

**ISOLASI CENDAWAN PELARUT FOSFAT DARI AKAR DAN
RIZOSFER TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Robx.)**

SKRIPSI

*Diajukan kepada Tim Penguji Sebagai Salah Satu Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Sains*



**SINDI PELAWINA BR PELAWI
15032028/2015**

**PRODI BIOLOGI
JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2019**

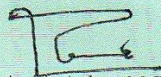
PERSETUJUAN SKRIPSI

ISOLASI CENDAWAN PELARUT FOSFAT DARI AKAR DAN RIZOSFER TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Nama : Sindi Pelawina Br Pelawi
Nim/TM : 15032028/2015
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 15 Agustus 2019

Mengetahui:
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Azwir Anhar, M.Si.
NIP.19561231 198803 1 009

Disetujui Oleh:
Pembimbing



Dezi Handayani, S.Si, M.Si
NIP. 19770126 200604 2 002

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

Nama : Sindi Pelawina Br Pelawi
NIM/ BP : 15032028/ 2015
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

ISOLASI CENDAWAN PELARUT FOSFAT DARI AKAR DAN RIZOSFER TEMULAWAK (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

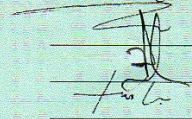
Dinyatakan lulus setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 15 Agustus 2019

Tim Penguji

	Nama
1. Ketua	: Dezi Handayani, S.Si, M.Si
2. Anggota	: Drs. Mades Fifendy, M.Biomed
3. Anggota	: Dr. Dwi Hilda Putri, M. Biomed

Tanda Tangan



SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sindi Pelawina Br Pelawi
NIM/BP : 15032028/2015
Program Studi : Biologi
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi saya dengan judul “Isolasi cendawan pelarut fosfat dari akar dan rizosfer temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)” adalah benar hasil karya sendiri dan bukan hasil plagiat dari karya orang lain. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya, pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan penuh kesadaran dan rasa tanggung jawab sebagai anggota masyarakat ilmiah.

Padang, 15 Agustus 2019

Diketahui oleh,
Ketua Jurusan Biologi



Dr. Azwir Anhar, M. Si.
NIP.19561231 198803 1 009

Saya yang menyatakan,



Sindi Pelawina Br Pelawi
NIM. 15032028

Isolasi Cendawan Pelarut Fosfat dari Akar dan Rizosfer Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Sindi Pelawina Br Pelawi

ABSTRAK

Cendawan pelarut fosfat merupakan salah satu mikroba yang mampu melepas fosfat yang terikat oleh komponen tanah menjadi tersedia bagi tanaman sehingga bermanfaat dalam bidang pertanian. Suatu cendawan dikatakan memiliki kemampuan melarutkan fosfat secara *in vitro* bila terbentuk zona bening pada media *pikovskaya*. Indeks kelarutan menunjukkan bahwa cendawan mampu dalam melepaskan ikatan fosfat dari tanah. Semakin besar indeks pelarutan fosfat maka semakin besar kemampuan dalam melepaskan ikatan fosfat. Cendawan pelarut fosfat dapat diisolasi dari akar dan rizosfer tanaman. Tujuan penelitian ini adalah mengisolasi cendawan dari akar rizosfer tanaman temulawak, melakukan pengamatan morfologi (makroskopis dan mikroskopis serta menguji aktivitas pelarut fosfat cendawan hasil isolasi.

Jenis penelitian ini adalah deskriptif. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Penelitian Terpadu FMIPA UNP pada Januari hingga Juni 2019. Akar dan rizosfer temulawak yang diisolasi cendawannya diperoleh dari Lubuk Minturun, Tabing, dan Air Tawar Barat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 22 isolat murni cendawan berhasil diisolasi. Sebanyak 15 isolat diantaranya diperoleh dari akar dan 7 isolat diantaranya diperoleh dari rizosfer temulawak. Hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis secara umum adalah koloni bulat, didominasi warna putih, hifa umumnya bersekat dan sebagian besar steril. Ada satu isolat yang memiliki aktivitas pelarut fosfat dengan indeks kelarutan terbesar diperoleh pada hari pertama inkubasi (5,32%) oleh isolat RTM3(3). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa telah dapat diisolasi 22 isolat cendawan dari akar dan rizosfer temulawak dan hanya satu yang mampu melarutkan fosfat.

Kata Kunci: *Temulawak, Isolasi Cendawan, Pelarut Fosfat*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Isolasi Cendawan Pelarut Fosfat Dari Akar Tanaman Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)”.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Padang. Keberhasilan penulis tidak dalam menyelesaikan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dezi Handayani, S.Si., M.Si sebagai dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, dan arahan serta memberi semangat dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, M. Biomed sebagai penasehat akademik yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, saran, dan arahan serta memberi semangat dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Drs. Mades Fifendy, M. Biomed dan Ibu Dr. Dwi Hilda Putri, M. Biomed sebagai tim penguji yang telah memberikan saran dan kritikan untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini.

4. Ketua Jurusan, Sekretaris Jurusan, Ketua Program Studi Biologi, seluruh dosen dan staf Jurusan yang telah membantu dalam kelancaran skripsi ini.
5. Keluarga yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.
6. Serta rekan-rekan mahasiswa Biologi dan teman-teman yang telah membantu dalam pengambilan sampel dan bahan penelitian.

Semoga semua bantuan, bimbingan, dukungan, dan petunjuk yang telah diberikan kepada penulis menjadi amal ibadah dan mendapatkan imbalan yang setimpal dari Tuhan. Semoga skripsi yang penulis selesaikan dapat bermanfaat bagi kita semua dengan mengharapkan kritik dan saran yang membangun guna kesempurnaan skripsi ini.

Padang, Agustus 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	vii
 BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Botani Temulawak (<i>Curcuma xanthorrhiza</i> Roxb.).....	4
B. Peranan Fosfat dalam Tanaman.....	6
C. Mikroorganisme Pelarut Fosfat	8
D. Mekanisme Pelarut Fosfat	10
 BAB III METODE PENELITIAN.....	12
A. Jenis Penelitian	12
B. Waktu dan Tempat Penelitian.....	12
C. Alat dan Bahan	12
D. Prosedur Penelitian.....	13
E. Analisis Data.....	17
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	18
A. Hasil.....	18
B. Pembahasan	25
 BAB V PENUTUP.....	30
A. Kesimpulan.....	30
B. Saran	30
 DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Karakteristik Koloni Cendawan pada Akar Temulawak	18
Tabel 2. Karakteristik Koloni Cendawan pada Rizosfer Temulawak.....	22
Tabel 3. Indeks Kelarutan Fosfat	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Bagian Tanaman Temulawak (a) daun, (b) batang, dan (c) akar	5
Gambar 2. Uji Aktivitas Pelarut Fosfat pada Hari Ke-3 (a,b) Isolat RTM3(3) Tampak Atas dan Tampak Bawah	24

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Cara Kerja.....	34
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	35

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Fosfat merupakan unsur hara makro yang bersifat esensial bagi tanaman. Fosfat berperan sebagai sumber energi utama dalam proses fisiologis tanaman serta reaksi metabolisme dan biosintesis. Kekurangan fosfat dapat menyebabkan gangguan fisiologis tanaman dan dampaknya dapat diamati secara visual yaitu daun-daun yang tua akan berwarna keunguan atau kemerahan karena terbentuk pigmen antosianin (Campbell *et al.*, 2002; Hefdiyah dan Shovitri, 2014). Kekurangan unsur hara fosfat dapat diatasi dengan penggunaan pupuk kimia, namun penggunaan pupuk kimia secara terus menerus dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada tanah dan tingginya residu pupuk fosfat di dalam tanah. Suranti *et al.* (2005) dan Yasser *et al.* (2014), menyatakan bahwa unsur hara fosfat sebagian terdapat dalam bentuk senyawa kompleks terikat oleh koloid tanah dan sulit untuk didegradasi sehingga sisanya menjadi residu yang tertinggal di dalam tanah.

Unsur hara fosfat yang tidak dapat diserap oleh tanaman akan mengalami penimbunan di dalam tanah. Dengan demikian, upaya mengatasi rendahnya fosfat dengan cara pemupukan ternyata tidak efisien, sehingga perlu cara lain dalam mengoptimalkan penyerapan fosfat tersebut. Cara yang ditawarkan yaitu pemanfaatan bahan organik ataupun mikroorganisme melalui bioteknologi tanah, yaitu dengan memanfaatkan mikroba (bakteri dan cendawan) endofit (Gandjar *et al.*, 1999; Korolev *et al.*, 2008; Bolan, 1991).

Whitelaw (2000), menyatakan bahwa mikroba pelarut fosfat (MPF) merupakan agen yang dapat mengefisiensikan pupuk fosfat, sehingga dapat meningkatkan konsentrasi fosfat pada tanaman. Kemampuan MPF sangat beragam tergantung dari jenis mikroba, daya adaptasi, hingga kemampuan dalam memproduksi asam-asam organik dan enzim. Medium yang akan digunakan untuk menguji potensi pelarutan fosfat merupakan medium khusus yaitu *pikovskaya* dengan sumber fosfat yang digunakan adalah $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Cendawan yang mampu melarutkan fosfat akan membentuk *halozone* (zona bening) pada media *pikovskaya*. Untuk menghitung potensi cendawan dengan menggunakan nilai indeks pelarutan yaitu nisbah antara diameter zona bening terhadap diameter koloni (Premono, 1998).

Beberapa peneliti telah melakukan isolasi cendawan endofit yang mampu melarutkan fosfat pada beberapa jenis tanaman. Handayani (2017), berhasil mengisolasi cendawan pelarut fosfat dari famili Gramineaceae. Sedangkan Katznelson *et al.* (1962) berhasil menemukan cendawan pelarut fosfat dari famili Fabaceae, Myrtaceae, Poaceae, dan Betulaceae.

Sejauh ini belum ada laporan mengenai keberadaan cendawan pelarut fosfat dari tanaman dengan famili Zingiberaceae. Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti tertarik untuk mengisolasi cendawan pelarut fosfat dari famili Zingiberaceae yaitu pada akar dan rizosfer temulawak. Dilakukan penelitian dengan judul Isolasi Cendawan Pelarut Fosfat Dari Akar Tanaman Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.).

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang dipaparkan, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah cendawan pelarut fosfat pada rizosfer dan akar tanaman temulawak berhasil diisolasi?
2. Bagaimana morfologi cendawan hasil isolasi secara makroskopis dan mikroskopis dari akar tanaman temulawak?
3. Bagaimanakah aktivitas pelarut fosfat cendawan hasil isolasi pada rizosfer dan akar tanaman temulawak?

C. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk:

1. Mendapatkan isolat cendawan endofit pelarut fosfat dari rizosfer dan akar tanaman temulawak.
2. Mengetahui morfologi cendawan hasil isolasi secara makroskopis dan mikroskopis dari akar tanaman temulawak.
3. Mengetahui aktivitas pelarut fosfat pada isolat cendawan dari rizosfer dan akar tanaman temulawak.

D. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi sebagai berikut:

1. Menambah informasi ilmu pengetahuan dalam bidang mikrobiologi.
2. Dapat dijadikan sebagai informasi dan bahan acuan awal mendapatkan alternatif pengganti pupuk anorganik yang tidak efisien.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

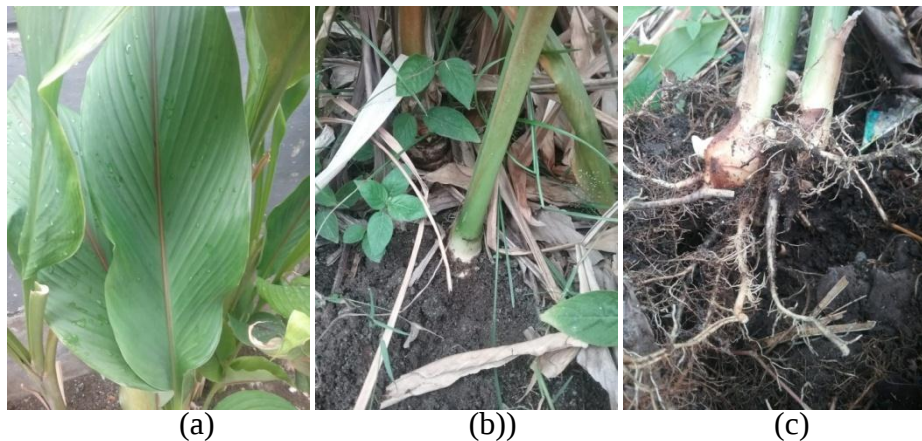
A. Botani Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.)

Temulawak merupakan tanaman ternu tahunan, berwarna hijau dan rimpang yang berwarna coklat gelap. Tanaman ini sering ditemukan dalam semak hutan jati, tetapi ada yang ditanam dan dibudidayakan, khususnya di daerah pulau Jawa. Rimpang temulawak mengandung zat kuning kurkumin, minyak atsiri, pati, protein, lemak (fixed oil), selulosa, dan mineral (Hadipoetyanti dan Syaid, 2007).

Temulawak termasuk famili Zingiberaceae. Temulawak satu famili dengan anggota temu-temuan lainnya, yakni temu hitam (*Curcuma aeruginosa*), kunyit (*Curcuma domestika* Val.), kencur (*Kaemferia galanga*), lengkuas (*Lenguas galanga*), dan jahe (*Zingiber officinale* Roxb.). Di sepanjang daerah tropis, famili Zingiberaceae terdiri dari 47 genus dan 1400 spesies.

Klasifikasi tumbuhan temulawak yang digunakan pada penelitian ini memiliki taksonomi sebagai berikut : (Said, 2007)

Devisi : Spermatophyta
Subdevisi : Angiospermae
Kelas : Monocotyledonae
Bangsa : Schitaminae
Famili : Zingiberaceae
Genus : Curcuma
Spesies : *Curcuma xanthorrhiza* Roxb.



Gambar 1. Bagian Tanaman Temulawak (a) daun, (b) batang, dan (c) akar
(Pelawi, 2019)

Temulawak termasuk tanaman tahunan yang tumbuh merumpun. Tanaman ini berbatang semu dan habitatnya mencapai 2 – 2,5 meter. Tiap rumpun tanaman terdiri atas beberapa tanaman (anakan), dan tiap tanaman memiliki 2-9 helai daun. Daun tanaman temulawak bentuknya panjang dan agak lebar. Lamina daun dan seluruh ibu tulang daun bergaris hitam. Panjang daun sekitar 50 – 55 cm, lebarnya ± 18 cm, dan tiap helai daun melekat pada tangkai daun yang posisinya saling menutupi secara teratur.

Habitus tanaman dapat mencapai lebar 30 -90 cm, jumlah anakan per rumpun antara 3 – 9 anak. Tanaman temulawak dapat berbunga terus-menerus sepanjang tahun secara bergantian yang keluar dari rimpangnya (tipe erantha). Temulawak memiliki bunga berukuran pendek dan melebar. Bagian pangkal bunga berwarna ungu, sedangkan mahkota bunga secara keseluruhan berwarna putih atau kuning tua. Bunga temulawak senantiasa berbunga sepanjang tahun. Bunga biasanya keluar secara bergantian dari rimpang tanaman ini (Suriana dan Shobariani, 2013).

Rimpang induk temulawak bentuknya bulat seperti telur, sedangkan rimpang cabang terdapat pada bagian samping yang bentuknya memanjang. Tiap tanaman memiliki rimpang cabang antara 3 – 4 buah. Warna kulit rimpang sewaktu masih muda maupun tua adalah kuning tua. Warna daging rimpang adalah kuning, dengan cita rasanya pahit, berbau tajam serta keharumannya sedang. Rimpang terbentuk dalam tanah pada kedalaman $\pm$ 16 cm. Sistem perakaran tanaman temulawak termasuk akar serabut. Akar-akarnya melekat dan keluar dari rimpang induk. Panjang akar sekitar 25 cm dan letaknya tidak beraturan (Rukmana, 1995).

Aroma dan warna khas temulawak adalah berbau tajam dan daging buahnya berwarna kekuning-kuningan. Di dalamnya terkandung protein, pati, zat warna kuminoid dan minyak atsiri. Kandungan kimia minyak atsirinya antara lain, feladren, kamfer, turmerol, tolilmetilkarbonal, arkurkumen, zingiberen, kuzerenon, garmakron, β -tumeron, dan xanthorizaol (kandungan tertinggi 40%) (Agoes, 2010).

B. Peranan Fosfat dalam Tanaman

Fosfat merupakan hara makro bersifat esensial bagi tanaman (Chang dan Yang, 2009). Unsur hara fosfat sebagian besar terdapat dalam bentuk kompleks yang terikat oleh koloid tanah dan sulit untuk didegradasi sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman (Hanifah, 2005). Menurut Sanjotha *et al.* (2011), fosfat merupakan nutrisi esensial yang diperlukan oleh tanaman dalam pertumbuhan dan perkembangannya. Fosfat terdapat dalam jumlah yang melimpah dalam tanah, namun sebagian besar tidak dapat digunakan oleh tanaman.

Fosfat yang diserap tanaman direduksi, melainkan senyawa-senyawa anorganik dalam bentuk teroksidasi. Fosfat anorganik banyak terdapat di dalam cairan sel sebagai komponen penyangga tanaman. Dalam bentuk fosfat terdapat sebagai: (1) fosfolipid, yang merupakan komponen membran sitoplasma dan kloroplas; (2) fitin, merupakan simpanan fosfat dalam biji; (3) gula fosfat, yang merupakan senyawa antara dalam berbagai proses metabolisme tanaman; (4) nucleoprotein, komponen utama DNA dan RNA dalam inti sel; (5) ATP, ADP, AMP, dan senyawa sejenis sebagai senyawa berenergi tinggi untuk metabolisme; (6) NAD dan NADP, merupakan koenzim penting dalam proses reduksi dan oksidasi; (7) FAD dan berbagai senyawa lain, yang berfungsi sebagai pelengkap enzim tanaman (Salisbury dan Ross, 1995).

Adenosin trifosfat (ATP) terbentuk melalui proses fosforilasi oksidatif pada asimilasi fosfat oleh tumbuhan. Fosfat yang diasimilasi menjadi ATP dengan cepat segera ditransfer melalui reaksi berikutnya menjadi berbagai macam bentuk fosfat dalam tanaman, diantaranya gula fosfat, fosfolipid, dan nukleotida. Asam deoksiribonukleat (DNA) yang tersusun dari basa purin dan pirimidin, gula dan fosfat, berfungsi sebagai pembawa informasi, sedangkan RNA sebagai penterjemah informasi dan keterlibatan lain dalam sintesis protein. NAD, NADP, dan FAD berlaku sebagai reduktan dalam sintesis senyawa-senyawa tumbuhan. Fosfat juga merupakan penyusun fitin, yaitu bentuk utama P yang tersimpan dalam biji. Substansi ini merupakan garam kalsium dan magnesium inositol asam heksafosfat, sedangkan fosfolipid merupakan bahan yang berperanan penting dalam mengatur permeabilitas sel dan pengangkutan ion (Salisbury dan Ross, 1995).

C. Mikroorganisme Pelarut Fosfat

Umumnya mikroorganisme pelarut fosfat secara alami berada di tanah berkisar 0,1–0,5% dari total populasi mikroorganisme (Kucey, 1983). Populasi mikroorganisme pelarut fosfat dari kelompok bakteri jauh lebih banyak dibandingkan dengan kelompok fungi. Jumlah populasi bakteri pelarut fosfat dapat mencapai 12 juta per gram tanah sedangkan fungi pelarut fosfat hanya berkisar 20 ribu sampai dengan satu juta per gram tanah (Alexander, 1978). Mikroorganisme ini hidup terutama di sekitar perakaran tanaman, yaitu di daerah permukaan tanah sampai kedalaman 25 cm dari permukaan tanah. Keberadaan mikroorganisme ini berkaitan dengan banyaknya jumlah bahan yang secara langsung mempengaruhi jumlah dan aktivitas hidupnya. Akar tanaman mempengaruhi kehidupan mikroorganisme dan secara fisiologis mikroorganisme yang berada dekat dengan daerah perakaran akan lebih aktif dari pada yang hidup jauh dari daerah perakaran.

Keberadaan mikroorganisme pelarut fosfat dari suatu tempat ke tempat lainnya sangat beragam. Salah satu yang menyebabkan keragaman tersebut adalah sifat biologisnya. Ada yang hidup pada kondisi asam, dan ada pula yang hidup pada kondisi netral dan basa, ada yang hipofilik, mesofilik, dan termofilik, ada yang hidup sebagai aerob dan ada yang anaerob, dan beberapa sifat lain yang bervariasi. Masing-masing mikroorganisme memiliki sifat-sifat khusus dan kondisi lingkungan optimal yang berbeda-beda yang mempengaruhi efektivitasnya melarutkan fosfat. Pertumbuhan mikroorganisme pelarut fosfat sangat dipengaruhi oleh kemasaman tanah. Pada tanah masam, aktivitas mikroorganisme didominasi oleh kelompok fungi sebab pertumbuhan fungi

optimum pada Ph 5-5,5. Pertumbuhan fungi menurun bila Ph meningkat. Fungi dalam tanah berbentuk miselium ataupun spora. Miselium atau fungi tersebar di antara partikel tanah dan tersusun dalam hifa-hifa, ada yang bersepta dan ada yang tidak.

Aktivitas dan kepadatan populasi mikroba tanah juga ditentukan oleh perubahan kondisi fisika dan kimia tanah, jenis tanaman yang dibudidayakan, nutrisi tanah, Ph, kelembaban, serta teknik budidaya yang diterapkan (Ponmurugan and Gopi, 2006). Fosfat di dalam tanah dapat dibedakan dalam dua bentuk, yaitu P-organik dan P-anorganik. Kandungannya sangat bervariasi tergantung pada jenis tanah, tetapi pada umumnya rendah (Elfiati, 2005). Fosfat berasal dari bahan, sedangkan fosfat anorganik berasal dari mineral-mineral yang mengandung fosfat. Pelarutan senyawa fosfat oleh mikroorganisme pelarut fosfat berlangsung secara kimia dan biologis baik untuk bentuk fosfat maupun anorganik. Mikroorganisme pelarut fosfat membutuhkan adanya fosfat dalam bentuk tersedia dalam tanah untuk pertumbuhannya.

Penggunaan mikroorganisme pelarut fosfat masih menghadapi beberapa kendala seperti tanah, karena setiap jenis tanah mempunyai bentuk fosfat yang berbeda-beda antara lain pada lahan masam bentuk fosfat didominasi oleh Al-P, Fe-P atau *occluded*-P sedangkan pada lahan basa didominasi oleh bentuk Ca-P.

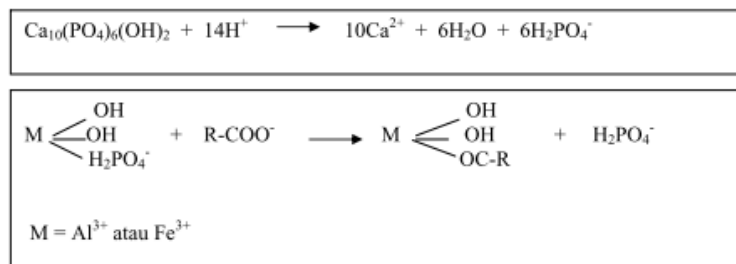
Fungi pelarut fosfat merupakan salah satu anggota mikroba tanah yang dapat meningkatkan ketersediaan fosfat di dalam tanah dan dapat diserap oleh tanaman. Beberapa fungi yang dapat melarutkan fosfat antara lain adalah dari genus *Aspergillus* (Patil *et al.*, 2012), *Penicilium* (Jayadi *et al.*, 2013), *Fusarium* (Sharma *et al.*, 2013), dan *Sclerotium* (Elfiati *et al.*, 2016). Setiap mikroba pelarut

fosfat menghasilkan jenis dan jumlah asam yang berbeda dan ada kemungkinan lebih dari satu jenis mikroba pelarut fosfat menghasilkan lebih dari satu jenis asam.

D. Mekanisme Pelarutan Fosfat

Mekanisme pelarutan fosfat secara kimia merupakan mekanisme pelarutan fosfat utama yang dilakukan oleh mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut mengekskresikan sejumlah asam berbobot molekul rendah seperti oksalat, suksinat, tartrat, sitrat, laktat, α -ketoglutarat, asetat, formiat, glikolat, glioksilat, malat, dan fumarat (Illmer & Schinner, 1992). Perubahan Ph berperan penting dalam peningkatan kelarutan fosfat. Selanjutnya asam-asam ini akan bereaksi dengan bahan pengikat fosfat seperti Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} , atau Mg^{2+} membentuk khelat yang stabil sehingga mampu membebaskan ion fosfat terikat dan oleh karena itu dapat diserap oleh tanaman. Pelarutan fosfat secara biologis terjadi karena mikroorganisme tersebut menghasilkan enzim antara lain enzim fosfatase dan enzim fitase. Fosfatase merupakan enzim yang akan dihasilkan apabila ketersediaan fosfat rendah. Fosfatase diekskresikan oleh akar tanaman dan mikroorganisme dan di dalam tanah yang lebih dominan adalah fosfatase yang dihasilkan oleh mikroorganisme (Joner dalam Suriadikarta & Simanungkalit, 2006).

Reaksi pelarutan P oleh penurunan pH dan terdapatnya gugus karboksilat, sederhana secara sederhana dapat digambarkan sebagai berikut:



Terdapatnya asam-asam organiksitat, oksalat, malat, tartarat, dan malonat di dalam tanah sangat penting, artinya dalam mengurangi pengikatan P oleh unsur penjerapannya pada tanah masam. Mikroba menghasilkan asam-asam tersebut melalui proses katabolisme glukosa dan siklus asam trikarboksilat (TCA), yang merupakan kelanjutan dari reaksi glikolisis. Asam-asam ini merupakan substrat untuk proses anabolisme dalam sintesis asam amino dan makromolekul (Dawes dan Sutherland, 1976).

BAB V PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Didapatkan 22 isolat murni cendawan endofit dengan karakteristik yang berbeda, 15 isolat diantaranya diisolasi dari akar temulawak dan 7 isolat diisolasi dari akar.
2. Morfologi isolat yang diperoleh secara maskroskopis dan mikroskopis berbeda-beda, tetapi belum bisa dijadikan rujukan untuk identifikasi.
3. Isolat cendawan endofit yang mampu melarutkan fosfat pada media *pikovskaya* adalah isolat TM1A3(4) dan RTM3(3) serta isolat yang dapat dihitung indeks kelarutan fosfatnya yaitu isolat RTM3(3) dengan nilai indeks kelarutan fosfat tertinggi pada hari ke-1 sebesar 5,32.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilaksanakan maka disarankan untuk peneliti selanjutnya agar bekerja lebih aseptis dalam pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agoes, Azwar. 2010. *Tanaman Obat Indonesia*. Jakarta: Salemba Medika.
- Bolan, N.S. 1991. A Critical on the Role of Microrhizal Fungi in the Uptake of Phosphorus by Plants. *Journal Plant and Soil*. 134(2), 189-207.
- Campbell. N.A. and J.B. Reece. 2002. *Biologi. Eight Edition*. San Fransisco: Pearson Education Inc.
- Chang, C., and Yang, S. 2009. Bioresouce Technology Thermo-tolerant Phosphate-solubilizing microbes for Multi-Functional Biofertilizer Preparation. *Journal Bioresource Technology*. 100(4), 1649-1658.
- Dawes, I.W and I.W, Suterland. 1976. *Microbial Physiology*. New York: John Wiley and Sons.
- Domasch, K.H., W. Gams, and T.H. Anderson. 1980. *Compendium of Soil Fungi*. Vol 1. London: Academic Press.
- Elfianti, D. 2005. Peranan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Skripsi*. Universitas Sumatra Utara.
- Fatmala, V., Mariani, S. dan Jamillah. 2014. Eksplorasi dan potensi jamur pelarut fosfat pada Andisol terkena dampak erupsi gunung sinabung dengan beberapa ketebalan abu di kecamatan Naman Teran Kabupaten Karo. *Jurnal Agroteknologi*. 3(3), 1164-1168.
- Gandjar,I., R.A. Samson, K. van den Tweel-Vermeulen, A. Oetari dan I, Santoso. 1999. *Pengenalan Kapang Sistem Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Goenadi, D.H., dan R. Saraswati. 1993. Kemampuan melarutkan fosfat dari beberapa isolat fungi pelarut fosfat. *Jurnal Menara Perkebunan*. 61(3), 61-66.
- Hadipoentyanti, E. dan S. F. Syaid. 2007. Respons Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) Hasil Rimpang Kultur Jaringan Generasi Kedua Terhadap Pemupukan. *Jurnal Littri*. 13(3); 106-110.
- Handayani D. 2011. Potensi Aspergillus dan Penicillium Asal Serasah Dipterocarp Sebagai Endosimbion Akar Pelarut Fosfat. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Handayani D., Fifendy, M., dan Yensi, V., 2018. Isolation of Endophytic Phosphate Solvent Fungi From Rice Plant Roots (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Bioscience*. 2(1), 93-102.

- Heddy, S. dan M. Kurniati. 1994. *Prinsip-prinsip Dasar Ekologi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Illmer, P., and Schinner, F. 1992. Solubilization of Organic Phosphates by Microorganisms Isolated From Forest Soil. *Journal Soil Biol. Biochem.* 24(4), 389-395.
- Ilyas, Muhammad. 2007. Isolasi dan identifikasi mikroflora kapang sampel serasah daun tumbuhan di kawasan gunung Lewu, Surakarta, Jawa Tengah. *Jurnal Biodiversitas*. 8 (2): 105-110.
- Jayadi, M., Baharddin and Ibrahim, B. 2013. In Vitro Selection of Rock Phosphate Solubility by Microorganism from Ultisols in South Sulawesi, Indonesia. *Journal Agriculture and Forestry*. 1(4), 68-73.
- Katznelson, H., Peterson, E.A., and Rouatt, J.W. 1962. Phosphate-Dissolving Microorganisms on Seed and in the Root Zone of Plants. *Canadian Journal of Botany*. 40(9), 1181-1186.
- Korolev N, David D.R., Elad Y. 2008. The role of phytohormones in basal resistance and Tricoderma-induced stemic resistance to *Botrytis cinerea* in *Arabidopsis thaliana*. *Jurnal Biocontrol*. 53:667-683.
- Kucey, R. M. N. 1983. Phosphate-solubilizing bacteria and fungi in various cultivated and virgin alberta soils. *Journal Soil Science*. 678(May), 671-678.
- Lestari, Y. Dan R, Saraswati. 1997. Aktivitas enzim fosfatase jamur pelarut fosfat pada tanah podzolik merah kuning. *Dalam Prosiding Seminar Pembangunan pertanian Berkelanjutan Menyongsong Era Globalisasi*, Banjarmasin, 13-14 Maret 1997.
- Patil, P.M., Kuligod, V.B., Hebsur, N.S., Patil, C.R., and Kulkarni, G.N. 2012. Effect of phosphate solubilizing fungi and phosphorus levels on growth, yield and nutrient content in maize (*Zea mays*). *Journal Agriculture Science*. 25(1), 1-5.
- Posangi, Jimmy, dan Bara, Robert. 2014. Analisis aktivitas dari jamur endofit yang terdapat dalam tumbuhan bakau *Avicennia marina* di Tasik 33 Minahasa. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1), 30-38.
- Premono, E.M. 1994. Jasad renik pelarut fosfat, pengaruhnya terhadap P tanah dan efisiensi pemupukan P tanaman tebu. *Disertasi*. Progam Pascasarjana IPB, Bogor.
- Putri, W.K., Siti. K., dan Riza, L. 2015. Jamur rizosfer sebagai agen antagonis pengendali penyakit lapuk *Fusarium* pada batang tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* MuellArg). *Jurnal Protobiont*. 4(3), 14-15.

- Raharjo, B., Agung, S., dan Adustina, D.K. 2007. Pelarutan fosfat anorganik oleh kultur Jamur Pelarut Fosfat secara In Vitro. *Jurnal Sains dan Matematika*. 15(2), 45-54.
- Sharma, S.B., Sayyed, R.Z., Trivedil, M.H., and Gobi. T.A. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *Journal of Earth and Environmental Science*. 21-14.
- Sieber, T.N., and Grunig, C.R. 2006. What are endophytes?. *Soil Biology: Microbial Root Endophytes*. Vol 9, pp. 134-7.
- Sundara, W.V.B., and M.K. Sinha. 1963. Phosphate dissolving microorganisms in the soil and rhizosphere. *Indian J. Agric. Sci.* 33, 272-278.
- Suriadikarta, D.A., dan Simanungkalit, R.D.M. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Jawa Barat: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Hal 2.
- Suriana, Neti dan Shobariani, Irni. 2013. *Ensiklopedia Tanaman Obat*. Malang: Rumah Ide.
- Suartini, N. L. P.E., Darmayasa, I.B.G, and Ardiana, I.P.G. 2005. Uji Keberadaan dan Karakterisasi Mikroba Pelarut Fosfat pada Berbagai Merek Pupuk Organik. *Jurnal Biologi*. 2(2), 42-46.
- Wahyuno, D., Dini, F., dan Dyah, Manohara. 2017. Cendawan endofit akar lada untuk meningkatkan pertumbuhan dan menekan busuk pangkal batang benih lada. *Jurnal Bul. Littro*. 28(1). 57-64.
- Whitelaw, M.A. 2000. Growth Promotion of plants inoculated with phosphate-solubilizing fungi. *Journal Advances in Agronomy*. 69, 99-151. Willey Eastern Limited.
- Yasser, M.M., Mousa, A.S., Massoud, O.N., and Basr, S.H. 2014. Solubilization of Inorganic Phosphate by Phosphate Solubilizing Fungi Isolated from Egyptian Soils. *Journal Biology and Earth Science*. 4(1), 83-90.