan	2006, Kimia-UNM Makassar
3	Seminar Nasional Biologi	Aplikasi Kitosan asal <i>Aspergillus niger</i> sebagai Pengawet Daging	2008, PBI-Wilayah Makassar,

			UNHAS
4	Seminar Diseminasi Hasil Penelitian Multitahun yang didanai DIKTI	Pengembangan Senyawa Antifungi dari <i>Actinomyces</i> spWGKP Isolat Lokal Sebagai Kandidat Antifungi Potensial: Purifikasi, Karakterisasi dan Optimasi Pemacuan Produksi	2011, DIKTI-UNAIR, Surabaya

G. Karya Buku dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Mikrobiologi Dasar, Jilid I (ISBN: 979-8416-90-2)	2005	200	State University of Makassar Press
2	Mikrobiologi Dasar, Jilid II (ISBN: 979-26-4827-5)	2006	200	State University of Makassar Press
3	<i>Actinomyces (Biologi dan Aplikasinya)</i>	-	-	Draft

H. Perolehan HKI dalam 5–10 Tahun Terakhir

No	Judul/Tema HKI	Tahun	Jenis	No P/ID
1	Metode Pemacuan Produksi Antifungi <i>Streptomyces</i> spWGKP22	2012	Paten	P00201201042

I. Penghargaan dalam 10 tahun Terakhir (dari pemerintah, asosiasi atau institusi lainnya)

No.	Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
1.	2003	Lulus dengan Predikta Terbaik (<i>Cum Laude</i>) Prodi MIPA Program Pascasarjana UGM Yogyakarta	Direktur Sekolah Pascasarjana UGM Yogyakarta
2.	2004	Dosen Teladan II Universitas Negeri Makassar	Rektor UNM Makassar
3	2012	Lulusan dengan Predikat Terbaik (<i>Cum Laude</i>) Program Studi Bioteknologi Pascasarjana UGM Yogyakarta	Direktur Sekolah Pascasarjana UGM Yogyakarta

Makassar, Desember 2013

Ketua Peneliti

(Dr. Alimuddin Ali, S.Si, M.Si)
NIP. 19691231197021001

CURRICULUM VITAE ANGGOTA PENELITI

I. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Dr. Ir. Muhammad Junda, M.Si
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor Kepala (IVa)
4	NIP/NIK	196211081991031002
5	NIDN	0008116204
6	Tempat dan Tgl Lahir	Sompu 8 November 1962
7	E-mail	Yunda62@gmail.com
8	No Tlp/HP	081394085859
9	Alamat Kantor	Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar
10	No Tlp/Fax	(0411) 840810
11	Lulusan yang telah dihasilkan	S1: 70 S2 : 6 S3:.....
12	Mata Kuliah yang Diampu	J. Mikrobiologi Dasar
		K. Mikrobiologi Analitik
		L. Mikrobiologi Lanjut
		M. Teknik Fermentasi
		N. Akuakultur
		O. Botani Tumbuhan Rendah

J. Riwayat Pendidikan

	S1	S2	S3
Nama Perguruan Tinggi	UNHAS	ITB	ITB
Bidang Ilmu	Pertanian (Hama Penyakit Tumbuhan)	Biologi (Mikrobiologi)	Biologi (Mikrobiologi)
Tahun Masuk-Lulus	1980-1985	2001-2004	2005 - 2011
Judul Skripsi/Tesisi/Disertasi	Uji Preferensi Berbagai Jenis Wadah Umpan Beracun Terhadap Hama Tikus pada Perkebunan Tebu di Takalar	Degradasi Senyawa 2,4,6-Triklorofenol oleh Bakteri Indigen Melalui Pengomposan	Pembuatan Bioflok Secara <i>In Vitro</i> sebagai Pakan Tambahan dan Meningkatkan Kualitas Air pada Budidaya Udang Windu
Nama Pembimbing/Promotor	Dra. Rosmanida, M.S.	Dra. Nuryati Juli, M.S	Prof. Dr.Tati S. Subahar, DEA

K. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (JutaRp)
1	2008	Pemanfaatan Mikroba Pembentuk bioflok dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Udang Windu (<i>Penaeus monodon</i> Fab.)	Dikti	50
2	2009	Pembuatan Bioflok secara <i>in vitro</i> sebagai Pakan tambahan dan Peningkatan Kualitas Air pada Budidaya Udang Windu (<i>P. Monodon</i> Fab.)	Dikti	50

L. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah (Juta Rp)

M. Publikasi Artikel Ilmiah Dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel	Nama Jurnal	Volume/Nomor /Tahun Terbit
1	The Effect of Electrolyte Concentration on Biofloc Stability in Aquaculture System	AQUACULTURE INDONESIA	Vol.10 (3) 2009
2	The Potential of Selected Microbial Community on Biofloc Formation under Laboratory Condition	AQUACULTURE INDONESIA	Vol.10 (2) 2009
3	Potensi Bakteri Zoogloea sp sebagai bakteri Pembentuk Bioflok pada Sistem Pertambakan	Bionature	Vol 12 (1), 2011

N. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	The Second International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)	Exploration of Floc-forming Microbe Isolated from Shrimp Farming Ponds in South Sulawesi.	2008 ITB Bandung
2	The Second International Conference on Mathematics and Natural Sciences (ICMNS)	Combination of Commercial Feed, Selected Bacteria and Microalgae on Floc formation in Tiger Shrimp (<i>Penaeus monodon</i> Fab.) Culture	2008 ITB Bandung
2	Konferensi Akuakultur Indonesia (MAI)	The Effect of Electrolyte Concentration on Biofloc Stability in Aquaculture System	2009, Yogyakarta
3	Konferensi Akuakultur Indonesia (MAI)	The Potential of Selected Microbial Community on Biofloc Formation under Laboratory Condition	2009, Yogyakarta

Makassar, Desember 2013

Anggota Peneliti

(Dr. Ir. Muhammad Junda, M.Si)
NIP. 196211081991031002

CURRICULUM VITAE ANGGOTA PENELITI

A. Identitas Diri

1	Nama Lengkap	Iwan Dini, S.Si., M.Si.
2	Jenis Kelamin	Laki-Laki
3	Jabatan Fungsional	Lektor
4	NIP.	197812052006041002
5	NIDN	0005127805
6	Tempat dan Tanggal Lahir	Cenranae, 05 Desember 1978
7	Alamat Rumah	Graha Citra Palantikan A.19 Kab. Gowa
8	Nomor Telepon/Fax	-
9	Nomor HP.	085239664445
10	Alamat kantor	Kampus FMIPA Universitas Negeri Parangtambung Jl. Dg. Tata Raya, Makassar
11	Nomor Telepon/Fax	(0411)840295/0411840295
12	Alamat e-mail	iwandini@yahoo.com
13	Matakuliah yang diampu	1. Kimia Organik 2. Kimia Organik III 3. Kimia Organik Bahan Alam 4. Kimia Organik Sintesis

B. Riwayat Pendidikan

2.1 Program:	S1	S2	S3
2.2 Nama PT	UNM makassar	UNHAS Makassar	-
2.3 Bidang Ilmu	Kimia	Kimia Organik	
2.4 Tahun Masuk	1997	2003	
2.5 Tahun Lulus	2002	2005	
2.6 Judul Skripsi/ Tesis/Disertasi	Studi Perbandingan Hasil Ekstraksi Minyak Laka Ditinjau dari Jenis Pelarut yang Digunakan	Penelusuran Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrk Kulit batang Tumbuhan Paliasa (<i>Kleinhovia Hospita</i> Linn.) dan Bioaktivitasnya terhadap <i>Arthemiasalina</i> Leach.	
2.7 Nama Pembimbing/ Promotor	Drs. Muh. Jasri Djangi, M.Si	Prof. Dr. nunuk Hariani Soekamto, M.S.	

C. Pengalaman Penelitian

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp.)
1.	2012	Metode Isolasi Dalam Penelusuran Senyawa Organik Metabolit Sekunder Berkhasiat pada tumbuhan paliasa (<i>Kleinhovia hospita</i> Linn.) (Ketua)	Hibah Pekerti	73
2.	2011	Kajian Pengembangan dan Produksi Kandidat Fitofarmaka Antibakterial pada	Hbah bersaing	24

		Tumbuhan Mangrove penanggulangan Penyakit Bakterial Ikan (anggota)	DP2M Dikti	
3.	2011	Isolasi dan Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Metanol Kulit Batang <i>Parartocarpus venenosa</i> Becc. (anggota)	PNBP FMIPA UNM	3,5
4.	2011	Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis <i>Mindjet Manager</i> sebagai Alternatif Materi Pembelajaran Kimia Organik II (anggota)	IMHERE UNM	30
5.	2010	Penelusuran Senyawa Metabolit Sekunder Antibakterial Tumbuhan Lantana Carama Untuk Penanggulangan Penyakit Infeksi Pada Luka (anggota).	Strategi Nasional DIPA UNM	92
6.	2010	Kajian Pengembangan dan Produksi Kandidat Fitofarmaka Antibakterial pada Tumbuhan Mangrove untuk Penanggulangan Penyakit Bakterial Ikan (anggota)	Hibah Bersaing DP2M Dikti	50
7.	2007	Konversi Kitin asal <i>Aspergillus niger</i> Menjadi Kitosan	DIKTI	10
8.	2006	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Hiperteks pada Materi Struktur Atom dan Sistim Periodik (anggota)	I- MHERE UNM	35

D. PENGALAMAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

No.	Tahun	Judul pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jml (Juta Rp.)
1.	2012	IbM Briket Arang Kelapa pada Dinas Perindustrian Kabupaten Takalar. (anggota)	PNBP FMIPA UNM	3,5
2.	2010	Pelatihan Cara Produksi Terasi yang Berkualitas dan Bernilai Gizi Tinggi di Kecamatan Sajoangin Kabupaten Wajo (anggota)	PNBP FMIPA UNM	3.5
3.	2009	Meningkatkan Pendapatan Masyarakat Petani Dan Nelayan Melalui Penerapan Teknologi Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Dan Kepiting Di Kecamatan Sajoangin (Ketua)	Penerapan Ipteks	10
4.	2009	Pelatihan Peningkatan Mutu Terasi Udang Melalui Penerapan Teknologi Pengemasan Produk Di Kecamatan Sajoangin (Ketua)	PNBP FMIPA UNM	3.5

E. PENGALAMAN PENULISAN ARTIKEL ILMIAH DALAM JURNAL

No.	Tahun	Judul Artikel Ilmiah	Volume Nomor	Nama Jurnal
1.	2012	Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Utama Ekstrak Etanol Kulit Batang Tumbuhan Mangrove (<i>Avicennia spp.</i>)	Volume 1 No. 1 April 2012	SAINSMAT
2.	2011	Pengembangan Modul Pembelajaran Berbasis <i>Mindjet Manager</i> Sebagai Alternatif Materi Pembelajaran Kimia Organik II.	Volume 12 Nomor 2 Desember 2011.	CHEMICA
3.	2011	Skrining Senyawa Bioaktif pada Tumbuhan Mangrove yang Dapat Menghambat Pertumbuhan Bakteri Penyebab Penyakit <i>Red Spot Disease</i> .	1411- 6502” Volume 12 Nomor 1 Juni 2011	CHEMICA
4.	2011	Potensi Ekstrak Tumbuhan Tembelekan (<i>Lantana camara</i> Linn.) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> .	Volume 12 Nomor 1 April 2011.	BIONATURE
5.	2010	Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Hiperteks pada Materi Struktur Atom dan Sistem Periodik.	Vol 11 No. 1 Juni 2010, hal:15-21	CHEMICA
6.	2009	Identifikasi Senyawa Metabolit Sekunder Potensial Menghambat Pertumbuhan Bakteri <i>Aeromonas hydrophyla</i> dari Kulit batang Tumbuhan <i>Aveccennia spp.</i> (anggota)	Vol 9 No. 2 Desember 2009	CHEMICA
7.	2009	Potensi Ekstrak Etanol Kulit Batang Tumbuhan Mangrove (<i>Avecennia spp.</i>) dalam menghambat Pertumbuhan Bakteri <i>Aeromonas hydrophyla</i>)	Vol. 10 No. 2 Okt. 2009	BIONATURE
8.	2009	Toksisitas Senyawa Metabolit Sekunder dari Ekstrak kloroform Kulit batang Tumbuhan paliasa terhadap <i>Artemia salian</i> L	Vol. 10 No. 1 April. 2009	BIONATURE
9.	2006	Bioaktivitas ekstrak kulit batang tumbuhan paliasa (<i>Kleinhovia hospita</i> Linn.) terhadap <i>Artemia salina</i> Leach	Edisi Khusus 2006	CHEMICA

F. Pemakalah Seminar Ilmiah (*Oral Presentation*) dalam 5 Tahun Terakhir

No	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1	Simposium Nasioanal Kimia Bahan Alam Indonesia	Prosepk Tumbuhan Paliasa (<i>Kleinhovia hospita</i> linn.) Sebagai Sumber Senyawa Bioaktif	9-10 Oktober 2012 di Syahida Inn, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
2	-	-	-

Makassar, Desember 2013
Anggota Peneliti,

Iwan Dini, S.Si, M.Si
NIP. 197812052006041002

DRAFT ARTIKEL

Skrining *Streptomyces* sp Asal Rizosfer Tanaman Ubi Kayu (*Manihot utilisima*) sebagai Tahapan Potensial Penelusuran Senyawa Antifungi Berdasarkan Amplifikasi gen PKS Tipe I

Alimuddin Ali¹, Muhammad Junda¹, Iwan Dini², A. Farchan Sjahid³

¹Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Makassar.

²Laboratorium Kimia Organik, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar.

³Dinas Tanaman Pangan dan Hortikultura, Sulawesi Selatan

Email: muddin_wbk02@yahoo.com

ABSTRACT

An rhizosphere bacterium, SMT.1 was isolated from of plant roots rhizosphere of cassava (*Manihot utilisima*) grown in the Samata landfield, South Sulawesi, Indonesia. One from one hundred and five of strain plants root was cultured in Starch Casein agar showing antifungal activities against fungi by dual culture assay. The antifungal activities of ethylacetate extract was determined by using the disk agar diffusion test. Type I polyketide synthase (PKSI) gene fragments were amplified of five strains. These results indicated the importance of further exploration of the endophytic bacteria in java *ubi kayu* for antimicrobial agents and type I polyketides. The strain was identified as *Streptomyces* sp. SMT.1 based on morphological, physiological and biochemical methods as well as on *16S rRNA* gene analysis.

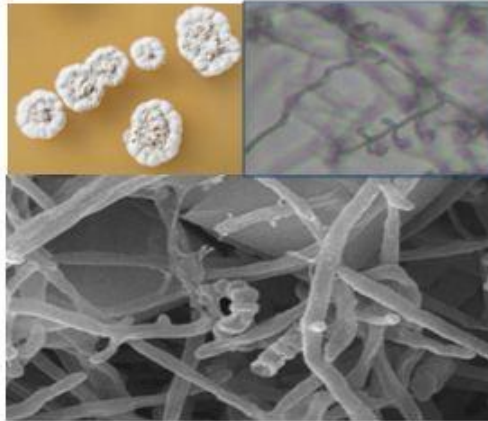
Keywords: *Rhizosphere*, *Streptomyces* sp, *Antifungal*, *Manihot utilisima*, *PKS type I*

DRAFT BUKU AJAR
(Sudah mencapai 85%)

ALIMUDDIN ALI

ACTINOMYCETES

Biologi dan Aplikasinya



Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR

2013

PRESENTASI PADA SEMINAR NASIONAL BIOLOGI, 26 OKTOBER 2013
DI MAKASSAR



1. Title slide thumbnail

2. Phosphorus cycle diagram showing processes like weathering of rock, plant uptake, decomposition, and soil phosphorus pools.

3. Map of Sulawesi, Indonesia, with a study area highlighted in the southern part.

4. Laboratory workflow diagram showing steps from field sampling to DNA extraction and PCR analysis.

5. Laboratory equipment including petri dishes and test tubes.

6. Petri dishes showing various microbial isolates from different sampling sites.

7. Close-up of microbial isolates on petri dishes.

8. Petri dishes showing different microbial growth patterns.

9. Test tubes containing liquid cultures of microbial isolates.



10



11



12



13



14



15

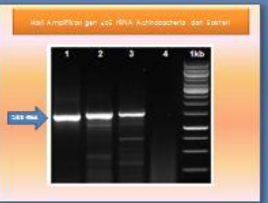


16

271 (5'-AGAGTTTGAATCCTAATCTCAG-3'), dan
 s332 (5'-GGTACCTTATACCAACTT-3').

Kondisi mesin PCR dan/ sebagai berikut:
 denaturasi DNA target pada suhu 95°C selama 2 menit dilanjutkan dengan 30 siklus pada suhu 95°C selama 1 menit, annealing primer pada suhu 55°C selama 1 menit, dan ekstensi primer pada suhu 72°C selama 8 menit.

17



18



19

Terima Kasih

20



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
LEMBAGA PENELITIAN

Kampus UNM Jl. A. Pangerang Pettarani, Makassar - 90222
Telepon (0411) 868879 - 884533 Fax. 868879 Email: lemlitunm@yahoo.co.id

- Puslit Kependudukan dan Lingkungan Hidup
- Puslit Makanan Tradisional, Gizi dan Kesehatan
- Puslit Pemberdayaan Perempuan
- Puslit Pengembangan Ilmu Pendidikan
- Puslit Budaya dan Seni Etnik Sulawesi
- Puslit Pemuda dan Olah Raga

**SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN
PENUGASAN PENELITIAN MP3EI (MASTER PLAN PERCEPATAN
PERTUMBUHAN PEMBANGUNAN EKONOMI INDONESIA)
TAHUN ANGGARAN 2013
NOMOR : 717/UN36.9/PL/2013**

Pada hari ini **Kamis** tanggal **Satu** bulan **Agustus** tahun **Dua** ribu **tiga** belas, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

- 1 Prof. Dr. H. Jufri, M.Pd : Sebagai Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar yang berkedudukan di Makassar dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar, untuk selanjutnya disebut **PIHAK PERTAMA**.
- 2 Dr. Alimuddin S.Si.,M.Si : Dosen FMIPA Universitas Negeri Makassar dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama tim peneliti seperti tercantum dalam proposal penelitian selaku Ketua Pelaksana Penelitian selanjutnya disebut **PIHAK KEDUA**.

PIHAK PERTAMA dan **PIHAK KEDUA** secara bersama-sama bersepakat mengikatkan diri dalam suatu Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI (Master Plan Percepatan Pertumbuhan Pembangunan Ekonomi Indonesia) T.A. 2013 dengan ketentuan dan syarat-syarat yang diatur dalam pasal-pasal berikut:

Pasal 1

PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada **PIHAK KEDUA**, dan **PIHAK KEDUA** menerima tugas tersebut untuk melaksanakan Penelitian dengan judul:

Revitalisasi Lahan Marginal untuk Budidaya Ubi Kayu Melalui Inovasi Teknologi Humus Sintetik dan Augmentasi MOT Ramah Lingkungan.

Pasal 2

- (1) **PIHAK PERTAMA** memberikan dana penelitian sebagaimana dimaksud pada Pasal 1 sebesar **Rp.177.500.000,- (Seratus tujuh puluh tujuh juta lima ratus ribu rupiah)** sesuai dengan Surat Perjanjian Penugasan Dalam Rangka Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI (Master Plan Percepatan Pertumbuhan Pembangunan Ekonomi Indonesia) T.A. 2013 Nomor : 284/SP2H/PL/Dit.Litabmas/VII/2013, tanggal 15 Juli 2013, yang dibebankan kepada DIPA Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor: 023.04.1.673453/2013, tanggal 05 Desember 2012 Revisi ke 02 tanggal 01 Mei 2013.

- (2) Pembayaran biaya penelitian akan dibayarkan secara bertahap ke rekening **PIHAK KEDUA** dengan ketentuan sebagai berikut:
- a) Pembayaran Tahap Pertama sebesar 70% dari total bantuan dana kegiatan yaitu $70\% \times \text{Rp.177.500.00,-} = \text{Rp.124.250.000,-}$ (*Seratus dua puluh empat juta dua ratus lima puluh ribu rupiah*) setelah surat perjanjian pelaksanaan penelitian ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
 - b) Pembayaran Tahap Kedua/Terakhir sebesar 30% dari total bantuan dana kegiatan yaitu $30\% \times \text{Rp.177.500.00,-} = \text{Rp.53.250.000,-}$ (*Lima puluh tiga juta dua ratus lima puluh ribu rupiah*) dibayarkan setelah **PIHAK KEDUA** mengunggah ke **SIM-LITABMAS** dan disahkan Lembaga Penelitian selambat-lambatnya akhir Bulan September 2013 dokumen sebagai berikut.
 1. Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI.
 2. Rekapitulasi Laporan Penggunaan Keuangan 70% yang telah dilaksanakan.
 - c) **PIHAK KEDUA** wajib menyerahkan Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan laporan Penggunaan Keuangan 70%, serta menandatangani Berita Acara Serah Terima Laporan Kemajuan Pelaksanaan Penelitian dan Berita Acara Serah Terima Laporan Penggunaan dana 70%.
 - d) **PIHAK KEDUA** bertanggungjawab mutlak dalam pembelanjaan dana tersebut pada ayat (1) sesuai dengan proposal kegiatan yang telah disetujui dan berkewajiban untuk menyimpan semua bukti-bukti pengeluaran sesuai dengan jumlah dana yang diberikan oleh **PIHAK PERTAMA**.
 - e) **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengembalikan sisa dana yang tidak dibelanjakan ke Kas Negara.
 - f) **PIHAK KEDUA** berkewajiban menyampaikan foto copy bukti pengembalian Dana ke Kas Negara yang telah divalidasi oleh KPPN setempat kepada **PIHAK PERTAMA**.

Pasal 3

- (1) Dana kegiatan pelaksanaan penugasan Penelitian MP3EI T.A. 2013 sebagaimana dimaksud pada pasal 2 ayat (1,2) dibayarkan kepada **PIHAK KEDUA** :
- Nama pada Rekening : **DR ALIMUDDIN ALI S SI M SI**
 Nomor Rekening : **0225-01-047318-50-1 (Bank BRI)**
 NPWP : **47.343.588.1-805.000**
- (2) **PIHAK PERTAMA** tidak bertanggungjawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana sebagaimana dimaksud dalam pasal 2 ayat (1) yang disebabkan karena kesalahan **PIHAK KEDUA** dalam menyampaikan data peneliti, nama bank, nomor rekening, dan persyaratan lainnya yang tidak sesuai dengan ketentuan.

- (3) **PIHAK PERTAMA** berkewajiban mengorganisir dan memfasilitasi:
- a) Seminar Penelitian.
 - b) Monitoring dan Evaluasi (Monev) Internal Perguruan Tinggi sesuai fungsi dan peran Lembaga Penelitian Universitas Negeri Makassar.

Pasal 4

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menindaklanjuti dan mengupayakan hasil Penelitian yang dilakukan untuk memperoleh paten dan/atau publikasi ilmiah untuk judul Penelitian sebagaimana dimaksud Pasal 1.
- (2) Perolehan sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dimanfaatkan sebesar-besarnya untuk pelaksanaan tridharma perguruan tinggi.
- (3) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk melaporkan perkembangan perolehan paten dan/atau publikasi ilmiah seperti yang dimaksud pada ayat (1) secara berkala kepada **PIHAK PERTAMA** pada setiap akhir Tahun Anggaran berjalan.
- (4) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk:
 - a) Mempublikasi penelitiannya pada jurnal ilmiah nasional terakreditasi atau jurnal bereputasi internasional;
 - b) Menghasilkan Proses/produk IPTEKS-SOSBUD berupa metode, *blue print*, prototipe, sistem, kebijakan atau model yang bersifat strategis dan berskala nasional, atau Teknologi Tepat Guna yang langsung dapat dimanfaatkan oleh masyarakat (disertai pedoman penerapannya);
 - c) Menghasilkan HKI dan Buku ajar sebagai luaran tambahan;
 - d) Mengikuti seminar penelitian;
 - e) Mencatat semua kegiatan pelaksanaan program pada Buku Catatan Harian Penelitian (*logbook*) dan mengisi kegiatan harian secara rutin terhitung sejak penandatanganan perjanjian penelitian secara *online* di SIM-LITABMAS;
 - f) Menyiapkan bahan pemantauan oleh penilai internal melalui SIM-LITABMAS dengan mengisi/mengunggah laporan kemajuan;
 - g) Mengunggah ke SIM-LITABMAS *softcopy* laporan tahunan atau laporan akhir dan Rekapitulasi Laporan keuangan 100% yang telah disahkan Lembaga Penelitian dalam format pdf (ukuran *file* maksimum 5 MB), berikut *softcopy* luaran penelitian (publikasi ilmiah, HKI, Paten, Makalah yang diseminarkan, teknologi tepat guna, rekayasa sosial, buku ajar, dan lain-lain) atau dokumen bukti luaran;
 - h) Menyiapkan bahan presentasi kelayakan dan kompilasi luaran penelitian pada akhir pelaksanaan penelitian melalui SIM-LITABMAS termasuk luaran penelitian yang dihasilkan;
 - i) Menyerahkan *hardcopy* Laporan Kemajuan dan Laporan Lengkap Penelitian;
 - j) Membayar pajak sesuai ketentuan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 5

- (1) Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan (**Mei s.d Desember**) dan berakhir tanggal **10 Desember 2013**, terhitung dari tanggal yang tercantum dalam surat perjanjian pelaksanaan.
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** dengan suatu alasan tidak dapat menyelesaikan pelaksanaan perjanjian ini, maka **PIHAK KEDUA** wajib menunjuk pengganti ketua pelaksana yang merupakan salah satu anggota tim.
- (3) Apabila batas waktu habisnya penelitian ini **PIHAK KEDUA** belum menyerahkan hasil pekerjaan seluruhnya kepada **PIHAK PERTAMA**, maka **PIHAK KEDUA** dikenakan denda sebesar 1‰ (satu permil) setiap hari keterlambatan sampai setinggi-tingginya 5% (lima persen) dari nilai surat perjanjian pelaksanaan penelitian, terhitung dari tanggal jatuh tempo yang telah ditetapkan sampai dengan berakhirnya pembayaran dana penelitian.
- (4) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak menyerahkan laporan hasil penelitiannya sampai batas waktu yang telah ditetapkan pada kontrak kerja ini dalam akhir tahun anggaran yang sedang berjalan dan batas waktu proses pencairan biayanya telah berakhir, maka seluruh biaya yang bersangkutan yang belum sempat dicairkan, dinyatakan hangus (tidak dapat dicairkan kembali).
- (5) Kelalaian yang menyebabkan tidak selesainya penelitian sehingga luaran yang dijanjikan dalam proposal sebagaimana dimaksud pada pasal 4 tidak terpenuhi menjadi tanggung jawab **PIHAK KEDUA**.

Pasal 6

- (1) **PIHAK KEDUA** berkewajiban untuk menjamin bahwa penelitian dengan judul sebagaimana disebut pada pasal 1 bukan plagiat atau duplikasi penelitian. Jika ternyata bahwa penelitian yang dilakukan adalah plagiat atau duplikasi penelitian, maka **PIHAK KEDUA** bersedia dibatalkan penelitiannya oleh **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** berkewajiban mengembalikan semua dana yang diterima ke Kas Negara;
- (2) Apabila **PIHAK KEDUA** tidak dapat melaksanakan tugas sebagaimana dimaksud dalam Pasal 1 maka harus mengembalikan dana yang telah diterimanya ke Kas Negara.

Pasal 7

- (1) **PIHAK KEDUA** harus menyerahkan *hardcopy* laporan hasil penelitian sebanyak 8 (delapan) eksemplar dan 1 (satu) buah "*soft copy*".
- (2) Laporan hasil penelitian dalam bentuk "*hard copy*" tersebut harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:
 1. Bentuk/ukuran kertas kuarto;

2. Warna sampul muka merah muda;
3. Dibawah bagian kulit ditulis:

Dibiayai oleh:
 Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
 Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi
 Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan,
 sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI
 (Master Plan Percepatan Pertumbuhan Pembangunan Ekonomi Indonesia)
 Nomor: 284/SP2H/PL/DIT.LITABMAS/II/2013, tanggal 15 Juli 2013

- (3) **Softcopy** laporan hasil Penelitian sebagaimana tersebut pada ayat (2) harus diunggah ke SIM-LITABMAS oleh **PIHAK KEDUA**.
- (4) **PIHAK KEDUA** juga diharuskan untuk mengirimkan 1 (satu) eksemplar laporan hasil penelitian "hard copy" langsung kepada :
 1. Perpustakaan Nasional Republik Indonesia, Jalan Salemba Raya 28A, Jakarta 10002;
 2. Pusat Dokumentasi Ilmiah Indonesia (PDII) LIPI, Jalan Gatot Subroto, Jakarta;
 3. BAPPENAS c.q. Biro APKO, Jalan Suropati No.2, Jakarta;
 4. Perpustakaan Perguruan Tinggi yang bersangkutan;
 5. Fakultas masing-masing peneliti.

Pasal 8

Hal-hal dan/atau segala sesuatu yang berkenaan dengan kewajiban pajak berupa:

1. Pembelian barang dan jasa PPN 10% PPh 22 sebesar 1,5%
2. Belanja honorarium PPh Pasal 21:
 - a. 5% bagi yang memiliki NPWP untuk golongan III, dan 6% bagi yang tidak memiliki NPWP.
 - b. Untuk golongan IV sebesar 15%.
3. Dan Pajak – Pajak lain sesuai ketentuan yang berlaku.
4. Pajak-pajak tersebut dibayarkan oleh **PIHAK KEDUA** ke Kas Negara sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 9

- (1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan program Penelitian tersebut diatur dan dikelola sesuai dengan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.
- (2) Hasil Penugasan Penelitian berupa peralatan dan/atau alat yang dibeli dari kegiatan penelitian ini adalah milik negara yang dapat dihibahkan kepada Lembaga lain melalui Surat Keterangan Hibah.

Pasal 10

- (1) Apabila terjadi perselisihan antara **PIHAK PERTAMA** dan **PIHAK KEDUA** dalam pelaksanaan perjanjian ini akan dilakukan penyelesaian secara musyawarah dan memilih pengadilan negeri apabila tidak tercapai penyelesaian secara musyawarah.
- (2) Hal-hal yang belum diatur dalam perjanjian ini diatur kemudian oleh kedua belah pihak secara musyawarah.

Pasal 11

Surat Perjanjian Pelaksanaan Penugasan Penelitian MP3EI (Master Plan Percepatan Pertumbuhan Pembangunan Ekonomi Indonesia) T.A. 2013 ini dibuat rangkap 3 (tiga), dua diantaranya bermaterai cukup sesuai dengan ketentuan yang berlaku, dan biaya materainya dibebankan kepada **PIHAK KEDUA**.



PIHAK PERTAMA
Prof. Dr. H. Jutri, M.Pd
NIP. 19591231 198503 1 016

PIHAK KEDUA

Dr. Alimuddin S.Si.,M.Si
NIP. 19691231 199702 1 001



Menyetujui
Rektor

Prof. Dr. H. Arismunandar, M.Pd
NIP. 19820714 198702 1 001



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
LEMBAGA PENELITIAN

Kampus UNM Jl. A. Pangerang Pettarani, Makassar - 90222
Telepon (0411) 868879 - 884533 Fax. 868879 Email: lemlitunm@yahoo.co.id

- Puslit Kependudukan dan Lingkungan Hidup
- Puslit Makanan Tradisional, Gizi dan Kesehatan
- Puslit Pemberdayaan Perempuan
- Puslit Pengembangan Ilmu Pendidikan
- Puslit Budaya dan Seni Etnik Sulawesi
- Puslit Pemuda dan Olah Raga

Nomor : 651/UN.36.9/PL/2013
Lamp : 1 (satu) eksp proposal
Hal : Izin Penelitian

16 Juli 2013

Yth. Kepala Laboratorium Biologi FMIPA UNM
di Makassar

Dengan hormat disampaikan bahwa dosen yang tersebut di bawah ini:

Nama : Dr. Alimuddin Ali, S.Si., M.Si
NIP : 19691231 199702 1001
Fakultas/Jurusan : FMIPA UNM/Biologi

Akan melakukan penelitian dengan judul:

Revitalisasi Lahan Marginal untuk Budidaya Ubi Kayu melalui Inovasi Teknologi Humus Sintetik dan Augmentasi Mot Ramah Lingkungan

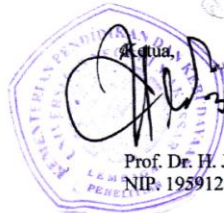
Skim Penelitian : MP3EI
Lokasi Penelitian : Laboratorium Biologi FMIPA UNM

Anggota tim penelitian: 1. Dr. Ir. Muhammad Junda, M.Si
2. Iwan Dini, S.Si., M.Si
3. Ir. A. Farhan Sjahid, MP

Pelaksanaannya direncanakan selama 3 Tahun

Sehubungan dengan maksud tersebut, dimohon kiranya yang bersangkutan dapat diberikan izin untuk melakukan penelitian.

Atas bantuan dan kerjasama yang baik diucapkan terima kasih.



Prof. Dr. H. Jufri, M.Pd
NIP: 19591231 198503 1 016



UNIVERSITAS NEGERI MAKASSAR
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
JURUSAN BIOLOGI

Alamat : Kampus UNM Parang Tambung Jl. Dg. Tata Raya Telp.(0411) 840610 Makassar

SURAT KETERANGAN PENELITIAN
Nomor : 013/SKP/LAB.BIOLOGI/XII/2013

Yang bertanda tangan di bawah ini, Kepala Laboratorium Biologi FMIPA UNM Makassar menerangkan bahwa :

Nama : Dr. Alimuddin Ali, S.Si, M.Si
N I P : 196912311997021001
Jabatan : Ketua tim peneliti
Unit Kerja : Jurusan Biologi FMIPA UNM
Skim Penelitian : MP3EI
Anggota Peneliti : 1. Dr. Ir. Muhammad Junda, M.Si
2. Iwan Dini, S.Si, M.Si
3. Ir. A. Farchan Sjahid, MP

Benar telah melakukan penelitian dengan judul : *Revitalisasi Lahan Marginal untuk Budidaya Ubi Kayu melalui Inovasi Teknologi Humus Sintetik dan Augmentasi Mot Ramah Lingkungan* di Laboratorium Biologi FMIPA UNM pada bulan Agustus – Nopember 2013.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepadanya untuk dipergunakan seperlunya.

Makassar, 5 Desember 2013

Kepala Lab. Biologi FMIPA UNM

Dr. Alimuddin Ali, S.Si, M. Si
NIP. 19691231 199702 1 001