

PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN DAN MIKROBA PELARUT FOSFAT TERHADAP PRODUKSI TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.).

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister

Program Studi
Agroteknologi

disusun dan diajukan oleh

**SANGKALA
G012171003**



kepada

**PROGRAM MAGISTER AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2019**



TESIS

PEMANFAATAN MIKROBA PENAMBAT NITROGEN DAN
MIKROBA PELARUT FOSFAT TERHADAP PRODUKSI
TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.)

Disusun dan disajikan oleh

SANGKALA
Nomor pokok G012171003

Telah dipertahankan didepan Panitia Ujian Tesis

Pada tanggal 20 Mei 2019

Dan dinyatakan memenuhi syarat

Menyetujui,
Komisi penasehat

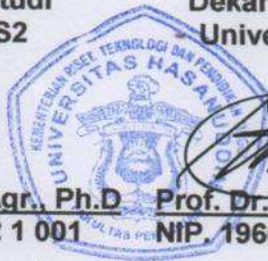
Dr. Ir. Feranita Haring, MP
Ketua

Prof. Dr. Ir. Elkawakib Syam'un, MP
Anggota

Ketua Program Studi
Agroteknologi S2

Dekan Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin

Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr., Ph.D
NIP. 19660925 199412 1 001



Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin
NIP. 19601224 198601 1 001



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sangkala
NIM : G012171003
Program Studi : Agroteknologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis/disertasi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 7 Februari 2019

Yang Menyatakan

Sangkala



PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil Alamin, segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan kemudahan sehingga tesis yang berjudul “Pemanfaatan Mikroba Penambat Nitrogen Dan Mikroba Pelarut Fosfat Terhadap Produksi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)” telah dapat diselesaikan meskipun masih sangat jauh dari kata sempurna. *Shalawat* beriring salam untuk tuntunan dan suri tauladan Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat beliau yang senantiasa menjunjung tinggi nilai-nilai Islam yang sampai saat ini dapat dinikmati oleh seluruh manusia di penjuru dunia.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penyusunan tesis ini tidak jarang penulis menemukan kesulitan dan hambatan, namun berkat dorongan dan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini dengan kerendahan dan ketulusan hati penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, petunjuk dan bimbingan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Dr. Ir. Feranita Haring, MP sebagai ketua pembimbing penelitian dan Prof. Dr.

.....kawakib Syam'un, MP sebagai sekretaris pembimbing penelitian telah meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam memberikan ..ngan dan kesempatan yang sangat berharga bagi penulis.



Semoga Tuhan Yang Maha Esa memberikan perlindungan, kesehatan dan pahala yang berlipat ganda atas segala kebaikan yang telah dicurahkan kepada penulis selama ini.

Pada kesempatan ini, penghargaan dan terima kasih juga penulis sampaikan kepada.

1. Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr, Ph. D., Ketua Program Studi Agroteknologi Universitas Hasanuddin yang telah mengatur segala aturan dan kebijakan yang menjadi tuntunan penulis selama menjadi mahasiswa.
2. Dr. Nasaruddin, M.S, Dr. Ir. Amirullah Dachlan, M.P dan Dr. Ir. Syatriyanti A. Syaiful, M.S. selaku anggota panitia seminar hasil penelitian dan ujian akhir, yang telah memberikan kritik dan saran serta arahan yang sangat berguna dalam penyempurnaan tesis ini.
3. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Agroteknologi Universitas Hasanuddin yang telah membekali penulis dengan berbagai pengetahuan yang tak ternilai harganya.
4. Kepada kepala desa dan warga Desa Tarowang, Kec. Galesong Selatan, Kab. Takalar terima kasih banyak atas bantuan dan fasilitas yang diberikan selama penulis melakukan penelitian.
5. Teman rasa saudara yaitu Ambri Bachtiar dan Jamil Anton terima kasih atas bantuan terutama tumpangan kosnya selama ini menjadi bermakna buat saya bisa mengenal kalian.



dan sekaligus sahabat-sahabat di kelas Magister Agroteknologi
tahun 2017, terima kasih atas persahabatan yang telah terjalin

meskipun salah paham kadang menyelimuti kelas kita tetapi semua telah terlewati dan menjadi bermakna berkat kalian.

7. Junior-junior (Eka Setiawan, Afra Pasanda, Nuraena, Andi Reny Sofia, Rostiah, Andi Sri Bulan, Nurul Pratiwi dan Dewi) yang telah membantu dalam pengamatan selama penelitian.
8. Seseorang yang selalu menjadi teman curhat berinisial Evi Noviana yang kadang memaksa untuk ikut membantu, terima kasih untuk bantuan dan supportnya selama ini.

Terkhusus kepada kedua orang tuaku tercinta Nurhaedah dan Muhari yang senantiasa memberikan cinta dan kasih sayang dalam membesarkan dan mendidik penulis, serta doa restu yang tiada henti-hentinya diberikan kepada penulis dalam menempuh pendidikan. Serta adik-adik dan keluarga besarku yang telah memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan pendidikan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kesehatan, rejeki, pahala dan perlindungan atas segala pengorbanan yang kalian berikan selama ini.

Akhirnya, penulis berharap semoga bantuan yang telah diberikan mendapat balasan dari Allah SWT dengan pahala yang berlipat ganda. Dengan segala kerendahan hati penulis senantiasa mengharap saran yang membangun sehingga penulis dapat berkarya lebih baik lagi di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat bagi kalian yang membutuhkannya. Amin Yaa Rabbal Alamin.



Makassar,7 Februari 2019

Sangkala



ABSTRAK

SANGKALA. Pemanfaatan mikroba penambat nitrogen dan mikroba pelarut fosfat terhadap produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.).

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus sampai Desember 2018. Pembuatan kultur mikroba dilakukan di Laboratorium Bio-Sains Fakultas Pertanian Unhas sedangkan aplikasi di Desa Tarawang, Kec. Galesong Selatan, Kabupaten Takalar. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Faktorial 2 faktor. Faktor pertama adalah aplikasi mikroba penambat nitrogen yaitu tanpa mikroba, *Azotobacter vinelandii*, *Streptomyces* sp., *Bacillus subtilis* dan Faktor kedua adalah aplikasi mikroba pelarut fosfat yaitu tanpa mikroba, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* (indegeneus) dan *Bacillus cereus*. Hasil penelitian menunjukkan kombinasi *Azotobacter vinelandii* dengan *Pseudomonas aeruginosa* menghasilkan produksi tertinggi (384,4 gram per petak atau 3,8 ton per hektar) namun perlakuan tersebut tidak yang tidak berbeda dengan perlakuan lainnya. Mikroba penambat nitrogen *Azotobacter vinelandii* menunjukkan hasil terbaik pada panjang malai (19,74 cm), bobot 1000 butir gabah (23,11 gram) dan bobot gabah per petak (349,55 gram) dan produktivitas per hektar (5,50 ton). Perlakuan pemberian mikroba pelarut fosfat terbaik adalah *Bacillus cereus* yang menghasilkan laju tumbuh tanaman (7,39 g cm⁻² minggu⁻¹) dan laju asimilasi bersih (0,70 g.cm⁻².minggu⁻¹) umur 3 sampai 5 minggu MST.

Keywords : Mikroba, penambat nitrogen, pelarut fosfat, produksi, padi.



ABSTRACT

SANGKALA. The production of rice (*Oryza sativa* L.) with application of nitrogen fixing and phosphate solubilizing bacteria.

The study was conducted from August to December 2018. Microbial cultures were carried out at Bio-Science Laboratory of the Faculty of Agriculture, Hasanuddin University while the application at Tarowang village, Galesong Selatan sub-district, Takalardistrict. The experiment was arranged in a Factorial Randomized Block Design with 2 factors. The first factor was the application of nitrogen-fixing bacteria, ie :*Azotobacter vinelandii*, *Streptomyces sp.*, *Bacillus subtilis* and no bacteria as a control, while the second factor was the application of phosphate solubilizing bacteria, ie: *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* (ind) bacteria, *Bacillus cereus* and no bacteria as a control. The results showed that the best combination *Azotobacter vinelandii* with *Pseudomonas aeruginosa* showed the best yield (384,4 grams per plot or 3,8 tons per hectare) but that treatment is not different significant with others treatment. *Azotobacter vinelandii* showed the best results for panicle length (19.74 cm), 1000 seeds' weight (23.11 g) seeds weight per plot (349.55 g) and yield per hectare (3,50 tons). The best treatment for microbial phosphate solubilizing is *Bacillus cereuse* effective to growing rate (7,39 g cm⁻² week⁻¹) and nett asimilation rate (0,70 g.cm⁻².week⁻¹) at 3 to 5 weeks after planting.

Keywords: Bacteria, nitrogen fixing, phosphate solubilizing, production, rice.



DAFTAR ISI

BAB	Teks	Hal
HALAMAN JUDUL.....		-
LEMBAR PENGESAHAN.....		-
PERNYATAAN KEASLIAN.....		i
PRAKATA.....		ii
ABSTRAK.....		vi
ABSTRACT.....		vii
DAFTAR TABEL.....		x
DAFTAR GAMBAR.....		xi
DAFTAR LAMPIRAN.....		xii
DAFTAR TABEL LAMPIRAN.....		xiii
DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN.....		xv
BAB I. PENDAHULUAN.....		1
A. Latar Belakang.....		1
B. Rumusan Masalah.....		3
C. Tujuan Penelitian.....		4
D. Manfaat Penelitian.....		4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....		5
A. Peranan mikroba terhadap kesuburan tanah.....		5
B. Mikroba Penambat Nitrogen.....		8
C. Mikroba Pelarut Fosfat.....		11
D. Hipotesis.....		16
E. Kerangka Konseptual.....		17
BAB III. METODE PENELITIAN.....		18
A. Waktu dan Lokasi Penelitian		18
B. Alat dan Bahan		18
C. Rancangan Penelitian.....		19
D. Pelaksanaan Penelitian.....		20
E. Parameter Pengukuran.....		24
F. Analisis Data		28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
A. Hasil Penelitian		29
B. Pembahasan		46



BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	71
A. Kesimpulan	71
B. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA.....	73
LAMPIRAN.....	78



DAFTAR TABEL

No	Teks	Hal
1	Kombinasi perlakuan dari faktor aplikasi mikroba penambat nitrogen dengan mikroba pelarut fosfat.....	19
2	Laju tumbuh tanaman padi ($\text{g cm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode 3 sampai 9 MST	30
3	Laju asimilasi bersih tanaman padi ($\text{g cm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode 3 sampai 9 MST.	32
4	Rata-rata panjang malai tanaman padi (cm).	34
5	Rata-rata jumlah gabah per malai tanaman padi.....	35
6	Kepadatan malai (butir/ cm).	36
7	Persentase gabah hampa (%).	37
8	Persentase gabah berisi (%).	38
9	Persentase anakan produktif (%).	39
10	Jumlah anakan tanaman (tanaman).....	40
11	Berat gabah per rumpun (g).	41
12	Berat 1000 gabah (g).	42
13	Indeks panen (%).	43
14	Berat gabah per petak (g).	44
15	Produksi per hektar (ton) gabah kering panen	45



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
1	Kerangka konseptual penelitian.	17
2	Korelasi antar komponen produksi padi tanpa pemberian mikroba penambat nitrogen dan tanpa pelarut fosfat (kontrol).....	54
3	Korelasi antar komponen produksi padi tanpa pemberian mikroba penambat nitrogen dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	55
4	Korelasi antar komponen produksi padi tanpa pemberian mikroba penambat nitrogen dan <i>Bacillus subtilis</i> (ind).	56
5	Korelasi antar komponen produksi padi tanpa pemberian mikroba penambat nitrogen dan <i>Bacillus cereus</i>	57
6	Korelasi antar komponen produksi padi tanpa pemberian mikroba <i>Azotobacter vinelandii</i> dan tanpa pelarut fosfat.	58
7	Korelasi antar komponen produksi padi pemberian mikroba <i>Azotobacter vinelandii</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	59
8	Korelasi antar komponen produksi padi tanpa pemberian mikroba <i>Azotobacter vinelandii</i> dan <i>Streptomyces</i> sp.....	60
9	Korelasi antar komponen produksi padi tanpa pemberian mikroba <i>Azotobacter vinelandii</i> dan <i>Bacillus cereus</i>	61
10	Korelasi antar komponen produksi padi dengan pemberian mikroba <i>Streptomyces</i> sp. dan tanpa mikroba pelarut fosfat.....	62
11	Korelasi antar komponen produksi padi dengan pemberian mikroba <i>Streptomyces</i> sp. dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	63
12	Korelasi antar komponen produksi padi dengan pemberian mikroba <i>Streptomyces</i> sp. dan <i>Bacillus subtilis</i> (ind).....	64
13	Korelasi antar komponen produksi padi dengan pemberian mikroba <i>Streptomyces</i> sp. dan <i>Bacillus cereus</i>	65
14	Korelasi antar komponen produksi padi dengan pemberian mikroba <i>Bacillus subtilis</i> dan tanpa mikroba pelarut fosfat.....	66
15	Korelasi antar komponen produksi padi perlakuan pemberian mikroba <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Pseudomonas aeruginosa</i>	67
16	Korelasi antar komponen produksi padi dengan pemberian mikroba <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Bacillus subtilis</i> (ind)).....	68
	Korelasi antar komponen produksi padi dengan pemberian mikroba <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Bacillus cereus</i>	69



DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Hal
1	Deskripsi Varietas Padi.	79
2	Hasil analisis tanah lokasi penelitian	80
3	Denah perlakuan	81
4	Petak percobaan	82
5	Tabel sidik ragam parameter pertumbuhan dan produksi.	83
6	Foto kegiatan.....	101



DAFTAR TABEL LAMPIRAN

No	Teks	Hal
5.1a	Hasil pengamatan laju tumbuh tanaman padi ($\text{g cm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode 3 sampai 5 MST.	83
5.1b	Sidik ragam laju tumbuh tanaman padi periode 3 sampai 5 MST.	83
5.2a	Hasil pengamatan laju tumbuh tanaman padi ($\text{gcm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode 5 sampai 7 MST.....	84
5.2b	Sidik ragam laju tumbuh tanaman padi periode 5 sampai 7 MST.	84
5.3a	Hasil pengamatan laju tumbuh tanaman tanaman padi ($\text{gcm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode sampai 9 MST.....	85
5.3b	Sidik ragam laju tumbuh tanaman padi periode 7 sampai 9 MST.	85
5.4a	Hasil pengamatan laju asimilasi bersih tanaman padi ($\text{gcm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode 3 sampai 5 MST.....	86
5.4b	Sidik ragam laju asimilasi bersih tanaman padi periode 3 sampai 5 MST.....	86
5.5a	Hasil pengamatan laju asimilasi bersih tanaman padi ($\text{gcm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode 5 sampai 7 MST.....	87
5.5b	Sidik ragam laju asimilasi bersih tanaman padi periode 5 sampai 7 MST.....	87
5.6a	Hasil pengamatan laju asimilasi bersih tanaman padi ($\text{gcm}^{-2} \text{ minggu}^{-1}$) periode 7 sampai 9 MST.....	88
5.6b	Sidik ragam laju asimilasi bersih tanaman padi periode 7 sampai 9 MST.....	88
5.7a	Hasil pengamatan rata-rata panjang malai tanaman padi (cm.)	89
5.7b	Sidik ragam rata-rata panjang malai tanaman padi.....	89
5.8a	Hasil pengamatan rata-rata jumlah gabah per malai tanaman padi (cm).....	90
5.8b	Sidik ragam rata-rata jumlah gabah per malai tanaman padi.....	90
5.9a	Hasil pengamatan kepadatan malai tanaman padi	91
	Sidik ragam kepadatan malai tanaman padi.....	91
	Hasil pengamatan persentase gabah hampa tanaman padi	92
	Sidik ragam persentase gabah hampa.	92



5.10b	Hasil pengamatan persentase gabah berisi(%)..	92
5.11a	Sidik ragam persentase gabah berisi.....	93
5.11b	Sidik ragam persentase anakan produktif (%).	93
5.12a	Sidik ragam persentase anakan produktif.....	94
5.12b	Hasil pengamatan jumlah anakan.....	94
5.13a	Sidik ragam jumlah anakan.....	95
5.13b	Hasil pengamatan berat gabah per rumpun (g)...	95
5.14a	Sidik ragam berat gabah per rumpun.....	96
5.14b	Hasil pengamatan berat 1000 gabah (g).....	96
5.15a	Sidik ragam berat 1000 gabah.....	97
5.15b	Hasil pengamatan indeks panen (%).	97
5.16a	Sidik ragam indeks panen.....	98
5.16b	Hasil pengamatan berat gabah per petak (g.).....	98
5.17a	Sidik ragam berat gabah per petak.....	99
5.17b	Hasil pengamatan produksi per hektar (ton).....	99
5.18a	Sidik ragam produksi per hektar.....	100
5.18b		100



DAFTAR GAMBAR LAMPIRAN

No	Teks	Hal
1	Hasil analisis tanah lokasi penelitian.....	80
2	Denah perlakuan.....	81
3	Petak percobaan.....	82
4	Persiapan mikroba di laboratorium.....	101
5	Aplikasi mikroba di lapangan.....	102
6	Pertumbuhan tanaman pada petak perlakuan.....	103
7	Kegiatan panen dan pascapanen.....	104



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa* L) merupakan salah satu jenis tanaman pangan biji-bijian dari keluarga rumput-rumputan. Tanaman ini merupakan salah satu tanaman pangan yang penting selain gandum dan jagung. Di Indonesia, padi merupakan bahan pangan utama yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan karbohidrat masyarakat. Data produksi padi tahun 2017 menunjukkan hasil produksi gabah nasional sebesar 81,38 juta ton sedangkan untuk konsumsi rata-rata penduduk adalah 0,11 ton/kapita dimana perkiraan penduduk Indonesia sekarang sudah mencapai 261,89 juta jiwa (Kementan, 2018) sementara produktivitas padi sawah sebesar 5,3 ton per hektar masih tergolong rendah (BPS, 2018), sehingga hal ini menjadi tantangan bagi kita semua untuk meningkatkan produksi padi.

Tanaman padi membutuhkan asupan nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhannya dan menghasilkan produksi yang tinggi,. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa setiap ton gabah dan jerami varietas unggul padi inbrida mengandung 17,5 kg N, 3 kg P, dan 17 kg K (Dobermann dan Fairhurst, 2000). Selain itu hasil penelitian yang dilakukan oleh Mahajan, Ramesha dan Chauman (2014) menunjukkan kebutuhan hara padi hibrida adalah 19,1 N dan 3,2 P kg/ton gabah yang dihasilkan.

Penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan berdampak pada kualitas tanah. Hal ini karena penggunaan pupuk anorganik berlebihan dapat mengganggu kelangsungan hidup organisme tanah



dan berdampak terhadap menurunnya kandungan bahan organik didalam tanah akibat terganggunya proses dekomposisi bahan organik serta meningkatnya residu bahan-bahan anorganik.

Bahan organik memiliki fungsi-fungsi penting dalam tanah yaitu; fungsi fisika yang dapat memperbaiki sifat fisika tanah seperti memperbaiki agregasi dan permeabilitas tanah; fungsi kimia dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah, meningkatkan daya sangga tanah dan meningkatkan ketersediaan beberapa unsur hara serta meningkatkan efisiensi penyerapan P; dan fungsi biologi sebagai sumber energi utama bagi aktivitas mikroorganisme tanah (Nagur, 2017). Oleh karena itu, akibat rendahnya kandungan bahan organik didalam tanah, maka kemampuan tanah dalam menyediakan hara pun menjadi semakin menurun. Hasil analisis tanah lokasi penelitian (lampiran 2) menunjukkan kandungan bahan organik yaitu 1,6 %, kandungan Nitrogen (18 %), rasio C/N (9,7) dan fosfat tersedia (8,84 ppm) masih tergolong rendah sehingga diperlukan upaya meningkatkan kesuburannya.

Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki kualitas tanah pertanian diantaranya adalah pemanfaatan mikroba tanah sebagai penyedia hara bagi tanaman. Pemanfaatan mikroba penambat nitrogen *Azospirillum* dan *Azotobacter* sebagai pupuk hayati sebagai sumber nitrogen dapat membantu meringankan beban petani dengan mengurangi biaya produksi yang mahal. Penggunaan mikroba tersebut dapat mengurangi produksi pertanian hingga 40% dan meningkatkan produksi atau hasil antara 15% sampai 70% (Nursanti, 2017).



Selain unsur nitrogen, fosfat (P) merupakan unsur yang sangat penting bagi tanaman padi. Fosfat sangat berpengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman. Mikroba seperti *Bacillus* sp. berpotensi tinggi dalam melarutkan P terikat menjadi P tersedia dalam tanah (Yanti, Hariono dan Sadiman, 2015).

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pertumbuhan dan produksi tanaman padi (*Oryza sativa* L.) dengan perlakuan pemberian mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat sehingga nantinya hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi bagi petani di Indonesia dalam pengaplikasian pupuk hayati untuk meningkatkan produksi pertanian serta mengembalikan kesuburan tanah.

B. Rumusan masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh interaksi mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah ?
2. Bagaimana pengaruh mikroba penambat nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah ?
3. Bagaimana pengaruh mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah ?



C. Tujuan penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui dan mengkaji pengaruh interaksi antara mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah
2. Untuk mengetahui dan mengkaji pengaruh mikroba penambat nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah
3. Untuk mengetahui dan mengkaji pengaruh mikroba pelarut fosfat terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah.

D. Manfaat penelitian

Melalui penelitian ini dapat diperoleh kombinasi mikroba penambat nitrogen dengan pelarut fosfat yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah serta diperoleh informasi jenis mikroba penambat nitrogen dan pelarut fosfat terbaik dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi padi sawah.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Peranan mikroba terhadap kesuburan tanah

Tanah merupakan suatu sistem kehidupan yang kompleks yang mengandung berbagai jenis organisme dengan beragam fungsi untuk menjalankan berbagai proses vital bagi kehidupan terestrial. Mikroba bersama-sama fauna tanah melaksanakan berbagai metabolisme yang secara umum disebut aktivitas biologi tanah. Perannya yang penting dalam perombakan bahan organik dan siklus hara menempatkan organisme tanah sebagai faktor sentral dalam memelihara kesuburan dan produktivitas tanah. Perbedaan berbagai atribut mikroba pada berbagai kondisi tanah disebabkan antara lain oleh perbedaan jenis dan kandungan bahan organik, kadar air, jenis penggunaan tanah dan cara pengelolaannya (Saraswati, Edi dan Simanungkalit, 2007).

Kondisi fisik lahan persawahan yang selalu dinamis setiap saat berpengaruh terhadap kemampuan lahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimum. Salah satu contohnya adalah Amonium (NH_4^+) yang dilepaskan ke atmosfer sebagian akan teroksidasi, membentuk NO_3 , NH_4 dan N_2O kemudian turun kembali ke permukaan tanah bersama air hujan dan selanjutnya berpengaruh pada kemasaman tanah (Triyono, 2004).

Pada tanah persawahan dalam kondisi tereduksi, nitrat akan mengalami proses denitrifikasi menjadi N_2O dan N_2 . Denitrifikasi merupakan salah satu proses yang mendorong kehilangan N dari tanah pertanian, dan



kehilangan tersebut dari jumlah yang sangat kecil sampai tinggi mencapai 100 kg N per hektar (Aulakh et al, 1992; Triyono, 2004). Hal ini merupakan salah satu penyebab berkurangnya unsur hara pada tanah.

Tanah dapat dipandang sebagai suatu kesatuan kehidupan daripada hanya suatu tubuh tanah saja. Komponen organik tanah mengandung semua bentuk kehidupan dalam tanah dan yang sudah mati maupun yang sedang mengalami proses dekomposisi (Loreau et al., 2001). Tanah subur harus mengandung mikroba indigenus minimal 10^7 . Kepadatan populasi mikroba tergantung pada jenis dan banyaknya tanaman yang tumbuh pada habitat tersebut (Sulasih dan Sri Widayanti, 2015).

Keberadaan mikroba di dalam tanah secara alami mempunyai peranan untuk menjaga fungsi tanah dan mengendalikan produktivitasnya, karena sebagai kunci dalam berbagai proses kehidupan tanah, seperti pembentukan struktur tanah, dekomposisi bahan organik, mengubah zat racun, siklus C, N, P dan S (Van Elsas dan Trevors, 1997). Kehidupan berbagai jenis mikroba dari beragam tipe morfologi dan fisiologi, baik yang menguntungkan maupun yang merugikan. Banyak diantaranya yang sudah dikomersialkan seperti mikroba penambat N_2 dari udara, pelarut P, pemacu tumbuh tanaman, dan pengendali patogen. Berbagai atribut mikroba seperti keragaman jenis, kepadatan populasi, dan laju respirasi menjadi indikator

esensial untuk menilai kualitas dan kesehatan tanah (Saraswati, Edi nungkalit, 2007).



Bakteri adalah organisme prokariotik bersel tunggal dengan jumlah kelompok paling banyak dan dijumpai di tiap ekosistem terestrial. Walaupun ukurannya lebih kecil daripada aktinomisetes dan jamur, bakteri memiliki kemampuan metabolik lebih beragam dan memegang peranan penting dalam pembentukan tanah, dekomposisi bahan organik, remediasi tanah tanah tercemar, transformasi unsur hara, berintegrasi secara mutualistik dengan tanaman, dan juga sebagai penyebab penyakit tanaman (Saraswati, Edi dan Simanungkalit, 2007).

Sehubungan dengan efek samping pupuk kimia, metode pemupukan alternatif seperti penggunaan pupuk hayati telah banyak diteliti. Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroba bermanfaat seperti bakteri dan jamur. Pupuk hayati mempunyai keunggulan dalam meningkatkan produksi tanaman dan memelihara kesuburan tanah secara berkelanjutan (Sulasih dan Sri Widayanti, 2015).

Interaksi tanaman dengan bakteri di daerah perakaran tanaman merupakan suatu hal yang dapat menentukan kesehatan tanaman dan kesuburan tanah. (Hayat et al., 2010; Sulasih dan Sri Widayanti, 2015). Bakteri penambat nitrogen, seperti *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. dan bakteri pelarut fosfat, seperti *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Enterobacter* sp. dan *Serratia* sp. merupakan bakteri PGPR yang penting dalam penambahan hara tanaman melalui fiksasi N, pelarutan fosfat dan menekan patogen (Sturz dan Chrisite, 2003; Rajendran dan 2004).



Pupuk hayati salah satu alternatif pupuk yang dapat mengurangi ketergantungan penggunaan pupuk kimia. Pupuk hayati merupakan bahan yang mengandung mikroba yang dapat mengolah bahan-bahan organik menjadi bahan anorganik yang berguna bagi tanaman (Adesemoye, 2009). Mikroba dalam pupuk hayati memiliki kemampuan penambat nitrogen dan melarutkan fosfat sehingga dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara (Rao, 1994; Rohmah, Muslihatin dan Nurhidayati, 2016).

B. Mikroba Penambat Nitrogen

Bakteri penambat nitrogen memiliki kemampuan meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen tersedia dalam tanah. Bakteri tersebut menggunakan nitrogen bebas untuk sintesis sel protein dimana protein tersebut akan mengalami proses mineralisasi dalam tanah. Bakteri penambat nitrogen berkontribusi terhadap ketersediaan nitrogen untuk tanaman (Danapriatna, 2010; Rohmah, Muslihatin dan Nurhidayati, 2016).

Sebagaimana yang telah diketahui bahwa kadar nitrogen total dalam tanah tersebut terus mengalami penurunan selaras dengan pertumbuhan tanaman. Kadar nitrogen di dalam tanah juga akan semakin berkurang. Hal ini dikarenakan semakin meningkat pertumbuhan suatu tanaman, maka kebutuhan akan unsur Nitrogen akan semakin meningkat, terutama pada fase pertumbuhan vegetatif (Rohmah, Muslihatin dan Nurhidayati, 2016).

Beberapa mikroba dikenal mampu menghasilkan nitrogen melalui

nitrogen. Bakteri pemfiksasi nitrogen mengubah N_2 menjadi NH_4 .

Ada banyak bakteri pemfiksasi nitrogen yang tumbuh dengan baik



pada perakaran tanaman dengan kandungan nitrogen yang rendah. Dua kelompok mikroba penambat N₂ adalah yang bersimbiosis dan nonsimbiosis. Penggunaan bakteri pemfiksasi nitrogen nonsimbiosis lebih luas dibandingkan dengan simbiosis. Genus bakteri pemfiksasi nitrogen nonsimbiosis aerob yang telah dikenal adalah *Azospirillum* sp., *Derxia* sp., *Mycobacterium* sp., *Beijerinckia* sp., *Azomonas* sp., dan *Azotobacter* sp.. Asosiasi antara pemfiksasi N nonsimbiosis dengan tanaman merupakan sumbangan N terhadap tanaman. Hasil analisa N tanah menunjukkan dengan penambahan pupuk hayati akan meningkatkan kadar nitrogen di dalam tanah dilihat dari hasil N sebelum tanam (0.10) dan sesudah tanam rata-rata (0.13) (Rohmah, Muslihatin dan Nurhidayati, 2016).

Aktivitas bakteri *Rhizobium* sp., *Azospirillum* sp., *Azotobacter* sp. adalah menyediakan unsur N dan beberapa mampu menyediakan unsur P bagi tanaman (Widawati dan Muharam, 2012). Bakteri tersebut akan menambat N dari udara dan mengubahnya menjadi NH₃ dengan menggunakan nitrogenase, kemudian NH₃ diubah menjadi glutamin atau alanin sehingga bisa diserap oleh tanaman dalam bentuk NO₃ dan NH₄. Bakteri penambat nitrogen dan juga sebagai pelarut fosfat efektif, populasinya dalam tanah hanya kira-kira antara 0,1 – 0,5 % dari total mikroorganisme yang ada (Kucey, Tanzen dan Leggett, 1983).

Bakteri *Azospirillum* dan *Azotobacter* berfungsi untuk menambat N₂ melimpah dari atmosfer dan menyediakannya bagi tanaman (Subba 94; Glick, 1995). Interaksi yang positif antara mikroba penambat (*Azospirillum brasiliense*) dan pelarut fosfat (*Pseudomonas striata*)



yang diinokulasikan pada tanaman gandum, inokulasi keduanya dapat meningkatkan aktivitas reduksi C_2H_2 , kandungan fosfor tersedia dan serapan fosfor dan nitrogen, sehingga dapat meningkatkan hasil gandum (Alagawadi dan Gaur, 1988). Hasil yang serupa dilaporkan oleh Widyastuti, Santosa dan Iswandi (1997) yaitu terjadi peningkatan berat kering tanaman jagung yang diinokulasi dengan *Azotobacter choococum* sebesar 45% dibandingkan dengan tanaman kontrol pada tanah non steril. Kontribusi bakteri penambat nitrogen berpengaruh terhadap peningkatan kadar N dalam jerami dan gabah tanaman padi (Zain, Bachtiar dan Sugoro, 2008).

Azotobacter sp. berfungsi sebagai penambat nitrogen yang sangat menguntungkan karena dapat mencukupi kebutuhan nitrogen tanaman (Erfin, Sandiah dan Malesi, 2016). Genus *Azotobacter* sp. dicirikan dengan sel berbentuk batang, gram negatif, bersifat aerobik obligat dan mempunyai ukuran sel yang lebih panjang dari prokariot lainnya dengan diameter sel 2-4 μm atau lebih (Brock et al., 1994; Erfin, Sandiah dan Malesi, 2016).

Kemampuan fiksasi N bakteri *Azotobacter* sp. berkisar antara 2-15 mg N/g sumber karbon. *Azotobacter* sp. memiliki kemampuan menambat nitrogen sebesar 228 mg/g berat kering sel pada pH netral yang diuji menggunakan metode ARA (*Acetylen Reduction Assay*) (Rao 1994; Widiastuti, Santosa dan Iswandi, 2010). Penambahan *Azotobacter* sp. pada pertanaman padi tanpa penambahan urea memiliki kemampuan menambah

mukaan akar, panjang, dan bobot akar padi (Setiawati, 2014).

Azotobacter sp. dapat memfiksasi dinitrogen kemudian mengkonversi amonium melalui reduksi elektron dan protonasi gas dinitrogen



(Wani et al., 1995; Kalay et al., 2015). Peranan *Azotobacter chroococcum* terhadap peningkatan pertumbuhan dan hasil tanaman adalah karena *Azotobacter chroococcum* memfiksasi N₂ secara bebas (Wani, Rupela dan Lee, 1995)

Azotobacter sp. telah banyak diteliti untuk dibuat sebagai penyusun *biofertilizer*. Penggunaan *biofertilizer* dari *Azotobacter* sp. pada tanaman-tanaman C₄ seperti sorghum (*Sorghum bicolor*), bawang, dan gandum menunjukkan pertumbuhan yang lebih tinggi (Todar, 2008). Inokulan *Azospirillum* sp. dan *Azotobacter* sp. terbaik untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati pada tanaman padi (Marlina, Silviana dan Govar, 2013).

C. Mikroba pelarut fosfat

Fosfat (P) merupakan salah satu unsur makro esensial, tidak hanya bagi kehidupan tumbuhan tetapi juga bagi biota tanah. Aktivitas mikroba tanah berpengaruh langsung terhadap ketersediaan fosfat di dalam larutan tanah. Sebagian aktivitas mikroba tanah dapat melarutkan fosfat dari ikatan fosfatak larut (melalui sekresi asam-asam organik) atau mineralisasi fosfat dari bentuk ikatan fosfat-organik menjadi fosfat-anorganik. Efisiensi pemupukan yang rendah menyebabkan jumlah pupuk P yang diberikan oleh petani semakin meningkat sehingga berpotensi menurunkan produktivitas lahan khususnya pada tanah masam sehingga penggunaannya perlu di kurangi dengan memanfaatkan pupuk hayati (Setiawati et al., 2014).

Efisiensi pupuk P dapat ditingkatkan dengan pemanfaatan mikroba pelarut fosfat. Mikroba tersebut selain dapat menghasilkan enzim fosfatase juga dapat mengeluarkan asam-asam organik. Asam-asam organik tersebut



seperti: asam sitrat, glutamat, suksinat, tartat, format, asetat, propionat, laktonat, glikonat dan fumarat (Rao, 1994).

Mikroba pelarut fosfat umumnya diisolasi dari contoh tanah antara lain dari kelompok fungi, bakteri, dan actinomicetes. Mikroba yang berperan dalam pelarutan fospat antara lain bakteri, antara lain: *Bacillus firmus*, *B. subtilis*, *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. polymixa*, *B. megatherium*, *Arthrobacter* sp., *Pseudomonas* sp., *Achromobacter* sp., *Flavobacterium* sp., *Micrococcus* sp. dan *Mycobacterium* sp.. *Pseudomonas* sp. merupakan salah satu genus dari Famili *Pseudomonadaceae* (Nursanti. 2017).

Mikroba (pupuk hayati) pelarut P dapat berisi bakteri pelarut P dan fungi pelarut P yang dapat hidup secara sinergis (Puspitawati, Sugiyanta dan Anas, 2013). Pemanfaatan mikroba pelarut fosfat merupakan salah satu alternatif untuk memecahkan masalah dalam meningkatkan efisiensi pemupukan. Mekanisme pelarutan fosfat dari bahan yang sukar larut oleh aktivitas mikroba pelarut fosfat banyak dikaitkan dengan kemampuan mikroba yang bersangkutan dalam menghasilkan enzim fosfatase, Sitase, dan asam organik hasil metabolisme seperti asetat. Propionat, glikolat, fumarat, oksalat, suksinat, lartrat, sitrat, laktat, dan ketoglutarat. Proses utama pelarutan senyawa fosfat sukar larut karena adanya produksi asam organik dan sebagian asam anorganik oleh mikroba yang dapat berinteraksi dengan senyawa fosfat sukar larut serta melarutkan fosfat dari kompleks Al, dan Ca (Nursanti. 2017).



nggunaan pupuk hayati dalam bentuk konsorsium yang sinergis mengurangi penggunaan pupuk kimia dan pestisida dalam pertanian

padi. Pemberian inokulum berupa bakteri pelarut fosfat dapat menjadi alternatif untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia, karena mampu mengubah P menjadi bentuk yang tersedia bagi tanaman padi (Pambudi, Noriko dan Sari, 2016). Kompos yang diperkaya mikroba pelarut fosfat mampu meningkatkan komponen produksi tanaman padi seperti meningkatkan jumlah anakan produktif, sedangkan jika dikombinasikan dengan NPK 50%, mampu meningkatkan potensi hasil per hektar padi. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pupuk hayati dapat mengurangi dosis pupuk anorganik hingga 50% dari dosis yang disarankan (Aryanto, Triadiati dan Sugianta, 2015)

Isolat campuran (*Pseudomonas* sp. dan *Penicillium* sp.) mampu meningkatkan aktivitas fosfatase dan hasil panen tanaman padi gogo (Fitriatin, 2009; Wuriesylian et al., 2013). Bakteri pelarut fosfat mampu memberikan hasil panen terbaik tanaman padi (Wuriesylian et al., 2013). Mikroba tanah seperti bakteri *Pseudomonas* sp., *Bacillus* sp., *Escherichia* sp., dan *Xanthomonas* sp., serta fungi *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., dan *Culfularia* sp. dan golongan Aktinomesetes seperti *Streptomyces* sp. mempunyai kemampuan melarutkan fosfat-anorganik tak larut dengan mensekresikan asam-asam organik (Subba-Rao, 1994). Setiap mikroba pelarut fosfat (MPF) menghasilkan jenis dan jumlah asam organik yang berbeda dan ada kemungkinan satu jenis MPF menghasilkan lebih dari satu

m organik. Kemampuan asam organik melarutkan fosfat menurun
menurunnya konstanta stabilitas (log K) menurut urutan sebagai



berikut: asam sitrat > oksalat > tartat > malat > laktat > glukonat > asetat > format (Adu-Tae, 2004).

Fosfat di dalam tanah secara alami terdapat dalam bentuk organik dan anorganik. Kedua macam bentuk tersebut merupakan bentuk fosfat yang tidak larut atau sedikit larut, sehingga ketersediaannya bagi biota tanah sangat terbatas. Mineral fosfat anorganik pada umumnya terikat sebagai $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (*variscite*) dan $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (*strengite*) pada tanah masam dan sebagai $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (trikalsium fosfat) pada tanah basa. Asam-asam organik sangat berperan dalam pelarutan fosfat karena asam organik tersebut relatif kaya akan gugus-gugus fungsional karboksil ($-\text{COO}-$) dan hidroksil ($-\text{O}-$) yang bermuatan negatif sehingga memungkinkan untuk membentuk senyawa kompleks dengan ion (kation) logam yang biasa disebut *chelate*. Asam-asam organik meng-*chelate* Al, Fe atau Ca, mengakibatkan fosfat terlepas dari ikatan $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, atau $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ sehingga meningkatkan kadar fosfat-terlarut dalam tanah. Keadaan ini akan meningkatkan ketersediaan fosfat dalam larutan tanah (Wagner dan Wolf, 1998).

Pelarutan fosfat oleh aktivitas bakteri pelarut fosfat terjadi pada saat perubahan kelarutan senyawa fosfat organik yang menghasilkan asam-asam organik (asam sitrat, glutamat, dan suksinat) dan bereaksi dengan Al^{3+} , Fe^{3+} , Ca^{2+} atau Mg^{2+} membentuk kompleks stabil serta membebaskan ion

terikat menjadi tersedia bagi tanaman. Bakteri pelarut fosfat
mempunyai enzim fitase dan enzim fosfatase penghasil asam – asam
yang dapat memineralisasi fosfat organik dalam tanah (Alexander,



1977). Mikroba tersebut juga memproduksi asam amino, vitamin dan *growth promoting substance* seperti IAA dan asam giberelin yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Ponmugaran dan Gopi, 2006).

Pelarutan P terikat oleh bakteri pada medium Pikovskaya padat diindikasikan dengan terbentuknya zona bening disekitar koloni bakteri. Besar kecilnya zona bening tidak menentukan tinggi rendahnya kemampuan bakteri melarutkan fosfat terikat. Pelarutan P terikat oleh bakteri pada medium pikovskaya cair dipengaruhi oleh aerasi dan lamanya waktu inkubasi (Lestari, Susilowati dan Riyanti, 2011). Jamur pelarut fosfat seperti *Aspergillus*, *Penicillium*, dan *Trichoderma* berperan dalam melarutkan senyawa P sukar larut, meningkatkan P tersedia, memperbaiki pertumbuhan tanaman dan meningkatkan efisiensi pemupukan fosfat (Subba Rao, 1994).

Zona bening (*halozone*) merupakan tanda awal untuk mengetahui kemampuan MPF dalam melarutkan fosfat. Semakin lebar zona bening, secara kualitatif dapat dianggap sebagai tanda kemampuan MPF melarutkan fosfat dalam media tumbuh semakin besar. Demikian pula semakin bening/terang zona bening menunjukkan pelarutan fosfat semakin intensif. Lebar/garis tengah koloni dan zona bening bisa diukur, pada umumnya semakin besar nilai perbandingan antara garis tengah zona bening: garis tengah koloni, menunjukkan kemampuan MPF dalam melarutkan fosfat secara kualitatif semakin besar, walaupun hal ini belum

untuk menggambarkan kemampuan MPF dalam pelarutan fosfat yang
ya (Nautiyal, 1999).



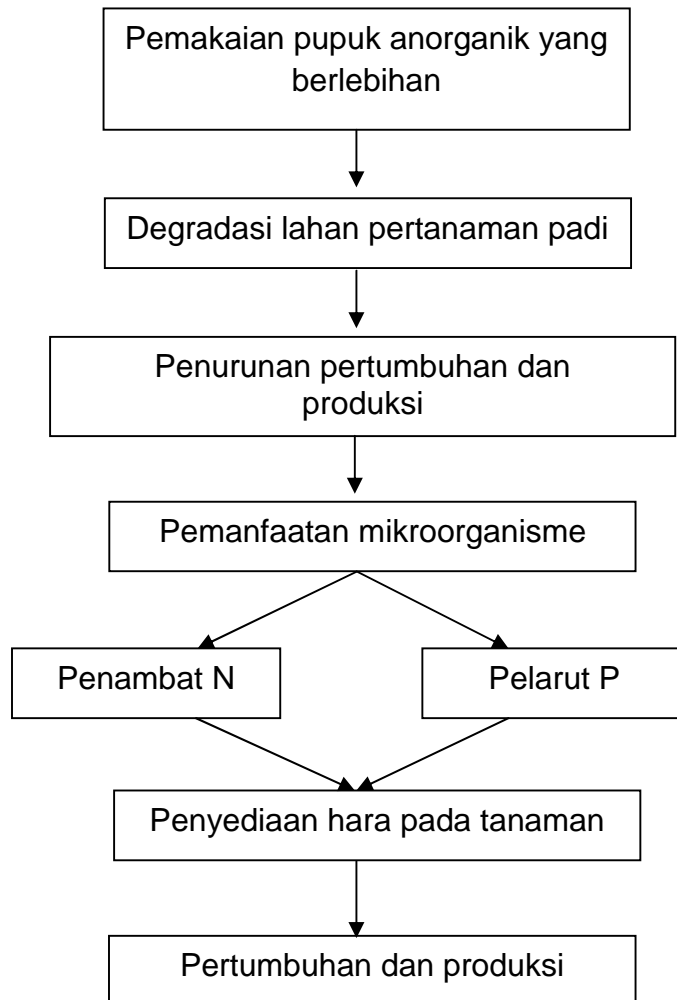
D. Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Terdapat satu kombinasi atau lebih perlakuan antara mikroba penambat nitrogen dengan pelarut fosfat yang berinteraksi nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah.
2. Terdapat satu atau lebih perlakuan mikroba penambat nitrogen yang berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah.
3. Terdapat satu atau lebih perlakuan mikroba pelarut fosfat berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman padi sawah.



E. Kerangka Konseptual



Gambar 1. Kerangka konseptual penelitian

