

Kode>Nama Rumpun Ilmu* :113/ Biologi

**USULAN
PENELITIAN HIBAH BERSAING**



**PENGEMBANGAN PUPUK HAYATI LOKAL DARI MIKROORGANISME
POTENSIAL ASAL TANAH GAMBUT KALAMPANGAN,
KALIMANTAN TENGAH**

TIM PENGUSUL:

**DR. LISWARA NENENG, M.Si.
WIDYA KRESTINA, S.Si., M.Si.**

**NIDN 0028016807 (Ketua)
NIDN 0001056411 (Anggota)**

**UNIVERSITAS PALANGKA RAYA
SEPTEMBER 2016**

HALAMAN PENGESAHAN HIBAH BERSAING
HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Pengembangan
Pupuk Hayati Lokal dari Mikroorganisme Potensial asal
Tanah Gambut Kalamangan, Kalimantan Tengah

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 113/ Biologi

Ketua Peneliti :

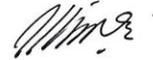
a. Nama Lengkap : Dr. Liswara Neneng, M.Si.
b. NIDN : 0028016807
c. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
d. Program Studi : Pendidikan Biologi
e. Nomor HP : 085252763573
f. Alamat surel (e-mail) : liswara.neneng@yahoo.com

Anggota Peneliti (1) :

a. Nama Lengkap : WidyaKrestina, S.Si.,M.Si.
b. NIDN : 0028078803
c. Perguruan Tinggi : Universitas Palangka Raya
Lama Penelitian : 1 Tahun
Keseluruhan
Penelitian Tahun ke : 1 (Satu)
Biaya Penelitian : Rp. 30.000.000,-
Keseluruhan
Biaya Tahun Berjalan : - diusulkan ke DIKTI Rp.30.000.000,-
- dana internal PT Rp. -
- dana institusi lain Rp. -
- *in kind* sebutkan -

Palangka Raya, Desember 2016

Ketua Peneliti,



(Dr. Liswara Neneng, M.Si.)
NIP. 19680128 199403 2 002



Mengetahui,
Dekan FKIP,

(Prof. Dr. Joni Bungai, M.Pd.)
NIP. 19610701 198403 1 002

Menyetujui,
Ketua lembaga penelitian



Prof. Dr. I Nyoman Sudyana, M.Sc.
NIP. 19620218 198703 1 002

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
RINGKASAN	iv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Khusus	3
1.4 Urgensi Penelitian	3
1.5 Temuan yang Ditargetkan	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 State of The Art	4
2.2 Hasil Studi Pendahuluan	6
2.3 Peta Jalan Penelitian	6
BAB 3. METODE PENELITIAN	7
3.1 Bagan Alir Penelitian	10
BAB 4. BIAYA DAN JADWAL PENELITIAN	11
DAFTAR PUSTAKA	12
LAMPIRAN	13
Lampiran 1. Justifikasi Anggaran Penelitian	14
Lampiran 2. Dukungan Sarana dan Prasarana Penelitian	15
Lampiran 3. Susunan Organisasi Tim Peneliti dan Pembagian Tugas	15
Lampiran 4. Biodata Ketua dan Anggota	16
Lampiran 5. Surat Pernyataan Ketua Peneliti	23

RINGKASAN

Pupuk hayati lokal sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Beberapa produk pupuk hayati di pasaran, juga mengandung mikroorganisme dengan berbagai keunggulan, namun keberhasilan aplikasi mikroorganisme ini di lapangan, sangat bergantung pada kemampuan adaptasinya terhadap kondisi lokal yang ada. Potensi mikroorganisme untuk pupuk hayati dari tanah gambut Kalampangan, Kalimantan Tengah, sangat perlu untuk dieksplorasi dan dikembangkan, karena tanah gambut mendominasi areal daratan di Kalimantan Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap: 1) karakteristik mikroorganisme yang potensial sebagai pupuk hayati dari tanah gambut Kalampangan, Kalimantan Tengah; 2) potensi mikroorganisme untuk melarutkan posfat (bakteri pelarut posfat), menambat nitrogen (bakteri penambat N), dan memecahkan selulosa (fungi selulitik); 3) potensi komposisi mikroorganisme potensial, untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman (kedelai). Penelitian ini merupakan gabungan penelitian eksploratif dan eksperimen. Sumber sampel untuk penelitian eksploratif berasal dari tanah gambut di daerah Kalampangan, sedangkan perlakuan eksperimen terdiri dari 8 (delapan) perlakuan termasuk kontrol positif (EM4) dan kontrol negatif (air). Penelitian dilakukan pada skala laboratorium, menggunakan polibag untuk menguji pengaruh pupuk terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai, pada media tanah gambut. Hasil penelitian memperlihatkan: 1) Karakteristik mikroorganisme yang potensial sebagai pupuk hayati dari tanah gambut Kalampangan, Kalimantan Tengah adalah sebagai berikut: bakteri pelarut fosfat terdiri dari *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Bakteri penambat nitrogen, termasuk ke dalam genus *Azotobacter*, sedangkan cendawan selulitik termasuk ke dalam genus *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp. 2) Mikroorganisme dari tanah gambut Kalampangan, yang ditemukan potensial untuk melarutkan posfat (bakteri pelarut fosfat), menambat nitrogen (bakteri penambat nitrogen non simbiotik, dan memecahkan selulosa (fungi selulitik). 3) Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pemberian pupuk hayati ditambah dengan bahan organik, rata-rata memperlihatkan kemampuan mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai yang lebih baik, pada tanah gambut dibandingkan dengan pemberian pupuk hayati cair tanpa bahan organik. 4) Hasil perlakuan pupuk hayati tanpa bahan organik, memperlihatkan bahwa pupuk hayati cair EM4, lebih baik dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah polong tanaman kedelai, dibandingkan dengan kelompok pupuk hayati cair lokal, sebaliknya pupuk hayati cair lokal (BPF, CS, BPN) lebih mampu meningkatkan jumlah daun dan berat basah polong tanaman kedelai dibandingkan dengan EM4.

Kata Kunci: pupuk hayati, mikroorganisme, tanah gambut

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang Masalah

Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup atau sel mikroorganisme yang berperan mengaktifkan proses biologis untuk membuat pupuk, atau membentuk unsur yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman. Pupuk hayati meliputi mikroorganisme pengikat nitrogen, mikroorganisme pelarut fosfat dan mikroorganisme selulolitik (Boonkerd, 2008), aktivitas mikroorganisme ini mempengaruhi ekosistem tanah dan menghasilkan zat tambahan buat tanaman (Parr *et al.*, 2002). Pengadaan pupuk hayati penting dilakukan untuk meningkatkan kesuburan tanah, dan sekaligus meminimalkan penggunaan pupuk anorganik yang dapat memberikan dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan. Prinsip penggunaan pupuk hayati adalah dengan memanfaatkan kerja mikroorganisme tertentu dalam tanah yang berperan dalam menghancurkan bahan organik, membantu proses mineralisasi dan bersimbiosis dengan tanaman serta sebagai agen biokontrol yang tidak berbahaya bagi proses ekologi dan lingkungan (Simanungkalit, 2009).

Salah satu jenis tanah yang menjadi tempat habitat mikroorganisme adalah tanah gambut. Jenis tanah ini mengandung unsur mikro yang sangat rendah dan diikat cukup kuat (khelat) oleh bahan organik sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Tanah gambut umumnya mempunyai tingkat kemasaman yang relatif tinggi dengan kisaran pH 3 - 5 dan tingkat ketersediaan unsur N, P, K, Ca serta unsur mikro dalam jumlah terbatas (Rao, 1982). Bakteri tanah merupakan kelompok mikroorganisme dalam tanah yang paling banyak dan mungkin meliputi separuh dari biomassa mikroba dalam tanah. Bakteri terdapat dalam segala macam tipe tanah, populasinya menurun dengan bertambahnya kedalaman tanah (Rao, 2004).

Provinsi Kalimantan Tengah merupakan wilayah yang kaya akan tanah gambut yaitu mencapai luas hingga 2.644.438 ha. Tanah gambut di Kalimantan Tengah merupakan gambut pedalaman dan sebagian besar lahan gambut telah di alih fungsikan menjadi areal perkebunan. Meskipun demikian masih ada wilayah lahan gambut yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai sektor pertanian seperti di wilayah Desa Kalampangan Kota Palangka Raya (Rohyani dkk, 2014).

Tanah gambut merupakan tanah yang tidak subur dan miskin akan unsur hara. Ketersediaan fosfor dalam tanah rendah dan ketersediaan Al dan Fe dalam tanah tinggi sehingga mengikat fosfor (P). Fosfor (P) merupakan unsur makro yang sangat penting bagi tumbuhan, namun kandungannya didalam tanah lebih rendah dibandingkan nitrogen (N),

kalium (K) kalsium (Ca). Pada tanah masam, P bersenyawa dalam bentuk-bentuk Al-P, Fe-P dan *Occluded-P*, sedangkan pada tanah bereaksi basa, pada umumnya P bersenyawa sebagai Ca-P. Adanya pengikatan-pengikatan P tersebut menyebabkan pupuk P yang diberikan menjadi tidak efisien, sehingga perlu diberikan dalam takaran yang tinggi (Parman, 2007).

Permasalahan terkait pemberian pupuk hayati ke tanah gambut tidak selalu memberi hasil sesuai diharapkan, karena mikroorganisme yang diintroduksi dari luar lahan gambut, tidak selalu adaptif untuk berkembang biak di tanah gambut. Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan pupuk hayati lokal yang bersumber dari mikroorganisme tanah gambut. Pupuk hayati lokal sangat dibutuhkan untuk meningkatkan kesuburan tanah. Beberapa produk pupuk hayati di pasaran, juga mengandung mikroorganisme dengan berbagai keunggulan, namun keberhasilan aplikasi mikroorganisme ini di lapangan, sangat bergantung pada kemampuan adaptasinya terhadap kondisi lokal yang ada. Potensi mikroorganisme untuk pupuk hayati dari tanah gambut Kalimantan Tengah, sangat perlu untuk dieksplorasi dan dikembangkan, karena tanah gambut mendominasi areal daratan di Kalimantan Tengah.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan umum untuk masalah dalam penelitian pengembangan ini adalah:

Bagaimana formula pupuk hayati lokal yang potensial untuk menunjang pertumbuhan dan produktivitas tanaman di lahan gambut?

Rincian rumusan masalah yang disusun secara lebih operasional adalah sebagai berikut:

- 1) Bagaimana karakteristik mikroorganisme yang potensial untuk pelarut fosfat, penambat nitrogen, dan pendegradasi selulosa, yang diperoleh dari tanah gambut Kalimantan Tengah?
- 2) Bagaimana potensi mikroorganisme dari tanah gambut Kalimantan Tengah, untuk melarutkan fosfat (bakteri pelarut fosfat), menambat nitrogen (bakteri penambat N), dan memecahkan selulosa (fungi selulolitik)?
- 3) Bagaimana perbandingan potensi mikroorganisme yang potensial sebagai pupuk hayati, untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai, pada media tanah gambut?

1.3 Tujuan Khusus

Tujuan khusus penelitian ini adalah untuk mengungkapkan:

- 1) Karakteristik mikroorganisme yang potensial sebagai pupuk hayati dari tanah gambut Kalamangan, Kalimantan Tengah;
- 2) Potensi mikroorganisme untuk melarutkan fosfat (bakteri pelarut fosfat), menambat nitrogen (bakteri penambat N), dan memecahkan selulosa (fungi selulitik);
- 3) Potensi komposisi mikroorganisme potensial sebagai pupuk hayati, untuk meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai, pada media tanah gambut.

1.4 Urgensi (keutamaan) Penelitian.

Penelitian ini penting dilaksanakan dalam rangka mengeksplorasi dan mengoptimalkan manfaat mikroorganisme lokal untuk meningkatkan kesuburan tanah, terutama jenis tanah gambut yang banyak terdapat di wilayah Kalimantan Tengah. Penemuan dan propagasi mikroorganisme pelarut fosfat, penambat nitrogen, dan perombak selulosa dari tanah gambut penting dilakukan karena minimnya kadar hara yang terdapat pada tanah gambut. Hara yang tersedia sangat terbatas, karena masih dalam kondisi terikat pada formasinya. Mikroorganisme dapat membantu meningkatkan ketersediaan hara, dengan cara melarutkan/melepaskan hara dari ikatannya (contohnya fosfat), menangkap hara yang tersedia di udara (contohnya nitrogen), dan mendegradasi selulosa (untuk meningkatkan ketersediaan karbon). Pemanfaatan mikroorganisme lokal juga diharapkan dapat memiliki daya saing yang tinggi dibandingkan dengan pupuk hayati sejenis yang diintroduksi dari luar daerah bahkan diimport dari luar negeri. Pengadaan pupuk hayati lokal ini juga penting dalam rangka mengurangi penggunaan pupuk kimiawi yang banyak membawa dampak negatif bagi lingkungan dan kesehatan manusia.

1.5 Temuan yang Ditargetkan

- 1) Mikroorganisme yang potensial sebagai pelarut fosfat, penambat Nitrogen, dan perombak selulosa dari tanah gambut Kalimantan Tengah.
- 2) Potensi pupuk hayati lokal dari tanah gambut Kalimantan Tengah
- 3) Formula pupuk hayati lokal.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *State of the Art*

Pupuk hayati adalah zat yang mengandung kelompok mikroorganisme fungsional yang memiliki peran dalam menyediakan nutrisi bagi tanaman dan dapat digunakan sebagai pengganti pupuk kimia. Pupuk hayati merupakan pupuk yang diformulasi mengandung mikroba, baik tunggal maupun beberapa mikroba, dalam satu bahan pembawa dengan fungsi untuk menyediakan unsur hara sehingga meningkatkan produksi tanaman. Mikroba pupuk hayati tersebut merupakan mikroba yang bermanfaat dan tidak bersifat patogenik bagi tanaman, beberapa mikroba yang termasuk agensia hayati yang digunakan sebagai pupuk hayati adalah dari golongan bakteri penambat nitrogen, pelarut P dan fasilitator P, pelarut K, penghasil anti mikroba, perombak bahan organik, atau pengakumulasi logam berat (Rohyani, dkk., 2014). Pupuk hayati merupakan inokulan berbahan aktif organisme hidup atau laten dalam bentuk cair atau padat yang memiliki kemampuan untuk memobilisasi, memfasilitasi dan meningkatkan ketersediaan hara tidak tersedia (N_2 , terikat dalam mineral atau terikat dalam bentuk senyawa organik), menjadi bentuk tersedia melalui proses biologis. Dibandingkan dengan pupuk anorganik, pupuk hayati dapat berfungsi ganda yaitu meningkatkan ketersediaan hara, menghasilkan pemacu tumbuh, dan agen hayati yang dapat menekan pertumbuhan mikroba patogen (Simarmata, dkk., 2012).

Mikroorganisme indigenous yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil eksplorasi dan seleksi yang dilakukan peneliti. Potensi mikroorganisme yang dikembangkan untuk menjadi biofertilizer ini diharapkan optimal saat diaplikasikan pada lahan-lahan gambut, terutama yang ada di wilayah Kalimantan Tengah maupun wilayah lain yang memiliki karakteristik yang relatif sama. Media cair yang akan digunakan sebagai media tumbuh juga merupakan hasil uji peneliti sejak tahun 2006. Komposisi media cair yang akan digunakan sebagai penunjang pertumbuhan mikroorganisme dalam biofertilizer cair, belum pernah diujicoba sebelumnya.

Kualitas pupuk hayati ditentukan oleh jumlah populasi mikroorganisme yang tetap terjaga selama masa penyimpanan (sebelum masa kadaluarsa), efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan aman digunakan baik untuk tanaman maupun lingkungan (Husen, 2009). Viabilitas mikroorganisme selama masa penyimpanan diuji berdasarkan kepadatan populasi mikroorganisme per gram atau ml contoh pupuk yang dihitung dengan teknik pengenceran bertingkat (10^1 – 10^9). Kualitas pupuk hayati ditentukan oleh jumlah populasi mikroorganisme yang tetap terjaga selama masa penyimpanan (sebelum

masa kadaluarsa), efektif meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan aman digunakan baik untuk tanaman maupun lingkungan (Husen, 2009).

Bakteri penambat nitrogen non simbiotik termasuk kelompok rhizobakteria yang berperan dalam penyediaan unsur N bagi tanaman (Kaburuan, dkk., 2014). Hasil penelitian Miharja (2003), menunjukkan bahwa mikroba penambat N non simbiotik (*Azospirillum sp*, *Azotobacter sp*, *Aeromonas sp* dan *Aspergillus sp*), memiliki kemampuan ganda dalam penambatan nitrogen bebas dari udara sekaligus sebagai pemantap agregat tanah. Penelitian Xenia (2010) membuktikan bahwa *Azotobacter* mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh berupa asam indol asetat (AIA), sitokinin, giberelin dan melarutkan fosfat. Kemampuan *Azotobacter* dalam menambat nitrogen bebas dari udara dimanfaatkan manusia dibidang pertanian, dengan cara membuat pupuk hayati yang agen hayati didalamnya adalah *Azotobacter* (Pratama, dkk., 2014). Penelitian Hamastuti *et al.* (2012) mengemukakan bahwa mikroorganisme *Azotobacter chroococcum* yang dibuat menjadi pupuk hayati, dapat meningkatkan kadar nitrogen hingga 50% dan juga meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman terong 12,2% dan cabai 21,6% serta kapasitas panen terong 44,2 gram/tanaman dan cabai 11 gram/tanaman.

Beberapa peneliti dibidang bioteknologi tanah sudah memanfaatkan mikroba pelarut fosfat sebagai pupuk hayati atau biofertilizer. Kelompok mikroba-mikroba pelarut fosfat tersebut berasal dari golongan bakteri (*Pseudomonas sp*, *Bacillus sp*, *Brevibacterium*, dan *Serratia*). Populasi mikroba tersebut dalam tanah berkisar dari ratusan hingga ribuan sel per gram tanah (Waksman dan Strakey, 1981). Inokulan pelarut P ini cukup luas dimanfaatkan di negara-negara Eropa Timur dengan nama dagang fosfobakterin.

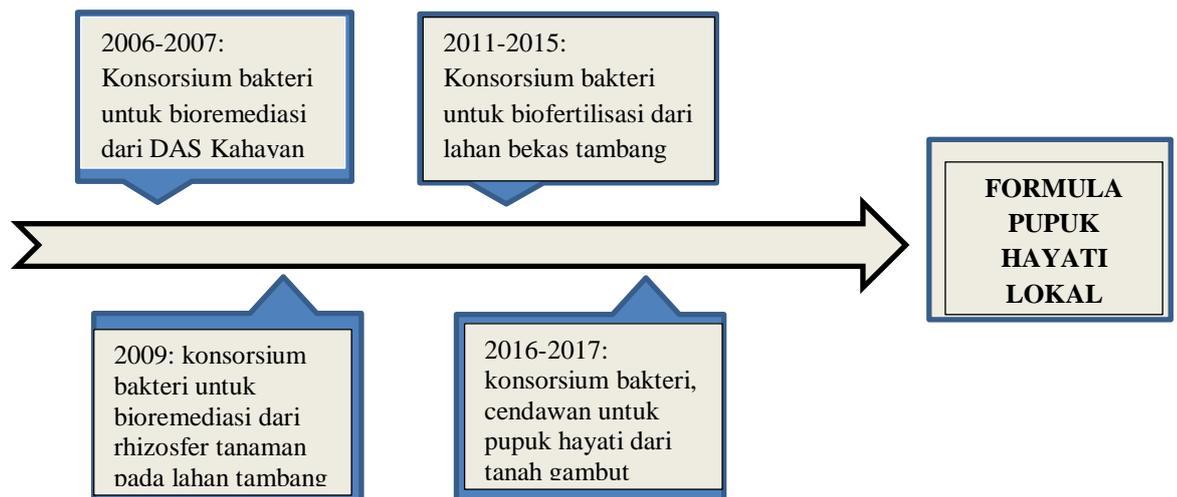
Selulosa dirombak oleh mikroba selulolitik dengan bantuan enzim selulase, salah satu mikroba perombak selulosa adalah cendawan selulolitik. Selulosa dari sisa tumbuhan dan organisme lain diurai oleh mikroba menjadi senyawa sederhana berupa glukosa, CO₂ dan hidrogen yang sangat berguna sebagai zat hara bagi tumbuhan dan organisme tanah lainnya (Oramahi, 2003). Hasil penelitian menemukan beberapa contoh cendawan selulolitik yang mampu merombak selulosa yaitu cendawan *Aspergillus parasiticus*, *Aspergillus nidulans* dan *Trichoderma harzianum* (Zumrotiningrum, 2003).

2.2 Hasil Studi Pendahuluan

Beberapa penelitian pendahuluan yang telah dilaksanakan:

- 1) Tahun 2007, menemukan konsorsium isolat *Pseudomonas* sp. dan *Klebsiella* sp., yang potensial untuk mengurangi tingkat pencemaran merkuri (Hg) di media cair. Kemampuan kedua isolat ini berkisar antara 15 - 25 ppm (Disertasi, 2007)
- 2) Tahun 2009: menemukan beberapa jenis mikroorganisme rhizosfer yang dapat mengurangi pencemaran merkuri (Hibah Stranas, 2009, Ketua)
- 3) Tahun 2010: menemukan peran enzim dalam proses bioremediasi oleh isolate *Pseudomonas* sp. dan *Klebsiella* sp. (Hibah Fundamental, 2010, Ketua).
- 4) Tahun 2010- 2011: Menemukan potensi isolat *Klebsiella* sp. dan *Pseudomonas* sp. dan tumbuhan fitoremediator merkuri untuk reklamasi lahan pasca penambangan emas (Hibah Stranas DIKTI, 2010-2011, Ketua).
- 5) Tahun 2012-2013: menemukan potensi isolat *Klebsiella* sp. dan *Pseudomonas* sp. sebagai biofertilizer (Hibah MP3EI, 2012-2013, Ketua)
- 6) Tahun 2012: menemukan isolate IBT (bakteri dari lahan tambang batubara) sebagai agen bioremediasi dan biofertilisasi (Hibah PKPP Kemristek, 2012, anggota).
- 7) Tahun 2012-2014: menemukan potensi gabungan KP dan IBT untuk sebagai biofertilizer reklamasi lahan bekas tambang (Hibah Insinas Ristek, 2012-2014, Ketua).

2.3 Peta Jalan Penelitian



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental. Perlakuan yang diberikan berupa uji potensi pupuk organik (*Chromolaena* sp.) dan pupuk hayati yang berisi mikroorganisme dari tanah gambut Kalampangan, yakni: bakteri pelarut fosfat (BPF), cendawan selulitik (CS), dan bakteri penambat nitrogen (BPN). Kontrol positif berupa pupuk hayati cair jenis EM4, dan kontrol negatif berupa pemberian air.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian direncanakan 4 bulan, mulai September 2016 – Desember 2016, dengan perincian kegiatan sebagai berikut:

Tabel 1. Waktu dan Tempat Penelitian

No.	Kegiatan	Waktu	Tempat
1.	Eksplorasi mikroorganisme potensial dari tanah gambut	September 2016	Laboratorium Biologi, Pascasarjana, UPR
2.	Persiapan dan perbanyakkan isolat mikroorganisme potensial untuk pupuk hayati	Oktober 2016	Laboratorium Biologi, Pascasarjana, UPR
3.	Persiapan plot penanaman kedelai	Oktober 2016	Polibag
4.	Aplikasi pupuk hayati pada tanaman kedelai	Oktober 2016	Polibag
5.	Pengambilan data pertumbuhan dan produktivitas kedelai	Nopember 2016	Polibag
6.	Analisis Data dan Pelaporan	Desember 2016	Universitas Palangkaraya

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian untuk memperoleh formula pupuk hayati sebagai berikut:

Tabel 2. Desain Penelitian

Variabel Perlakuan	Parameter Pengamatan	
	Pertumbuhan Tanaman Kedelai	Produktivitas Tanaman Kedelai
P1 : Pupuk Organik (<i>Chromolaena</i> sp.)	√	√
P2 : Pupuk Organik+ Pupuk Hayati Cair (BPF, CS, BPN)	√	√
P3 : Pupuk Organik + Pupuk Hayati Cair (EM4)	√	√
P4 : Pupuk Organik + Pupuk Hayati Cair (BPF, CS, BPN) + EM4	√	√
P5 :Pupuk Hayati Cair (BPF, CS, BPN)	√	√
P6 : Pupuk Hayati Cair (BPF, CS, BPN)+ EM4	√	√
P7 : Kontrol Positif (Pupuk Hayati cair: EM4)	√	√
Kontrol Negatif (Air: tanpa pupuk)	√	√

Jumlah perlakuan: sebanyak 8, dengan 4 kali ulangan. Total unit perlakuan berjumlah 32 unit. Tanaman uji yang akan diberi perlakuan adalah: tanaman kedelai. Lahan uji berupa media tanah gambut.

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

- 1) Alat Penelitian: Neraca analitik, labu Erlenmeyer, cawan Petri, mikropipet, soil tester, penangas air, jarum inokulasi, shaker, oven, kulkas, lampu spiritus, laminar air flow, mikroskop, otoklaf, bak pewarna, vortex, peralatan kaca.
- 2) Bahan Penelitian untuk isolasi dan seleksi mikroorganisme:
 - a. Media YEMA untuk isolasi dan seleksi bakteri penambat nitrogen:

Tabel 3. Media YEMA

No	Nama Bahan	Jumlah
1	Mannitol	20 g/2 liter
2	K ₂ HPO ₄	0,4 g/2 liter
3	MgSO ₄ 7H ₂ O	0,4 g/2 liter
4	NaCl	0,4 g/2 liter
5	K ₂ SO ₄	0,2 g/2 liter
6	CaCO ₃	10 g/2 liter
7	Agar murni	30 g/2 liter
8	Aquades	2 liter

b. Media Pikovskaya untuk isolasi dan seleksi bakteri pelarut fosfat:

Tabel 4. Media Pikovskaya

No	Nama Bahan	Jumlah
1.	Agar	15 gr
3.	Akuades	1 liter
4.	MgSO ₄ ·7H ₂ O	0,2 gr
5.	MnSO ₄ ·7H ₂ O	0,2 gr
6.	NaCl	0,2 gr
7.	FeSO ₄ ·7H ₂ O	0,2 gr
8.	(NH ₄) ₂ SO ₄	0,5 gr
9.	Ca ₃ (PO ₄) ₂	5 gr
10.	Glukosa	10 gr
11.	Yeast Ekstrak	0,5 gr
12.	KCl	0,2 gr

c. Media CMC untuk isolasi dan seleksi cendawan selulitik:

Tabel 5. Media CMC

No.	Nama Bahan	Jumlah
1.	Media Agar CMC (<i>Carboxymethyl Cellulose</i>)	1,2 g
2.	MgSO ₄ ·7H ₂ O	1,2 g
3.	<i>Yeast Extract Agar</i>	0,2 g
4.	NaCl	0,00095 g
5.	Akuades	990 ml
6.	(NH ₄) ₂ SO ₄	1,4 g
7.	KH ₂ PO ₄	2 g
8.	CaCl ₂	0,3 g
9.	CoCl	2 g
10.	MnSO ₄ ·H ₂ O	1,56 g
11.	FeSO ₄ ·7H ₂ O	5 g
12.	ZnSO ₄ ·7H ₂ O,	1,4 g

d. Bahan lainnya berupa: tanah gambut, reagen pewarna Gram, garam fisiologis, alkohol, Nutrient Agar, untuk pemurnian bakteri, dan PDA, untuk pemurnian cendawan.

3.5 Prosedur Penelitian untuk Aplikasi di Lapangan

3.5.1 Persiapan Media Tanam dan Pupuk

Tanah gambut diambil dari Kalampangan, dikering anginkan selama satu minggu dan dilakukan pemisahan dari serat kayu dan rumput. Pengomposan bahan organik dalam kondisi aerob, perlakuan selama 3 minggu. Tanah gambut ditimbang masing-masing 5 kg

untuk 1 polybag. Tiap polybag diberi pupuk, masing-masing 250 gr pupuk organik, 250 ml pupuk hayati cair sesuai perlakuan. Inkubasi pupuk selama satu minggu sebelum tanam.

3.5.2 Penanaman Bibit, Pemeliharaan dan Pengendalian Hama Penyakit

Media tanam dan pupuk di sudah selesai masa inkubasi maka setiap polybag ditanam satu benih kedelai. Penyiraman dilakukan secara teratur satu kali sehari di sore hari, dengan melihat tingkat kelembapan tanah dan keadaan cuaca, apabila hujan maka penyiraman tidak dilakukan. Pengendalian hama dan penyakit lakukan secara manual yaitu dengan cara membersihkan telur kupu-kupu yang terlihat menempel pada tangkai tanaman kedelai dan mematikan larva yang ditemukan.

3.5.3 Pemanenan

Tanaman kedelai dipanen pada umur 12 minggu setelah tanam. Panen dilakukan dengan cara mencabut tanaman.

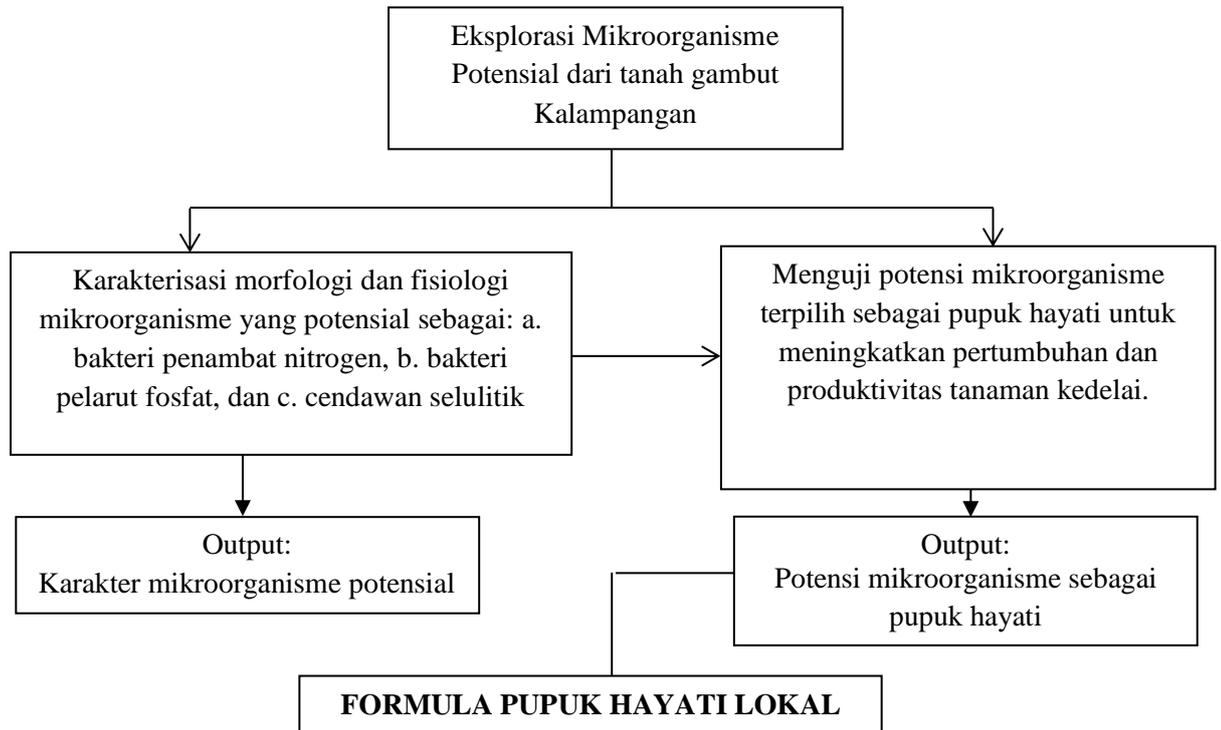
3.6 Prosedur Pengumpulan dan Analisis Data

Pengumpulan data dari hasil pengukuran dan pengamatan diambil dari masing-masing perlakuan tanaman kedelai pada fase vegetatif dan generatif, kemudian hasil dari pengukuran dan pengamatan dianalisis untuk mengetahui pengaruh dari perlakuan-perlakuan yang telah dicobakan, sesuai dengan variabel penelitian. Analisis data dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif.

3.7 Kegiatan Penelitian yang akan dilakukan

Pada kegiatan penelitian yang akan dilakukan ini, akan dibandingkan potensi perlakuan pupuk organik, pupuk hayati, dan perpaduan keduanya. Sebagai pupuk hayati. Sebagai kontrol positif digunakan pupuk hayati yang telah dikenal di pasaran. Melalui kegiatan penelitian ini diharapkan ditemukan formula pupuk hayati lokal yang dapat menunjang pertumbuhan dan produktivitas tanaman di lahan gambut, sebagai lahan terbesar di wilayah Kalimantan Tengah, dan juga beberapa wilayah lain di Indonesia.

3.8. Bagan alir penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Mikroorganisme tanah Gambut yang Potensial untuk Pupuk Hayati

Potensi mikroorganisme dari tanah gambut untuk dijadikan pupuk hayati, diuji menggunakan media diferensial, yakni: media Pikovskaya untuk menyeleksi bakteri pelarut fosfat, media YEMA untuk menyeleksi bakteri penambat nitrogen, dan media CMC untuk menyeleksi adanya cendawan selulitik.

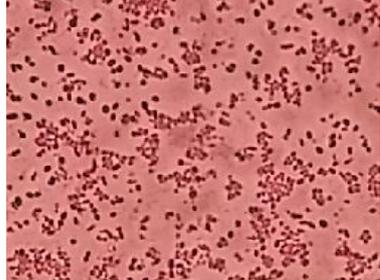
Hasil penelitian memperlihatkan bahwa tanah gambut asal Kalamanggan Kalimantan Tengah, mengandung mikroorganisme yang potensial untuk dijadikan sebagai pupuk hayati. Laporan berikut akan memaparkan karakteristik dan potensi mikroorganisme dari tanah gambut untuk dijadikan sebagai pupuk hayati.

4.1.1 Karakteristik Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Gambut Kalamanggan

Bakteri yang mampu melarutkan fosfat ditandai dengan adanya zona bening yang terbentuk di sekeliling isolat bakteri yang ditanam pada media selektif Pikovskaya. Berdasarkan hasil isolasi diperoleh sejumlah 3 jenis bakteri yang memperlihatkan potensi untuk melarutkan fosfat (Tabel 6).

Tabel 6. Karakteristik Isolat Bakteri Pelarut Fosfat (BPF)

Gambar Sel Bakteri	Kode Isolat	Karakteristik	Keterangan
	BPF.1	Bentuk Koloni	Tidak teratur
		Warna Koloni	Putih susu
		Tepi Koloni	Berombak
		Permukaan Koloni	Rata
		Bentuk Sel	Basil
		Pewarnaan Gram	Positif
	BPF.2	Bentuk Koloni	Bulat
		Warna Koloni	Putih mengkilat
		Tepi Koloni	Utuh
		Permukaan Koloni	Rata
		Bentuk Sel	Bulat
		Pewarnaan Gram	positif

	BPF.3	Bentuk Koloni	Bulat
		Warna Koloni	Putih
		Tepi Koloni	Utuh
		Permukaan Koloni	Rata
		Bentuk Sel	Basil
		Pewarnaan Gram	negatif

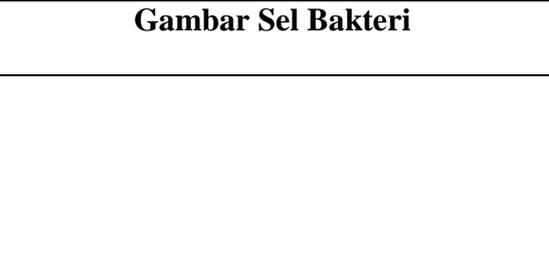
Hasil identifikasi secara makroskopis dan mikroskopis isolat BPF.1a, BPF.2a dan BPF.1b teridentifikasi sebagai bakteri *Bacillus* sp, dengan ciri-ciri makroskopis koloni tidak teratur, berwarna bening dan tipis dengan permukaan rata, tepi berombak. Isolat bakteri *Bacillus* sp. (BPF.1a) menunjukkan zona bening yang paling besar diantara isolat bakteri yang lain, hal tersebut berarti *Bacillus* sp. BPF3 termasuk genus *Pseudomonas* sp. Zona bening terbesar 0,3 cm dihasilkan dari genus *Bacillus* sp.

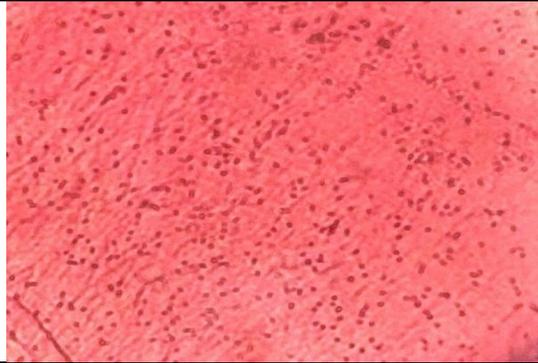
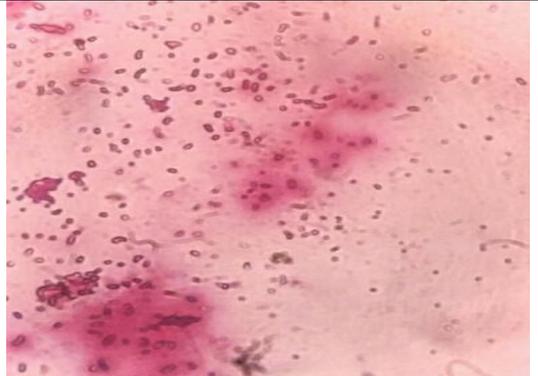
Bentuk sel dari bakteri *Bacillus* sp. Basil (batang) dan merupakan gram positif, karena pada sel bakteri terlihat berwarna ungu. *Bacillus* mempunyai sifat yang lebih menguntungkan daripada mikroorganisme lain karena dapat bertahan hidup dalam waktu yang lama pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhannya (Wong, 2004). *Bacillus* telah banyak diaplikasikan pada benih untuk mencegah patogen tular tanah seperti *Fusarium oxysporum*, *Rhizoctonia solani*, *Botrytis cinera*, *Phytium* sp. dan *Sclerotium rolfsii* (Baker & Cook, 2004).

4.1.2. Karakteristik Bakteri Penambat Nitrogen dari Tanah Gambut Kalampangan

Bakteri penambat nitrogen yang diisolasi dan diseleksi dalam kegiatan penelitian ini adalah bakteri penambat nitrogen yang bersifat non simbiotik. Sumber sampel berasal dari areal rhizosfer tumbuhan karamunting (*Melastoma malabathricum*), dan rhizosfer ilalang (*Imperata cylindrica*). Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri potensial, tampak pada tabel 7.

Tabel 7. Karakteristik Isolat Bakteri Penambat Nitrogen (BPN)

Gambar Sel Bakteri	Kode Isolat	Karakteristik	Keterangan
	BPN1, BPN2, BPN3	Bentuk Koloni	Bulat
		Warna Koloni	Bening, putih
		Tepian Koloni	Rata
		Elevasi Koloni	Cembung, datar

		Pewarnaan Gram	Negatif
	BPN4, BPN5	Bentuk Koloni	Bulat
		Warna Koloni	Bening, putih
		Tepian Koloni	Rata
		Elevasi Koloni	Cembung
		Pewarnaan Gram	Negatif

Hasil penelitian karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri, diperoleh beberapa perbedaan karakter dari isolat yang diperoleh. Berdasarkan tabel 7, hasil pengamatan makroskopis bakteri penambat nitrogen non simbiotik pada sampel tanah gambut PNB1, PNB2 dan PNB3, memperlihatkan bentuk dan tepian koloni yang sama yaitu bulat dan rata. Warna koloni didominasi oleh warna putih yaitu pada PNB2 dan PNB3, sedangkan PNB1 berwarna bening. Elevasi koloni didominasi cembung yaitu pada PNB1 dan PNB3, sedangkan PNB2 elevasinya datar. Isolat bakteri penambat nitrogen non simbiotik pada sampel tanah PNB4 dan PNB5, memperlihatkan kesamaan koloni bentuk bulat, tepian rata dan elevasi cembung, yang membedakannya adalah warna koloni yaitu putih pada PNB4 dan bening pada PNB5.

Berdasarkan hasil pengamatan mikroskopis bakteri (Tabel 7), kelima isolat bakteri penambat nitrogen non simbiotik yang diperoleh tersebut termasuk bakteri Gram negatif, yang ditandai dengan warna merah muda pada bakteri setelah dilakukannya pewarnaan Gram. Berdasarkan hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis, diketahui bakteri penambat nitrogen non simbiotik yang terseleksi termasuk genus *Azotobacter* sp.. Kelima isolat bakteri yang diperoleh dengan kode PNB1, PNB2, PNB3, PNB4 dan PNB5 memiliki kesamaan karakter makroskopis dan mikroskopis dengan genus *Azotobacter* sp., yaitu ciri koloni bentuk bulat, warna bening dan putih, tepian rata, elevasi cembung dan datar serta berlendir disekitar koloni. Bentuk sel batang dan bulat, dan termasuk bakteri Gram

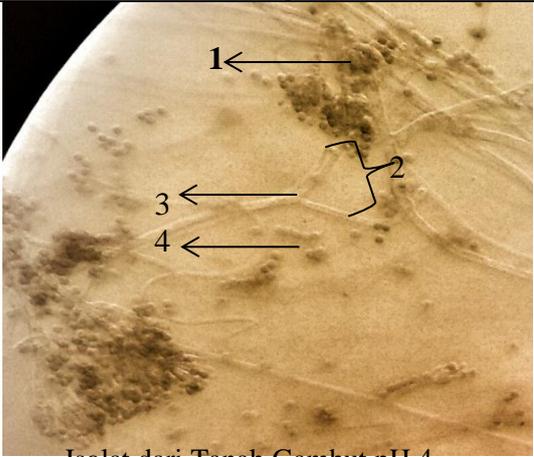
negatif. Hal ini sesuai dengan Saraswati, dkk., (2007) yang menyatakan *Azotobacter* secara visual dapat dikenal dengan ciri-ciri: koloni kecil dan banyak, mengkilap, biasanya mempunyai permukaan yang datar, tepi rata, bentuknya bulat, warnanya keruh atau opaque, putih seperti susu dan kelihatan bening, elevasi konveks serta berlendir. Genus *Azotobacter* dicirikan dengan bentuk sel bermacam-macam, dari bentuk batang pendek, batang, dan oval atau kokus, sehingga bakteri ini dikenal dengan bentuk sel pleomorfik. Bakteri ini umumnya Gram negatif (Kaburuan, 2014). Bakteri *Azotobacter*, banyak ditemukan pada tanah netral atau asam (Rao, 2007).

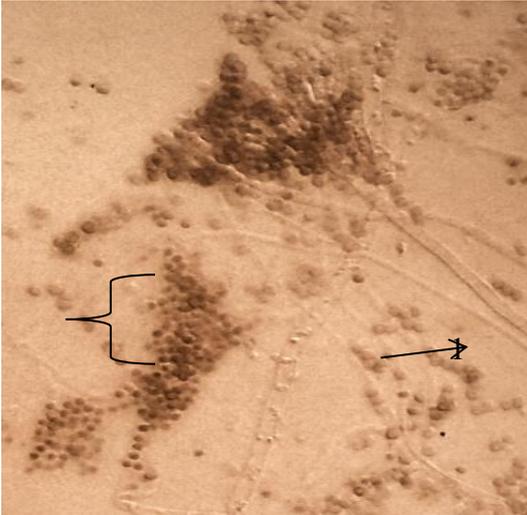
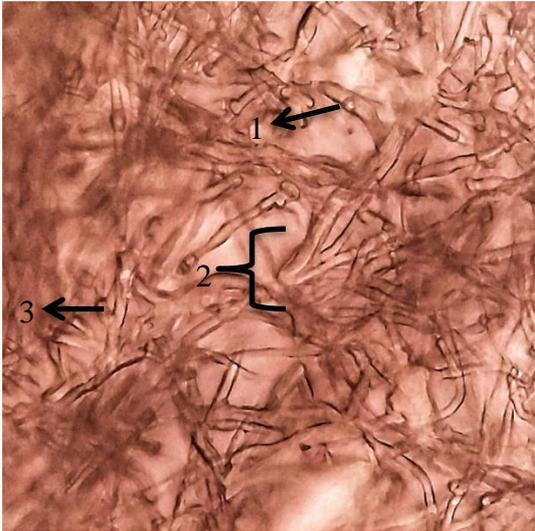
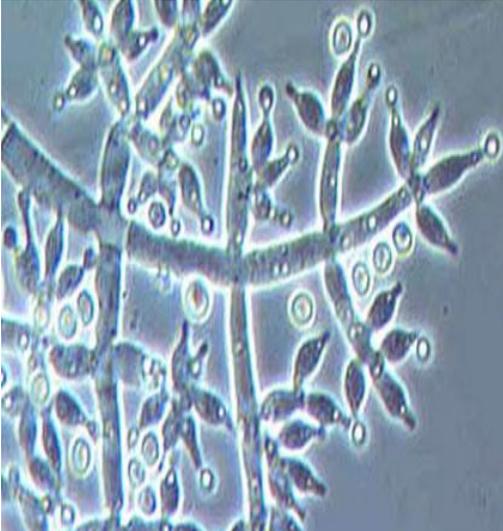
4.1.3 Karakteristik Cendawan Selulitik (CS) dari Tanah Gambut Kalampangan

Hasil seleksi isolat yang diperoleh dari lokasi 1 dan 2 sebanyak 4 isolat berdasarkan perbedaan morfologi koloni secara makroskopis, dari 19 isolat diperoleh 4 isolat yang mampu membentuk zona bening disekitar koloni pada medium CMC.

Pada penelitian ini dari hasil seleksi isolat diperoleh 4 isolat yang mampu membentuk zona bening disekitar koloni, hal itu menunjukkan bahwa isolat cendawan tersebut mampu menghasilkan enzim selulase. Zona bening yang terbentuk disebabkan oleh cendawan yang dapat mendegradasi selulosa dan mampu menghasilkan enzim selulase, jika pengeluaran jumlah enzim selulase pada selulosa lebih besar maka terjadi degradasi selulosa lebih cepat (Watanabe T, 2010). Tabel 8 memperlihatkan karakteristik isolat cendawan selulitik yang diperoleh dari tanah gambut dari desa Kalampangan.

Tabel 8. Karakteristik Cendawan Selulitik (CS)

Gambar Pengamatan	Gambar Pembanding
 <p data-bbox="331 1865 710 1928">Isolat dari Tanah Gambut pH 4, Perbesaran 400x.</p> <p data-bbox="240 1933 722 2031"><u>Keterangan</u> : 1. Sterigma, 2. Miselium, 3. Konidiofor 4. Konidia</p>	 <p data-bbox="834 1899 1273 1966"><i>Aspergillus sp.</i> (perbesaran 1000x) Sumber : (Hardiyanti, 2013)</p>

 <p>Isolat dari Tanah Gambut pH 4,5, perbesaran 400x.</p> <p><u>Keterangan :</u> 1. Konidium, 2. Konidiofor, 3. Konidia 4. Hifa</p>	 <p><i>Penicillium</i> sp. (perbesaran 1000x) Sumber : (Suryani, 2012)</p>
 <p>Isolat dari Tanah Gambut pH 5, perbesaran 400x.</p> <p><u>Keterangan :</u> 1. Konidia, 2. Konidiofor, 3. Phialid</p>	 <p><i>Trichodermata</i> sp. (perbesaran 1000x) Sumber : (Suryani, 2012)</p>

Karakteristik isolat CS1 ditandai dengan adanya miselium bercabang, Konidiofor nonseptat yang muncul dari sel kaki. Sterigma muncul konidium–konidium yang tersusun berurutan mirip bentuk untaian mutiara. Konidia Tersusun berurutan mirip bentuk untaian mutiara, berwarna hijau tua.

Karakteristik isolat CS2 ditandai dengan adanya konidium bercabang yang tampak bergerombol. Tangkai konidium (konidiofor) memanjang dan nonsepta. Konidia berbentuk bulat dan tersusun seperti untaian mutiara. Hifa bersepta. Isolat CS3 ditandai dengan bentuk konidia yang bulat, konidiofor bercabang-cabang teratur, dan phialid tunggal.

4.2. Potensi Mikroorganisme Tanah Gambut Kalampangan Sebagai Pupuk Hayati

4.2.1 Potensi Bakteri Pelarut Fosfat

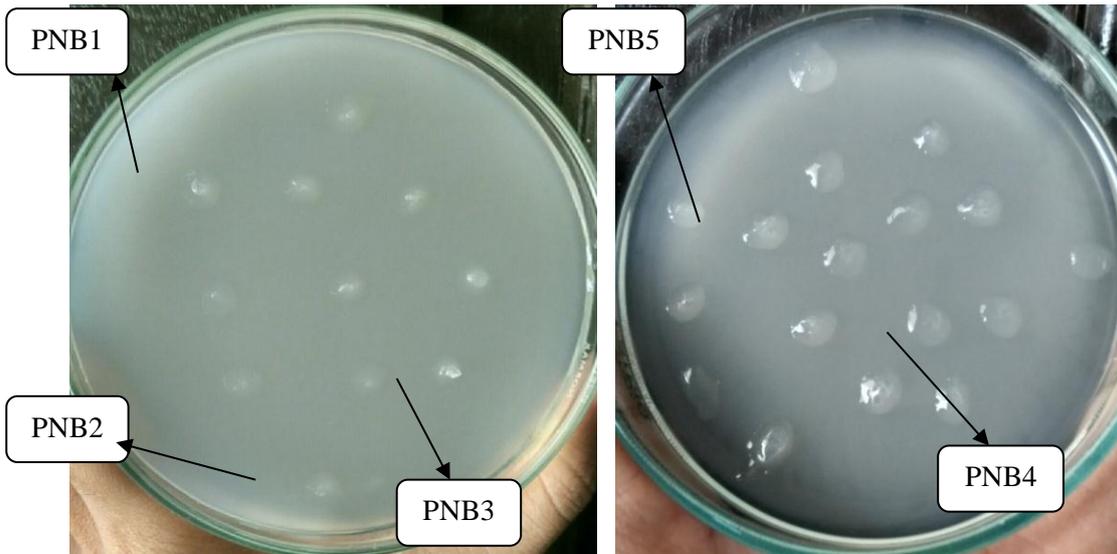
Gambar 4.1 memperlihatkan kemampuan bakteri melarutkan fosfat pada media selektif Pikovskaya. Hasil uji potensi memperlihatkan adanya 3 isolat dengan hasil diameter zona bening yang berasal dari sumber sampel tanah gambut, BPF1 dan BPF2 berdiameter 0,3 cm dan 0,2 cm, dan BPF3 berdiameter 0,1cm. Ukuran koloni BPF1 4 cm, BPF2 3 cm dan BPF3 0,3 cm.



Gambar 4.1. Potensi Bakteri Pelarut Fosfat dari Tanah Gambut

4.2.2 Potensi Bakteri Penambat Nitrogen

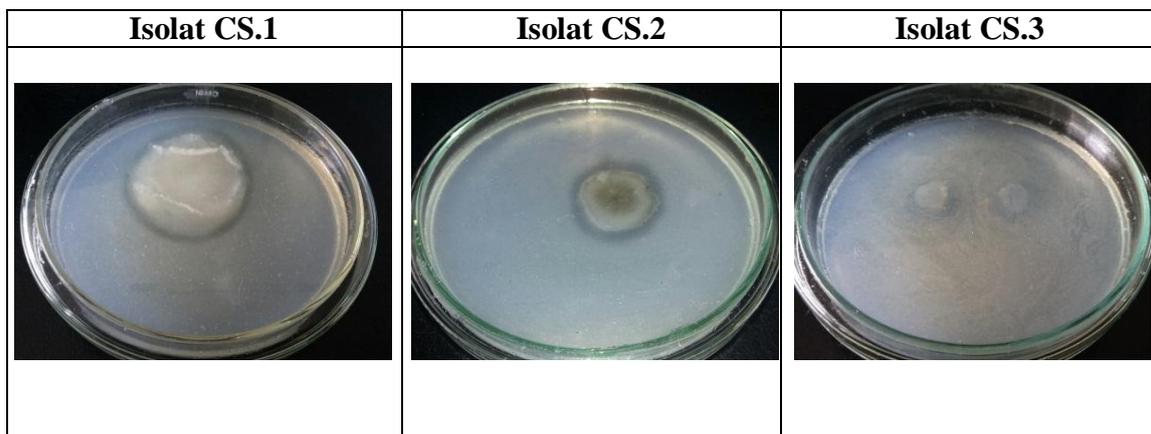
Bakteri penambat nitrogen non simbiotik yang tumbuh pada media ini memiliki ciri koloni berwarna putih, bening dan menghasilkan lendir disekitar koloni. Isolat yang diperoleh pada penelitian ini adalah isolat bakteri penambat nitrogen karena telah melalui proses seleksi awal dengan menumbuhkannya pada media bebas nitrogen yaitu *Ashby's Mannitol Agar*. Hartono (2014) menyatakan media *Ashby's Mannitol Agar* bersifat selektif karena tidak mengandung unsur nitrogen, sehingga hanya bakteri yang memiliki kemampuan menambat nitrogen yang dapat tumbuh pada media tersebut.



Gambar 4.2 Potensi Bakteri Penambat Nitrogen dari Tanah Gambut

4.2.3 Potensi Cendawan Selulitik

Gambar 4.3 memperlihatkan potensi berbeda dari isolat cendawan selulitik yang diisolasi dari tanah gambut dengan pH tanah 4 (CS1), pH 4,5 (CS2), pH 5 (CS3).



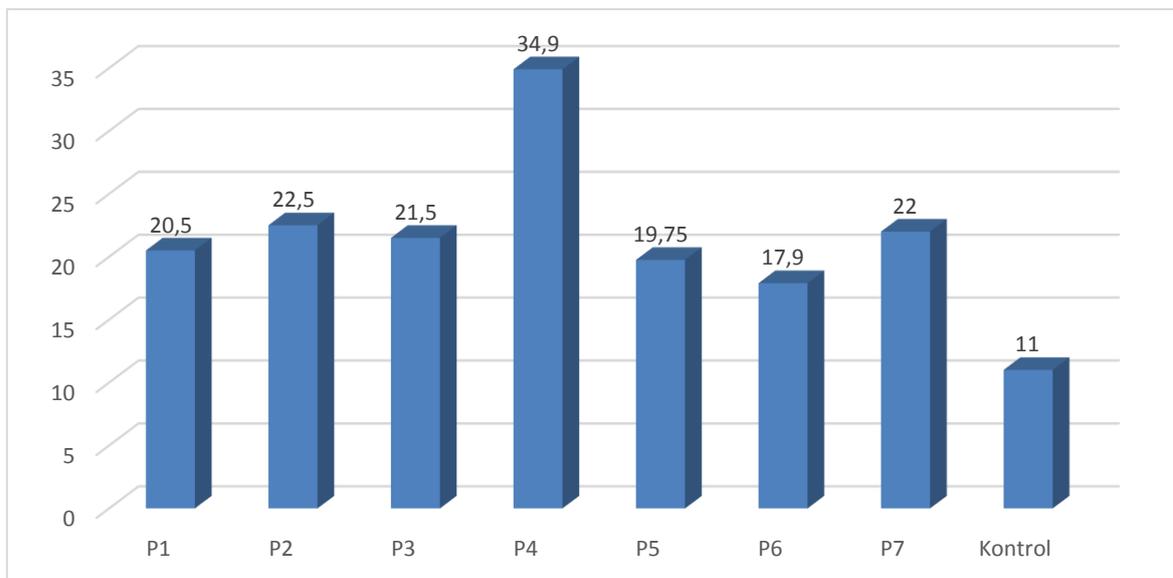
Gambar 4.3 Potensi Cendawan Selulitik dari Tanah Gambut

Isolat cendawan memiliki rasio aktivitas selulolitik yang berbeda, isolat CS1 sumber dari tanah pH 4 dengan total Z/K 0,8, isolat CS2 sumber dari tanah pH 4,5 dengan total Z/K 0,13 dan isolat CS3 sumber tanah dari pH 5 dengan total Z/K 0,05. Isolat yang paling berpotensi dalam mendegradasi selulosa adalah isolat CS.2. Hal tersebut menandakan bahwa terdapat perbedaan dari masing-masing isolat cendawan dalam menghasilkan enzim selulase dalam menghidrolisis selulosa pada medium CMC. Kemampuan cendawan dalam menggunakan CMC dapat mendukung pertumbuhan miselia cendawan disebabkan bentuk selulosa yang lebih sederhana sehingga mudah untuk dihidrolisis cendawan (Ezekiel, 2010).

Rasio aktivitas Z/K masuk ke dalam kriteria rendah yaitu $> 1,16$, hal itu dikarenakan aktivitas selulolitik masih rendah yang dipengaruhi oleh suhu, kelembapan dan lingkungan sekitarnya.

4.3 Perbandingan Potensi Mikroorganismen untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kedelai, pada Media Tanah Gambut

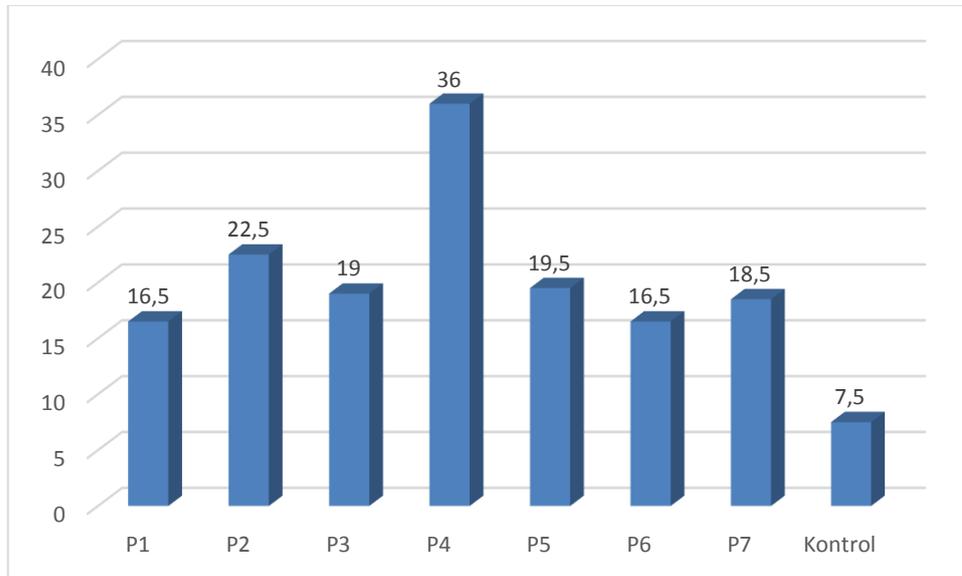
4.3.1 Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Tinggi Tanaman Kedelai



Gambar 4.4. Tinggi Tanaman Kedelai 3 Minggu Setelah Tanam (cm)

Perlakuan P2 merupakan pemberian pupuk organik (gulma *Chromolaena* sp.) + pupuk hayati cair (BPF, CS, BPN), sedangkan perlakuan P3 merupakan pemberian pupuk organik + pupuk hayati cair EM4, hasil uji BNJ menunjukkan tidak adanya perbedaan signifikan pada tinggi tanaman antara perlakuan P2 dan P3. Jika perlakuan pupuk organik, ditambahkan dengan pupuk hayati (BPF, CS, BPN) dan EM4, menghasilkan pertumbuhan tanaman kedelai yang rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (Gambar 4.4). Perlakuan pemberian pupuk organik saja (P1), memperlihatkan pertumbuhan tinggi tanaman yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan pupuk hayati cair P5 dan P6. Perbandingan hasil perlakuan pupuk hayati cair, tampak pada perlakuan P5 (BPF, CS, BPN), P6 (BPF, CS, BPN+EM4), dan P7 (EM4), memperlihatkan bahwa perlakuan pupuk hayati jenis EM4 relatif lebih mampu menunjang pertumbuhan tinggi tanaman dibandingkan dengan dua komposisi pupuk hayati lokal yang diuji. Rata-rata perlakuan pupuk memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol.

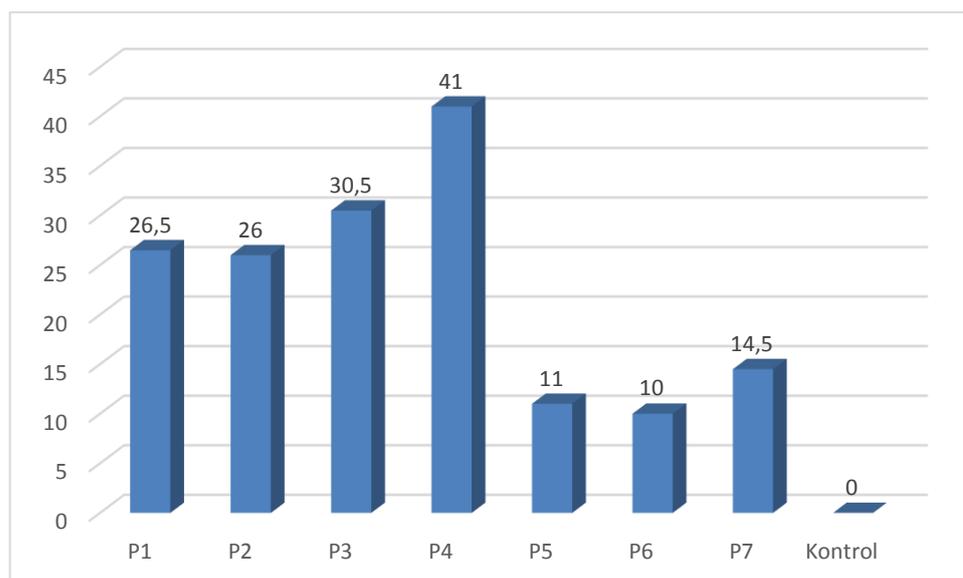
4.3.2 Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Jumlah Daun Tanaman Kedelai



Gambar 4.5. Jumlah Daun Tanaman Kedelai 3 Minggu Setelah Tanam

Hasil pengukuran jumlah daun kedelai pada Gambar 4.5 memperlihatkan trend yang sejalan dengan hasil pengukuran tinggi tanaman. Perlakuan P4 yang merupakan gabungan pupuk organik+pupuk hayati cair (BPF, CS, BPN) dan EM4, memperlihatkan rerata jumlah daun yang lebih banyak dan berbeda signifikan dibandingkan dengan jumlah daun pada perlakuan lainnya. Perbandingan hasil perlakuan pupuk hayati cair, tampak pada perlakuan P5 (BPF, CS, BPN), P6 (BPF, CS, BPN+EM4), dan P7 (EM4), memperlihatkan bahwa perlakuan pupuk hayati jenis (BPF, CS, BPN) relatif lebih mampu meningkatkan jumlah daun tanaman dibandingkan dengan dua komposisi pupuk hayati yang lain. Perlakuan tanah gambut tanpa pupuk (kontrol), memperlihatkan jumlah daun yang paling sedikit dibandingkan dengan rerata daun pada semua perlakuan lainnya.

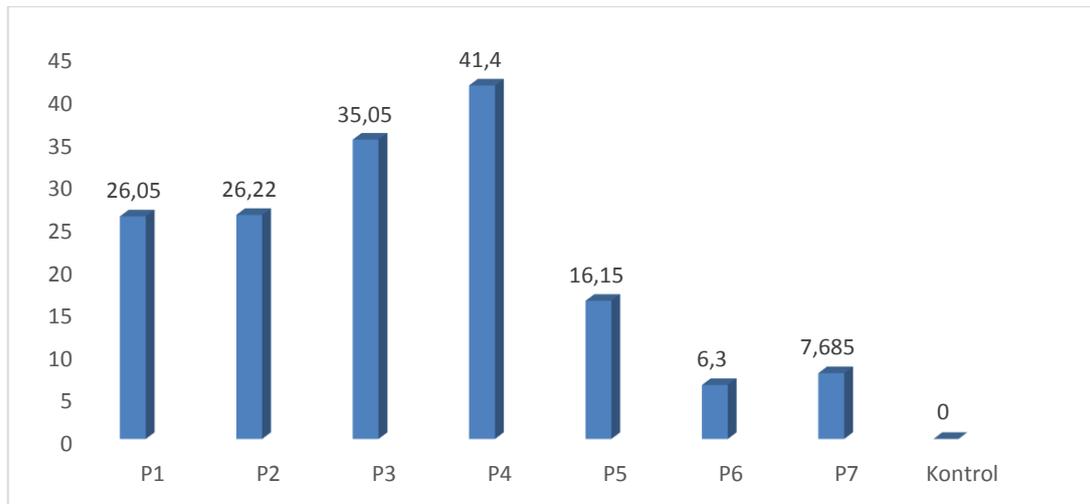
4.3.3 Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Jumlah Polong Tanaman Kedelai



4.6 Jumlah Polong Tanaman Kedelai Setelah Panen

Hasil pengukuran jumlah polong tanaman kacang kedelai pada Gambar 4.6 memperlihatkan trend yang menarik. Perlakuan P1 merupakan perlakuan pupuk organik (*Chromolaena* sp.), sedangkan perlakuan P2, P3, dan P4 merupakan perlakuan gabungan pupuk organik dan pupuk hayati cair. Perlakuan P5, P6, dan P7 merupakan perlakuan pupuk hayati cair saja. Jumlah polong terbanyak dihasilkan dari perlakuan P4, yang merupakan gabungan lengkap pupuk organik + pupuk hayati cair (BPF, CS, BPN) + EM4. Berdasarkan gambar 4.6 diketahui bahwa pemberian pupuk organik + pupuk hayati cair pada tanah gambut, dapat menghasilkan jumlah polong kedelai yang lebih banyak dibandingkan dengan pemberian pupuk hayati cair saja. Perbandingan hasil perlakuan pupuk hayati cair, tampak pada perlakuan P5 (BPF, CS, BPN), P6 (BPF, CS, BPN+EM4), dan P7 (EM4), memperlihatkan bahwa perlakuan pupuk hayati jenis EM4 relatif lebih mampu meningkatkan jumlah polong tanaman dibandingkan dengan dua komposisi pupuk hayati lokal yang diuji. Perlakuan tanpa pupuk (kontrol) tidak menghasilkan polong.

4.3.3 Pengaruh Pupuk Hayati terhadap Jumlah Berat Polong Basah Tanaman Kedelai



Gambar 4.7 Berat Polong Basah Tanaman Kedelai Setelah Panen

Hasil pengukuran berat polong tanaman kacang kedelai pada Gambar 4.7 sejalan dengan hasil pengukuran jumlah polong pada Gambar 4.6. Berat polong terbanyak dihasilkan dari perlakuan P4, yang merupakan gabungan lengkap pupuk organik + pupuk hayati cair (BPF, CS, BPN) + EM4. Berdasarkan gambar 4.7 diketahui bahwa pemberian pupuk organik + pupuk hayati cair pada tanah gambut, dapat menghasilkan berat basah polong kedelai yang lebih banyak dibandingkan dengan pemberian pupuk hayati cair saja. Perbandingan hasil perlakuan pupuk hayati cair, tampak pada perlakuan P5 (BPF, CS, BPN), P6 (BPF, CS, BPN+EM4), dan P7 (EM4), memperlihatkan bahwa perlakuan pupuk hayati jenis (BPF, CS, BPN) relatif lebih mampu meningkatkan berat polong basah kedelai dibandingkan dengan dua komposisi pupuk hayati yang lain, Hasil pengukuran pada Gambar 4.6 memperlihatkan bahwa pupuk cair EM4 mampu meningkatkan jumlah polong, dibandingkan dengan pupuk lokal BPF, CS, BPN, namun hasil pengukuran pada Gambar 4.7 memperlihatkan berat basah polong lebih tinggi pada perlakuan dengan pupuk lokal BPF, CS, dan BPN, dibandingkan dengan EM4.

Pembahasan

Karakteristik Mikroorganisme Potensial sebagai Pupuk Hayati dari Tanah Gambut Kalamangan

Berdasarkan hasil eksplorasi bakteri pelarut fosfat menggunakan media selektif Pikovskaya, bakteri penambat nitrogen menggunakan media selektif YEMA, dan cendawan selulitik menggunakan media selektif CMC, diketahui bahwa tanah gambut Kalamangan

Kalimantan Tengah memiliki kandungan mikroorganisme potensial sebagai pupuk hayati. Genus mikroorganisme potensial yang ditemukan, antara lain: *Bacillus* sp., dan *Pseudomonas* sp. yang merupakan bakteri pelarut fosfat. *Acetobacter* sp., yang merupakan bakteri penambat nitrogen non simbiotik, dan cendawan selulitik dari genus *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., dan *Trichoderma* sp.

Menurut (Rao 2002) dalam tanah banyak bakteri yang mempunyai kemampuan melepas P dari ikatan Fe, Al, Ca dan Mg sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman, salah satunya adalah *Pseudomonas* sp. Menurut Illmer dan Schinner (2000), jenis bakteri (*Pseudomonas* sp dan *Bacillus* sp) lebih efektif dalam melarutkan P dalam bentuk Ca seperti apatit dan brushit, (Illmer dan Schinner 2000) menyatakan bahwa mekanisme pelarutan fosfat dari bahan yang sukar larut banyak di kaitkan dengan aktivitas mikroba yang mempunyai kemampuan menghasilkan enzim fosfatase, fitase, dan asam organik hasil metabolisme seperti asam asetat, propionat, glikolat, fumarat, oksalat, suksinat, tartrat, sitrat, laktat, dan ketoglutarat. Tetapi pelarutan P dapat pula dilakukan oleh mikroorganisme yang tidak menghasilkan asam organik, yaitu melalui: (1) mekanisme pelepasan proton (ion H⁺) pada proses respirasi, (2) asimilasi amonium (NH⁺), dan (3) adanya kompetisi antara anion organik dengan ortofosfat pada permukaan koloid yang dapat pula menyebabkan terjadinya mobilisasi ortofosfat (Illmer dan Schinner 2000).

Genus *Azotobacter* dicirikan dengan bentuk sel bermacam-macam, dari bentuk batang pendek, batang, dan oval atau kokus, sehingga bakteri ini dikenal dengan bentuk sel pleomorfik. Bakteri ini umumnya Gram negatif (Kaburuan, 2014). Bakteri *Azotobacter*, banyak ditemukan pada tanah netral atau asam (Rao, 2007). Bakteri dari famili *Azotobacteraceae* merupakan sebagian besar dari bakteri pemfiksasi nitrogen heterotrof yang hidup bebas. *Azotobacter* terutama dapat ditemukan pada jenis tanah netral sampai dengan tanah alkalin/basa, lingkungan akuatik, dan pada beberapa tanaman serta tumbuh dengan baik pada media bebas nitrogen (Dewi, 2007). Spesies *A. chroococcum*, terutama dijumpai pada tanah-tanah yang netral, sedangkan *A. gilis* merupakan spesies akuatik. *A. vinelandii* dan *A. beijerinckii* semula dipisahkan dari tanah-tanah di Amerika Utara. *A. insignis*, berasal dari sampel tanah Indonesia. *A. macrocytogen* dipisahkan dari tanah-tanah Denmark dan *A. paspali* dari rizosfer tumbuhan *Paspalu* sp yang berasal dari tanah-tanah Brazil (Rao, 2007).

Cendawan selulolitik merupakan mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa (Rao, 2002). Cendawan (*fungi*) adalah mikroorganisme eukariotik yang berbentuk filamen.

Cendawan biasanya terdapat pada tempat-tempat yang banyak mengandung substrat organik. Ada beberapa cendawan yang pernah di temukan orang lain dalam suatu penelitian diantara lainnya adalah *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Mucor* sp. dan *Trichoderma* sp, untuk *Penicillium* sp, dan *Aspergillus* sp, berpotensi tinggi dalam melarutkan P terikat menjadi P tersedia dalam tanah , *Trichoderma* sp berpotensi untuk mempercepat proses dekomposisi sisa-sisa tanaman yang banyak mengandung lignin dan selulosa untuk meningkatkan kandungan bahan organik dalam tanah (Alexander 2007).

Peran cendawan selulolitik sebagai pupuk hayati adalah terutama dalam proses mengurai atau memecah material organik, dalam proses pembuatan pupuk, peran mikroorganisme dekomposer sangat penting, terutama untuk memecah dinding selulose tanaman atau bahan organik yang akan dikompos. Selulose merupakan penyusun utama dinding sel tanaman, yang tersedia dalam bentuk terikat dengan polisakarida lain, seperti hemiselulose, pektin, dan lignin. Penguraian bahan-bahan tersebut akan merombak sifat fisik materi, dan akan melepaskan beberapa unsur hara, seperti Nitrogen, Phosphat, Kalium, dan Sulfur. Unsur hara yang dihasilkan dari proses penguraian ini akan dimanfaatkan oleh mikroorganisme untuk mendukung metabolisme tubuhnya dengan demikian, aktivitas mikroorganisme akan meningkat, sehingga proses penguraian dan perombakan bahan-bahan organik akan berlangsung semakin cepat. Proses penguraian ini akan menghasilkan karbon, yang sebagian dilepas dalam bentuk gula sederhana, sementara sisa karbon dilepas ke udara dalam bentuk CO₂ (Herma, 2009).

Potensi Mikroorganisme Sebagai Pupuk Hayati

Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun kandungan di dalam tanaman lebih rendah dibanding nitrogen (N), kalium (K), dan kalsium (Ca). tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H₂PO⁴⁻ dan HPO⁴⁻ yang terdapat dalam larutan tanah. Ion H₂PO⁴⁻ lebih banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam, sedangkan pada pH yang lebih tinggi (lebih besar dari 7) bentuk HPO⁴⁻ lebih dominan, tanaman dapat menyerap P dalam bentuk asam nukleat, fitin dan fosfohumat (Havlin, 1999; Elfiati, 2005).

Penggunaan mikroba pelarut P sebagai pupuk hayati mempunyai keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu meningkatkan kelarutan P yang terserap, menghalangi terserapnya P pupuk oleh unsur-unsur penyerap dan mengurangi toksisitas Al³⁺, Fe³⁺ dan Mn²⁺ terhadap tanaman pada tanah masam. pada jenis - jenis tertentu, mikroba ini dapat memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat

pengatur tumbuh, serta menahan penetrasi patogen akar karena sifat mikroba yang cepat mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa antibiotik (Elfiati, 2005).

Kemampuan bakteri penambat nitrogen non simbiotik untuk mengikat nitrogen tanpa kehadiran inang dan kemampuannya untuk hidup pada kondisi masam, membuat kelompok bakteri ini memiliki tingkat toleransi tinggi terhadap lingkungannya. Genus *Azotobacter* tumbuh dengan baik pada kondisi NH_3 juga pada berbagai jenis media seperti karbohidrat, alkohol dan asam organik. *Azotobacter* bersifat aerob obligat, namun enzim nitrogenasenya sangat sensitif terhadap O_2 sama seperti nitrogenase lainnya, oleh karena itu *Azotobacter* melakukan respirasi tinggi untuk melindungi nitrogenase dari O_2 sehingga konsentrasi O_2 intraseluler pada *Azotobacter* relatif lebih sedikit (Brock, *et al.*, dalam Nurhayati, 2006).

Menurut Brock, *et al.*, dalam Nurhayati (2006), *Azotobacter chroococum* mampu tumbuh dan mereduksi N_2 tanpa kehadiran molybdenum yang berfungsi dalam pembentukan nitrogenase, jika bakteri ini ditempatkan pada media yang kekurangan amonia dan molybdenum tetapi mengandung logam vanadium, maka bakteri ini akan menghasilkan vanadium nitrogenase menggantikan posisi molybdenum yang berfungsi menstimulasi pengikatan nitrogen. Pada enzim molybdenum, vanadium nitrogenase juga terdiri dari dua protein, pertama protein yang mengandung besi, kedua protein yang mengandung besi dan vanadium yang dapat mereduksi N_2 menjadi NH_3 , H^+ menjadi H_2 dan H_2C_2 menjadi C_2H_4 , namun kemampuan reduksi vanadium nitrogenase lebih lambat bila dibanding enzim molybdenum.

Suhu optimum bagi pertumbuhan *Azotobacter chroococum* adalah 30°C , jumlahnya dapat mencapai beberapa ratus per g^- tanah, walaupun penyebaran populasi bakteri ini tidak begitu luas, namun spesies ini merupakan kontributor penting bagi penambatan nitrogen. *A. beijerinckii* lebih dominan pada tanah masam, dengan pH di bawah 3,0. Penyebaran spesies ini cukup luas, banyak ditemukan di tanah tropik bahkan juga ditemukan pada daerah tempera dan antartik. *Dexia gummosa* banyak ditemukan di wilayah tropis Amerika Utara, mampu tumbuh dengan baik pada pH 4,5-6,5 (Tate, 2000).

Cendawan selulolitik merupakan mikroorganisme yang mampu mendegradasi selulosa (Rao, 1982). Cendawan (*fungi*) adalah mikroorganisme eukariotik yang berbentuk filamen. Cendawan biasanya terdapat pada tempat-tempat yang banyak mengandung substrat organik. Peran cendawan dalam suatu ekosistem biasanya sebagai perombak bahan organik, agen penyakit, simbiosis yang menguntungkan, dan agen agregasi tanah. Selulosa adalah

karbohidrat berpolimer berantai lurus (1,4)- β -D-glukosa berbentuk seperti serabut, liat, tidak larut dalam air, dan ditemukan dalam dinding sel pelindung tumbuhan, terutama pada tangkai, batang, dahan, dan semua bagian yang berkayu pada jaringan tumbuhan (Lehninger, 1982).

Selulolitik sendiri berarti proses pemecahan selulosa menjadi senyawa atau unit-unit glukosa yang lebih kecil (Saratale, 2012). Menurut Galbe (2007) bahwa mikroorganisme tersebut dapat mendegradasi selulosa karena menghasilkan enzim dengan spesifikasi berbeda yang saling bekerjasama. Enzim tersebut akan menghidrolisis ikatan (1,4)- β -D-glukosa pada selulosa. Hidrolisis sempurna selulosa akan menghasilkan monomer selulosa yaitu glukosa dan hidrolisis tak sempurna akan menghasilkan disakarida dari selulosa yang disebut selobiosa. Terdegradasinya selulosa oleh mikroorganisme selulolitik ini menghasilkan serat.

Potensi Pupuk Hayati Lokal untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Kedelai

Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pemberian pupuk hayati ditambah dengan bahan organik, rata-rata memperlihatkan kemampuan mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai yang lebih baik, pada tanah gambut dibandingkan dengan pemberian pupuk hayati cair tanpa bahan organik.

Muniapan (1998) menyatakan pemberian bahan organik ke dalam tanah dapat merangsang aktivitas enzim tanah dan mikroba, aktivitas enzim total tanah tergantung pada enzim ekstraseluler dan jumlah enzim dalam sel mikroba yang mati dan hidup. Bahan organik berupa *Chromolaena* sp. dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Hasil dekomposisi *Chromolaena* sp. dapat meningkatkan bahan organik tanah, memperbaiki agregat dan struktur tanah, meningkatkan Kapasitas Tukar Kation (KTK) serta menyediakan unsur hara nitrogen, fosfor, kalium, kalsium dan magnesium (Suntoro, 2001). Biomasa *Chromolaena* sp. mempunyai kandungan hara yang cukup tinggi (2.65% N, 0.53% P dan 1.9% K) sehingga biomasa *Chromolaena* sp. merupakan sumber bahan organik yang potensial untuk perbaikan kesuburan tanah (Chandrashekar dan Gajanana, 1996).

Rasio peningkatan pH mempengaruhi peningkatan ketersediaan unsur hara dalam media seperti unsur nitrogen. Ketersediaan unsur hara yang berasal dari kombinasi *Chromolaena* sp. + (BPF, CS, BPN) + EM-4, setelah bereaksi dalam tanah mempunyai peran yang penting dalam memperbaiki sifat kimia tanah. Kemasaman tanah yang disebabkan oleh kandungan asam-asam organik dalam tanah gambut tinggi, terutama derivat-derivat asam-

asam fenolat dan humat sehingga bersifat meracun atau fitotoksik dan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat (Steven *et.al.*, 1994).

Bahan organik berupa *Chromolaena sp.* yang digunakan dijadikan sumber hara bagi tanaman, serta menunjang pertumbuhan tanaman yang diperlukan, untuk pembentukan dan pertumbuhan bagian vegetatif tanaman seperti daun, batang, dan akar (Mulyani dan Kartasapoetra, 2002).

Hasil perlakuan pupuk hayati tanpa bahan organik, memperlihatkan bahwa pupuk hayati cair EM4, lebih baik dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah polong tanaman kedelai, dibandingkan dengan kelompok pupuk hayati cair lokal, sebaliknya pupuk hayati cair lokal (BPF, CS, BPN) lebih mampu meningkatkan jumlah daun dan berat basah polong tanaman kedelai dibandingkan dengan EM4.

Higa dan Wididana (1991) menjelaskan bahwa EM4 mengandung lima jenis mikroorganisme utama yaitu: bakteri fotosintetik, ragi, *Lactobacillus*, *Actinomyces* dan jamur fermentasi, bekerja secara sinergis untuk menyuburkan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bakteri fotosintetik berperan untuk mengikat nitrogen dari udara bebas, memakan gas-gas beracun dan panas dari hasil proses pembusukan sehingga populasi bakteri pembusuk didalam tanah menjadi berkurang. Ragi dan jamur fermentasi berfungsi untuk memfermentasikan bahan organik menjadi senyawa-senyawa asam laktat yang dapat diserap oleh tanaman, *Actinomyces* berfungsi untuk menghasilkan senyawa-senyawa antibiotik yang bersifat toksik terhadap patogen atau penyakit, serta dapat melarutkan ion fosfat dan ion mikro lainnya. lengkapnya kandungan mikroorganisme di dalam EM4 tersebut membuat tanah yang dipupuk dengan kompos menjadi semakin subur. Pemberian EM4 juga berguna dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman. Berdasarkan hasil analisis laboratorium Deptan menunjukkan bahwa unsur yang terkandung dalam EM4 terdiri dari, N, P, K, B, S, Cu, Mb, Co, Fe, dan Mn.

Pupuk hayati lokal dari tanah gambut Kalamangan (BPF, CS, BPN), juga mengandung unsur hara penting bagi tanaman, dengan adanya kemampuan mikroorganisme yang terkandung di dalamnya, untuk menghasilkan posfat, nitrogen, dan unsur hara dari cendawan selulitik. Unsur fosfor (P) menurut Rosmarkam dan Yuwono, (2002) berperan dalam pembentukan sejumlah protein dan proses fotosintesis, sehingga sangat penting untuk pertumbuhan perakaran tanaman. Peningkatan unsur P dengan perlakuan pemupukan kompos disebabkan oleh sifat unsur P dari pupuk organik lebih mudah tersedia daripada unsur P dari pupuk sintetis. Efisiensi pemupukan fosfat, saat ini mulai dikembangkan

kemampuan bakteri dalam mengaktifkan ketersediaan unsur P. Menurut (Rao 2002) dalam tanah banyak bakteri yang mempunyai kemampuan melepas P dari ikatan Fe, Al, Ca dan Mg sehingga P yang tidak tersedia menjadi tersedia bagi tanaman, salah satunya adalah *Pseudomonas* sp. Fosfor (P) termasuk unsur hara makro yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman, namun kandungan di dalam tanaman lebih rendah dibanding nitrogen (N), kalium (K), dan kalsium (Ca). tanaman menyerap P dari tanah dalam bentuk ion fosfat, terutama H_2PO_4^- dan HPO_4^{2-} yang terdapat dalam larutan tanah. Ion H_2PO_4^- lebih banyak dijumpai pada tanah yang lebih masam, sedangkan pada pH yang lebih tinggi (lebih besar dari 7) bentuk HPO_4^{2-} lebih dominan, tanaman dapat menyerap P dalam bentuk asam nukleat, fitin dan fosfohumat (Havlin, 1999; Elfiati, 2005).

Penggunaan mikroba pelarut P sebagai pupuk hayati mempunyai keunggulan antara lain hemat energi, tidak mencemari lingkungan, mampu meningkatkan kelarutan P yang terserap, menghalangi terserapnya P pupuk oleh unsur-unsur penyerap dan mengurangi toksisitas Al^{3+} , Fe^{3+} dan Mn^{2+} terhadap tanaman pada tanah masam. pada jenis - jenis tertentu, mikroba ini dapat memacu pertumbuhan tanaman karena menghasilkan zat pengatur tumbuh, serta menahan penetrasi patogen akar karena sifat mikroba yang cepat mengkolonisasi akar dan menghasilkan senyawa antibiotik (Elfiati, 2005).

Menurut Soepardi (2001) mengemukakan peranan P antara lain penting untuk pertumbuhan sel, pembentukan akar halus dan rambut akar, memperkuat jerami agar tanaman tidak mudah rebah, memperbaiki kualitas tanaman, pembentukan bunga, buah dan biji serta memperkuat daya tahan terhadap penyakit. BPF merupakan bakteri tanah yang bersifat non patogen dan termasuk dalam katagori bakteri pemacu pertumbuhan tanaman. Bakteri tersebut menghasilkan vitamin dan fitohormon yang dapat memperbaiki pertumbuhan akar tanaman dan meningkatkan serapan hara (Glick, 1995). BPF merupakan satu-satunya kelompok bakteri yang dapat melarutkan P yang terjerap permukaan oksida-oksida besi dan almunium sebagai senyawa Fe dan Al (Hartono, 2000).

Bakteri penambat nitrogen non simbiotik termasuk kelompok rhizobakteria yang berperan dalam penyediaan unsur nitrogen bagi tanaman (Kaburuan, dkk., 2014). Hasil penelitian Miharja (2003), menunjukkan bahwa mikroorganisme penambat nitrogen non simbiotik (*Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp., *Aerosomonas* sp. dan *Aspergillus* sp.), memiliki kemampuan ganda dalam penambatan nitrogen bebas dari udara sekaligus sebagai pemantap agregat tanah. Penelitian Xenia (2010) membuktikan bahwa *Azotobacter* mampu menghasilkan zat pengatur tumbuh berupa asam indol asetat (AIA), sitokinin, giberelin dan

melarutkan fosfat. Kemampuan *Azotobacter* dalam menambat nitrogen bebas dari udara dimanfaatkan manusia dibidang pertanian, dengan cara membuat pupuk hayati yang agen hayati didalamnya adalah *Azotobacter* (Pratama, dkk., 2014). Penelitian Hamastuti *et al.*, (2012) mengemukakan bahwa mikroorganisme *Azotobacter chroococcum* yang dibuat menjadi pupuk hayati, dapat meningkatkan kadar nitrogen hingga 50% dan juga meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman terong 12,2% dan cabai 21,6% serta kapasitas panen terong 44,2 gram/tanaman dan cabai 11 gram/tanaman.

Cendawan mempunyai peranan yang cukup besar dalam meningkatkan produktivitas tanaman di lahan marginal maupun dalam menjaga keseimbangan lingkungan, dengan demikian inokulasi cendawan dapat membantu dalam merehabilitasi lahan kritis, yang sampai saat ini belum ada usaha pelestarian lahan kritis secara maksimal, karenanya inokulasi cendawan dapat dikatakan sebagai pupuk hayati, baik untuk tanaman pangan, perkebunan, kehutanan maupun tanaman penghijauan (Anwar, 2004). Secara tidak langsung, cendawan berperan dalam perbaikan struktur tanah, meningkatkan kelarutan hara dan proses pelapukan bahan induk, sedangkan secara langsung, cendawan dapat meningkatkan penyerapan air, unsur hara dan melindungi tanaman dari patogen akar dan unsur toksik (Somaatmadja, 2004).

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

- 1) Karakteristik mikroorganisme yang potensial sebagai pupuk hayati dari tanah gambut Kalampangan, Kalimantan Tengah adalah sebagai berikut: bakteri pelarut fosfat terdiri dari *Bacillus* sp. dan *Pseudomonas* sp. Bakteri penambat nitrogen, termasuk ke dalam genus *Azotobacter*, sedangkan cendawan selulitik termasuk ke dalam genus *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp.
- 2) Mikroorganisme dari tanah gambut Kalampangan, yang ditemukan potensial untuk melarutkan posfat (bakteri pelarut fosfat), menambat nitrogen (bakteri penambat nitrogen non simbiotik, dan memecahkan selulosa (fungi selulitik).
- 3) Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa pemberian pupuk hayati ditambah dengan bahan organik, rata-rata memperlihatkan kemampuan mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai yang lebih baik, pada tanah gambut dibandingkan dengan pemberian pupuk hayati cair tanpa bahan organik.
- 4) Hasil perlakuan pupuk hayati tanpa bahan organik, memperlihatkan bahwa pupuk hayati cair EM4, lebih baik dalam meningkatkan tinggi tanaman dan jumlah polong tanaman kedelai, dibandingkan dengan kelompok pupuk hayati cair lokal, sebaliknya pupuk hayati cair lokal (BPF, CS, BPN) lebih mampu meningkatkan jumlah daun dan berat basah polong tanaman kedelai dibandingkan dengan EM4.

5.2. Saran

- 1) Masih diperlukan optimasi pertumbuhan mikroorganisme lokal potensial untuk pupuk hayati, terkait media dan kondisi pertumbuhan yang optimal.
- 2) Potensi pupuk hayati lokal, masih membutuhkan pengujian lebih lanjut, terkait jenis tanaman yang berbeda, dan uji langsung pada skala lapang.

DAFTAR PUSTAKA

- Baker dan Cook, 2008. Bentuk sel bakteri *Bacillus*.sp. Jurnal penelitian
- Boonkerd, 2008. Biofertilizer, mikroorganisme pelarut fosfat. Jurnal penelitian
- Dewi, Ratna, Intan. 2007. *Fiksasi Nitrogen Biologis pada Ekosistem Tropis*. Jatinagor: Universitas Padjadjaran.
- Elfiati, 2005, Bakteri pelarut fosfat. Jurnal penelitian
- Ginting, R.C.B., R. Saraswati, dan E. Husen. 2006. Mikroorganisme pelarut fosfat. Pupuk organik dan pupuk hayati. Balai besar litbang sumberdaya lahan pertanian. Badan penelitian dan pengembangan pertanian, Bogor.
- Glick, 1995. Karakteristik dan identifikasi bakteri pelarut fosfat pada tanah-tanah di Indonesia. Makalah disampaikan pada seminar tahun 2000 hasil penelitian tanaman pangan, Balai Penelitian Tanaman Pangan Bogor.
- Hamastuti H., Elysa DO., SR. Juliastuti, Nuniek H. 2012. Peran Mikroorganisme *Azotobacter chroococcum*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Aspergillus niger* pada Pembuatan Kompos Limbah Sludge Industri Pengolahan Susu. *Jurnal Teknik Pomits* 1 (1): 1-5.
- Hartono, A. 2000. Pengaruh Pupuk Fosfor, Bahan Organik, dan Kapur terhadap Pertumbuhan Jerapan P pada Tanah Masam Latosol Darmaga. *J. Ilmiah Pert. Gakuryoku* VI(1):73-78
- Hartono dan Oslan Jumadi. 2014. Seleksi dan Karakterisasi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik Pengekskresi Amonium pada Tanah Pertanaman Jagung (*Zea mays L.*) dan Padi (*Oryza sativa L.*) Asal Kabupaten Baru, Sulawesi Selatan, Indonesia. *Jurnal Sainsmat*, III (2) : 143-153.
- Higa, T and G.N. Wididana. 1991. Change in the soil Microflora Induced by Effective Microorganisms. Khon Kaen University. Kong kaen, Thailand. October. 1989
- Illmer dan Schinner, 2002. Mekanisme pelarutan fosfat. Jurnal Penelitian
- Lehninger, A.L. 1990. Dasar-Dasar Biokimia (terjemahan) Jilid 1. Jakarta: Erlangga
- Kaburuan, Rahel, Hapson, dan Gusmawartati. 2014. Isolasi dan Karakteristik Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik Tanah Gambut Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu. *Jurnal Agroteknologi*, 5 (1) : 35 – 39.
- Miharja, O. A. A. 2003. Peningkatan Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai Serta Efisiensi Pemupukan Nitrogen Sebagai Akibat Pemberian Pupuk Hayati Pada Tanah Ultisol Jatinagor. *Jurnal*. <http://www.google.co.id>. Diakses tanggal 6 maret 2016.
- Mulyani, S dan Katasapoetra, A.G. 2002. Pengantar Ilmu Tanah. Penerbit Rineka Putra. Jakarta.
- Muniapan. 1998. Ecological and Distribution of *Chromolaena odorata* in Asia and The Pacific. *Proc. 1st Intens.. Workshop on Biological Control of Chromolaena odorata*. 29 Feb – 4 March 1988. Bangkok. Thailand.
- Nurhayati, H. 2006. Isolasi dan Seleksi Bakteri Penambat Nitrogen Non Simbiotik dari Lahan Kering Masam. *Skripsi*. Malang: Universitas Islam Negeri Malang.
- Oramahi H.A., Darmadji P., Haryadi. 2003. Optimasi Kadar Asam dalam Asap Cair dari Kayu Karet dengan RSM. Universitas Gadjah Mada: Yogyakarta.
- Parman . 2007. *Tanah Gambut* . <http://simbos.web.id/tanah-gambut/pemanfaatan-lingkungan-tanah> gambut /. Diakses tanggal 20 februari 2016
- Pratama, Lestari, Trinanda dan Susanti. 2014. *Bakteri Penambat Nitrogen Bebas (Azotobacter dan Cendawan Penghasil Antibiotik (Penicillium))*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Rao, S. 1982. Biofertilizer In Agriculture. Oxford and IBM Publishing Co. New Delhi. Bombay: Calcutta.
- Rao, N.S. Subba. 1994. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Terjemahan Soil Organisms and Growth, oleh : Herawati Susilo. Jakarta. UI-PRESS.
- Rao. 2002. Isolasi dan Identifikasi Bakteri dalam. Badeg Page dari Ponorogo Jawa Timur. *Jurnal Biosains*. ISSN: 0215-9333. 7 (2): 1-7.
- Rao, N.S. Subba. 2007. *Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman*. Terjemahan Soil Organisms and Growth, oleh : Herawati Susilo. Jakarta. UI-PRESS
- Rohyani. 2014, Tanah gambut Kalimantan Tengah, Jurnal penelitian
- Rosmarkam, A dan N.W Yuwono. 2002. Ilmu kesuburan tanah. Kanisius. Yogyakarta.
- Soepardi, 2001. Analisis Potensi dan Karakteristik Gambut. Sains dan Teknologi Indonesia
- Saraswati, Rasti., Edi Husen., R.D.M. Simanungkalit. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Bogor : Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Simanungkalit, R. D. M dan Suriadikarta, D. A. 2006. Pupuk organik dan pupuk hayati. Balai besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor
- Stevens, D.P., MJ. Maclaughlin and A.M. Alston. 1994. Are Aluminium –Floride complexes Phytotoxic. 15 th World Congress of soil Science. Acapulco. Mexico.
- Tate, R. L. 2000. *Soil Microbiology, second edition*. New York. Jhon Wiley & Sons, Inc.
- Zumrotiningrum, B.D., Ari Susilowati, Wiryanto. 2003. Seleksi dan Identifikasi Isolat Cendawan Selulolitik dan Lignoselulolitik dari Limbah Penyulingan Daun Kayu Putih (*Melaleuca leucadendron* L.) dari KPH Gundih, Kabupaten Grobogan.

LAMPIRAN

1. Data Hasil Penelitian

Tabel L 1.1 Data tinggi tanaman kedelai umur 3 mst.

KODE	ULANGAN		Total	Rata-rata
	I	II		
P1	21	20	41	20,5
P2	22	23	45	22,5
P3	21	22	43	21,5
P4	35	34,8	69,8	34,9
P5	19,5	20	39,5	19,75
P6	18	17,8	35,8	17,9
P7	22	22	44	22
Kontrol	10	12	22	11

Tabel L 1.2 Data jumlah daun tanaman kedelai umur 3 mst

Kode	Ulangan		Total	Rata-rata
	I	II		
P1	18	15	33	16,5
P2	23	22	45	22,5
P3	20	18	38	19
P4	37	35	72	36
P5	21	18	39	19,5
P6	18	15	33	16,5
P7	20	17	37	18,5
Kontrol	7	8	15	7,5

Tabel L1.3 Data jumlah polong kedelai

KODE	ULANGAN		Total	Rata-rata
	I	II		
P1	28	25	53	26,5
P2	27	25	52	26
P3	29	32	61	30,5
P4	40	42	82	41
P5	10	12	22	11
P6	8	12	20	10
P7	13	16	29	14,5
Kontrol	0	0	0	0

Tabel L1.4 Data berat polong basah kedelai

KODE	ULANGAN		Total	Rata-rata
	I	II		
P1	28,7	23,4	52,1	26,05
P2	28,54	23,9	52,44	26,22
P3	33,4	36,7	70,1	35,05
P4	41,6	41,2	82,8	41,4
P5	15,7	16,6	32,3	16,15
P6	5,9	6,7	12,6	6,3
P7	10,6	4,77	15,37	7,685
Kontrol			0	0

Lampiran 2. Biaya dan Jadwal Penelitian**2.1 Anggaran Biaya**

Ringkasan anggaran biaya kegiatan penelitian, sebagaimana tampak pada Tabel

L2.1 di bawah ini.

Tabel L 2.1. Ringkasan Anggaran Biaya

No.	Komponen Pengeluaran	Tahun I
1.	Gaji dan Upah	8.160.000,-
2.	Bahan Habis Pakai dan Peralatan	9.400.000,-
3.	Perjalanan	7.040.000,-
4.	Lain-lain: publikasi, seminar, laporan	5.400.000,-
	JUMLAH	30.000.000,-

2.2 Jadwal Penelitian**Tabel L 2.2 Jadwal Penelitian**

No.	Jenis Kegiatan	Bulan ke ... 2016				
		7	8	9	10	11
1	Rapat Koordinasi persiapan penelitian					
2	Eksplorasi mikroorganisme potensial untuk pupuk hayati dari tanah gambut					
3	Persiapan dan perbanyakkan pupuk hayati					

4	Implementasi pupuk hayati pada media tanam kedelai					
5	Pengambilan data pertumbuhan dan produktivitas tanaman kedelai					
6	Analisis data dan penyusunan laporan					
7	Seminar dan penyusunan draf publikasi					

Lampiran 4. Dukungan sarana dan prasarana penelitian

No.	Sarana/prasarana Penunjang Penelitian	Tersedia	Tidak Tersedia	Keterangan
1.	Laboratorium	V	-	
2.	Peralatan isolasi mikroorganisme	V	-	
3.	Peralatan untuk memperbanyak mikroorganisme	V	-	
4.	Rumah kaca	V	-	

Lampiran 5. Susunan organisasi tim peneliti dan pembagian tugas

No.	Nama/ NIDN	Instansi Asal	Bidang Ilmu	Alokasi Waktu (Jam/minggu)	Uraian Tugas
1.	Dr. Liswara Neneng, M.Si./ NIDN 0028016807	Universitas Palangka Raya	Pendidikan Biologi	24	Koordinator dan penanggungjawab seluruh kegiatan penelitian
2.	Widya Krestina, S.Si., M.Si. NIDN 0028078803	Universitas Palangka Raya	Pendidikan Biologi	24	Penanggung jawab kegiatan eksperimen di laboratorium

Lampiran 6. Biodata ketua dan anggota

A. Identitas Diri (Ketua Tim)

1	Nama Lengkap	:	Dr. Liswara Neneng, M.Si.
2	Jenis Kelamin	:	Perempuan
3	Jabatan Fungsional	:	Lektor Kepala
4	NIP	:	19680128 199403 2 002
5	NIDN	:	0028016807
6	Tempat dan Tanggal Lahir	:	Bukit Rawi, 28 Januari 1968
7	E-mail	:	Liswara.neneng@yahoo.com
8	Nomor HP	:	085252763573
9	Alamat Kantor	:	Gedung Pascasarjana Universitas Palangka Raya, Kampus Unpar, Jl. Yos Soedarso, Tunjung Nyaho, Palangka Raya
10	No. Telepon/Fax	:	
11	Lulusan yang telah dihasilkan	:	S-1= 540 orang, S2 =28 orang, S3 = 0 orang
12	Mata Kuliah yang diampu	:	1. Praktikum Biologi (S2) 2. Mikrobiologi (S1, S2) 3. Biologi Sel (S1, S2) 4. Analisis Hasil Studi Internasional (S2) 5. Mikologi (S2) 6. Pengetahuan Lingkungan (S1) 7. Biologi Lingkungan (S2) 8. Biokimia (S1)

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2	S-3
Nama PT	IKIP Malang	IPB, Bogor	Universitas Negeri Malang
Bidang Ilmu	Pendidikan Biologi	Biologi, Sub Program Mikrobiologi	Pendidikan Biologi
Tahun Masuk-Lulus	1987-1992	1997-2001	2005-2007
Judul Skripsi/Tesis/ Disertasi	Pengaruh Temperatur dan Konsentrasi Inokulum <i>Saccharomyces cereviceae</i> terhadap Produksi Etanol Sirup Glukosa Ubi Kayu (<i>Manihoe Esculenta</i> Crantz.	Karakterisasi Senyawa Antibiotik yang Resisten terhadap Enzim Beta Laktamase Tipe TEM I dari isolat ICBB 1171 asal Ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah	Pengaruh Kondisi Lingkungan terhadap Efektivitas Bioremediasi Merkuri oleh Isolat Bakteri dan Sosialisasi Aplikasinya dalam Bioreaktor Sederhana kepada Penambang Emas di DAS Kahayan Kalimantan Tengah
Nama Pembimbing/ Promotor	1.Drs. Widjajanto 2.Dr. Soedjono Basoeki	1. Dr. Dwi Andreas Santosa, M.Sc. 2. Dr. Lisdar I. Sudirman, M.Sc.	1.Prof. Dr. Duran Corebima, M.Pd. 2.Dr. Wignyanto, M.S. 3.Prof. Dr. Mohamad Amin, M.Sc.

C. Pengalaman Penelitian Dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Penelitian	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah
1	2016	Aktivitas Anti Tumor Payudara Ekstrak Tumbuhan Yang Digunakan Oleh Etnis Dayak Di Kalimantan Tengah Pada Mencit Yang Diinduksi Dmba	B2P2TOOT KEMENKES RI (Ketua)	Rp. 153.000.000,-
2	2015	Pelatihan dan Pendampingan Kegiatan Rehabilitasi Lahan Kritis Bekas Pertambangan Rakyat Untuk Kelompok Tani Di Kabupaten Gunung Mas	BAPEDDA KABUPATEN GUNUNG MAS (Ketua)	Rp. 135.000.000,-
3	2014	Pengembangan Perangkat Praktikum Biologi Berbasis Biodiversitas Lokal untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Lanjutan Di Kalimantan Tengah	Hibah Tim Pascasarjana (HPTP) (Ketua)	Rp. 57.000.000,-
4	2014	Rehabilitasi dan Pemanfaatan Lahan Kritis Bekas Pertambangan Rakyat	BAPEDDA KABUPATEN GUNUNG MAS (Ketua)	Rp. 180.000.000,-
5	2012-2013	Aplikasi Bioremediasi, Mikoriza, dan Biofertilizer untuk Menunjang Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit pada Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah	Hibah MP3EI DIKTI (Ketua)	Tahun 2012: Rp. 180.000.000,- Tahun 2013: Rp. 160.000.000,-
6	2012-2014	Pengembangan Metode Reklamasi Terpadu pada Lahan Pasca Tambang Emas untuk Budidaya Tanaman Perkebunan di Kalimantan Tengah	Hibah Insinas Ristek (Ketua)	Tahun 2012: Rp. 200.000.000,- Tahun 2013: Rp. 300.000.000,- Tahun 2014: Rp. 300.000.000,-
7	2013	Pengaruh Jenis dan Komposisi Bahan Organik terhadap Peningkatan dan Kesuburan Tanah dan Pertumbuhan Kedelai pada Lahan Gambut	Hibah DIPA PNBP Universitas Palangkaraya (Anggota)	Rp. 50.000.000,-
8	2012	Eksplorasi Jenis Biofertilizer Berbasis Mikroorganisme dan Bahan Organik dari Limbah yang Efektif sebagai Pupuk Hayati untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan	Hibah BOPTN Universitas Palangkaraya (Anggota)	Rp. 30.000.000,-

9	2012	Pengaruh Pemberian Kombinasi Limbah Kelapa Sawit terhadap Peningkatan Unsur Hara dan Kelimahan Mikroorganisme Tanah pada Lahan Kritis	Hibah DIPA PNBP Universitas Palangkaraya (Anggota)	Rp. 50.000.000,-
10	2012	Kajian Pemanfaatan Mikroba-Mikroba Tanah di Lahan gambut di Eks Penambangan Batubara Kalimantan Tengah	Hibah PKPP (Anggota)	Rp. 250.000.000,-
11	2010-2011	Aplikasi konsorsium mikroorganisme dan Tumbuhan Fitoremediator Merkuri (Hg) untuk Reklamasi Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah	Hibah Stranas DIKTI (Ketua)	Tahun 2010: Rp. 87.000.000 Tahun 2011: Rp. 80.000.000
12	2010	Analisis Peranan Koenzim Dan Kofaktor Ion Logam Dalam Meningkatkan Aktivitas Bioremediasi Merkuri (Hg) Oleh <i>Pseudomonas Sp.</i> Dan <i>Klebsiella Sp.</i> Isolat Indigenus Sungai Kahayan Kalimantan Tengah	Hibah Fundamental (Ketua)	Rp. 30.000.000
13	2009	Eksplorasi Mikroorganisme Rhizosfer Potensial untuk Bioremediasi Lahan Tercemar Merkuri (Hg) pada Areal Penambangan Emas di Kalimantan Tengah	Hibah Stranas (DIPA UNPAR, Ketua)	Rp.100.000.000

D. Pengalaman Pengabdian Kepada Masyarakat dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Tahun	Judul Pengabdian Kepada Masyarakat	Pendanaan	
			Sumber	Jumlah
1	2009	Sosialisasi dan Implementasi Cara Eliminasi Merkuri (Hg) dari Lingkungan Menggunakan Metode Bioremediasi dalam Bioreaktor Sederhana Kepada Penambang Emas di Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah	Hibah Program Penerapan Ipteks DIKTI (Ketua)	Rp. 48.000.000,-
2	2010	Pelatihan Pembuatan Dan Operasionalisasi Bioreaktor Sederhana Untuk Mengolah Limbah Cair Merkuri (Hg)	Hibah IbM DIKTI (Ketua)	Rp. 50.000.000,-

		Menggunakan Metode Bioremediasi Bagi Penambang Emas Di Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah		
3	2010-2011	Pengembangan Motif dan Desain Anyaman Rotan Khas Dayak Ngaju	Hibah IbM DIKTI (Anggota)	Tahun 2010: Rp. 47.000.000,- Tahun 2011: Rp. 45.000.000,-
4	2012	Pelatihan Pembuatan Preparat Histologis dan Specimen Basah Bagi Guru-Guru Biologi di Kota Palangka Raya	Hibah DIPA LPKM Unpar (Ketua)	Rp. 13.000.000,-

E. Publikasi Artikel Ilmiah dalam Jurnal dalam 5 Tahun Terakhir

No.	Judul Artikel Ilmiah	Nama Jurnal	Volume/Nomor/Tahun
1.	Eksplorasi Isolat Bakteri Potensial untuk Bioremediasi Merkuri (Hg) dari Areal Penambangan Emas di Sungai Kahayan Kalimantan Tengah	Agritek	Vol. 16. Hal. 189-194/ 2008
2.	Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Penghasil Antibiotik yang Stabil terhadap Aktivitas Enzim β -Laktamase Tipe TEM-1 dari Ekosistem Air Hitam Kalimantan Tengah	MIPA Universitas Negeri Malang	2008
3.	Karakterisasi Awal Senyawa Antibiotik dari Isolat ICBB 1171 yang Stabil terhadap Aktivitas Enzim β -Laktamase Tipe TEM-1 Produksi <i>Escherichia coli</i> 35218	Sains	Vol. 38, Nomor 1/2009
4.	Penggunaan Metode Pelatihan untuk Meningkatkan Keterampilan Penambang Emas Mengolah Limbah Cair Merkuri (Hg) menggunakan Bioreaktor Sederhana di Kabupaten Gunung Mas Kalimantan Tengah	Jurnal Pendidikan Kanderang Tingang	Vol. 01. Nomor 02/ 2011

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

No.	Nama Pertemuan Ilmiah/Seminar	Judul Artikel Ilmiah	Waktu dan Tempat
1.	4 th International Conference on Global Resource Conservation	Potential Plants For Mercury (Hg) Phytoremediator From Gold Mining Area In Central Kalimantan	Universitas Brawijaya, 7-8 Februari 2013
2.	Seminar Nasional Insentif Ristek SINAS	Pengembangan Metode Reklamasi Terpadu pada Lahan Pasca Tambang Emas untuk Budidaya Tanaman Perkebunan di Kalimantan Tengah	Sabuga, Bandung, 29 -30 Nopember 2012
3.	Seminar Hasil MP3EI	Aplikasi Bioremediasi, Mikoriza, dan Biofertilizer untuk Menunjang Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit pada Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah	Universitas Tanjung Pura, Pontianak, Nopember 2012
4	Seminar Hasil Penelitian Strategis Nasional 2012	Aplikasi konsorsium mikroorganisme dan Tumbuhan Fitoremediator Merkuri (Hg) untuk Reklamasi Lahan Pasca Penambangan Emas di Kalimantan Tengah	Surabaya, 9 – 10 Juli 2012
5	Seminar Nasional Penelitian Hibah Fundamental 2011	Analisis Peranan Koenzim Dan Kofaktor Ion Logam Dalam Meningkatkan Aktivitas Bioremediasi Merkuri (Hg) Oleh <i>Pseudomonas Sp.</i> Dan <i>Klebsiella Sp.</i> Isolat Indigenus Sungai Kahayan Kalimantan Tengah	Jakarta, 24-25 Juni 2011
6	Palangka Raya International Simposium and Workshop on Tropical Peatland	Application Of Potential Bacteria From Mining Area In Central Kalimantan For Mercury (Hg) Bioremediation In A Simple Bioreactor	Palangka Raya, 9 – 11 Juni 2010
7	Seminar Nasional MIPA	Uji Potensi Dan Identifikasi Isolat Bakteri Untuk Bioremediasi Merkuri (Hg) Dari Areal Penambangan Emas Di Kalimantan Tengah	Palangka Raya, 2010

G. Penghargaan yang Diterima:

Lulusan terbaik Program Doktor di Universitas Negeri Malang, tahun 2007.

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi.

Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Bersaing.

Palangka Raya, September 2016
Yang membuat pernyataan,



Dr. Liswara Neneng, M.Si.
NIP. 19680128 199403 2 002

Biodata Anggota Tim Peneliti

I. DATA PRIBADI

1. Nama Lengkap : Widya Krestina S.Si., M.Si
2. Tempat / Tanggal Lahir : Palangkaraya, 28 Juli 1988
3. Jenis Kelamin : Wanita
4. Agama : Kristen
6. Status Pernikahan : Menikah
7. Telepon / HP : 081212740040
8. E-mail : widyakrestina@yahoo.com
9. Alamat Rumah : Jl. Kerinci 214B Bukit Hindu Jekan Raya Palangka Raya

II. PENDIDIKAN

1. PENDIDIKAN FORMAL

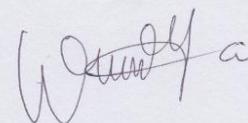
NO	JENJANG	NAMA INSTITUSI	BIDANG STUDI	STTB/IJAZAH
1.	SD	SD Katolik Santo Don Bosco Palangkaraya	-	2000
2.	SLTP	SLTP KAtolik Sang Timur Malang	-	2003
3.	SLTA	SMA Negeri 1 Pahandut Palangkaraya	IPA	2006
4.	S1	Fakultas Sains dan Teknologi Univ. Airlangga Surabaya	Biologi	2010
5.	S2	Fakultas Sains dan Teknologi Univ. Airlangga Surabaya	Biologi	2013

2. PELATIHAN/ KURSUS

NO	NAMA PELATIHAN/ KURSUS/ DIKLAT	TEMPAT/WAKTU	PENYELENGGARA
1.	Panitia Penulisan Proposal Skripsi dan Skripsi Prodi Pendidikan Biologi FKIP Univ. Palangkaraya	21-22 Desember 2015	Prodi Pendidikan Biologi FKIP Univ. Palangkaraya
2.	Peserta Pelatihan Peningkatan Keterampilan Dasar Teknik Instruksional (PEKERTI) Bagi Dosen Perguruan Tinggi Tahun 2015	16-21 November 2015	Kementrian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Universitas Palangkaraya Lembaga Pengabdian Masyarakat

Semua data yang saya isikan dan tercantum dalam biodata ini adalah benar dan dapat dipertanggungjawabkan secara hukum. Apabila di kemudian hari ternyata dijumpai ketidaksesuaian dengan kenyataan, saya sanggup menerima sanksi. Demikian biodata ini saya buat dengan sebenarnya untuk memenuhi salah satu persyaratan dalam pengajuan Hibah Bersaing.

Palangkaraya, 21 Juni 2016



Widya Krestina S.Si., M.Si

Lampiran 7. Surat pernyataan ketua peneliti



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI UNIVERSITAS PALANGKA RAYA LEMBAGA PENELITIAN UNIVERSITAS PALANGKA RAYA

1. Pusat Penelitian Kependudukan
2. Pusat Penelitian Lingkungan Hidup
3. Pusat Penelitian Kebudayaan Dayak
4. Pusat Penelitian dan Pengembangan Pendidikan
5. Pusat Penelitian Pengembangan Wilayah dan Otonomi Daerah
6. Pusat Penelitian Wanita
7. Pusat Kajian Makanan Tradisional dan Tanaman Obat-Obatan
8. Pusat Penelitian Pedesaan dan Ekonomi Kerakyatan
9. Pusat Penelitian Sumberdaya Lahan dan Perairan
10. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keolahragaan

Kampus UNPAR Tunjung Nyaho, Jalan H. Timang, Telp./Fax. (0536)3223322-3229067, Kode Pos:73112 Palangka Raya

SURAT PERNYATAAN KETUA PENELITI/PELAKSANA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dr. Liswara Neneng, M.Si.

NIDN : 0028016807

Pangkat / Golongan : Pembina/ IVc

Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

Dengan ini menyatakan bahwa proposal penelitian saya dengan judul:

Pengembangan Pupuk Hayati Lokal dari Mikroorganisme Potensial asal Tanah Gambut Kalampangan, Kalimantan Tengah

yang diusulkan dalam skema Hibah Bersaing untuk tahun anggaran 2016 **bersifat original dan belum pernah dibiayai oleh lembaga / sumber dana lain.**

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia dituntut dan diproses sesuai dengan ketentuan yang berlaku dan mengembalikan seluruh biaya penelitian yang sudah diterima ke kas negara.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Mengetahui,
Plt. Ketua Lembaga Penelitian,

Palangka Raya, September 2016
Yang menyatakan,

(Prof. Dr. I Nyoman Sudyana, M.Sc.)
NIP. 19620218 198703 1 002

(Dr. Liswara Neneng, M.Si.)
NIP. 19680128 199403 2 002