

**PENGARUH BAKTERI ENDOFITIK TERHADAP
PERTUMBUHAN VEGETATIF SERTA SERAPAN N DAN P
TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) PADA TANAH SALIN
ASAL INDRAMAYU, JAWA BARAT**

Oleh :

SARAH AUDINA ARAFAH



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN TANAH
MALANG
2017**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 6 Juni 2018

Sarah Audina Arafah



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Pengaruh Bakteri Endofitik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Serta Serapan N dan P Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) pada Tanah Salin Asal Indramayu, Jawa Barat

Nama : Sarah Audina Arafah

NIM : 145040200111116

Jurusan : Tanah

Program Studi : Agroekoteknologi

Laboratorium : Biologi Tanah

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Kedua,

Prof. Ir. Eko Handayanto, M.Sc, Ph.D.

NIP : 19520305 197903 1 004

Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M.Sc

NIP. 19661002 199203 2 002

Diketahui,

Ketua Jurusan

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP : 195405011981031006

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU

NIP : 195405011981031006

Prof. Ir. Eko Handayanto, M.Sc, Ph.D.

NIP : 19520305 197903 1 004

Penguji III

Penguji IV

Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M.Sc

NIP. 19661002 199203 2 002

Dr. Ir. Yulia Nuraini, M.S

NIP. 19611009 198503 2 001

Tanggal Lulus :



Maka terangkanlah kepadaku tentang yang kamu tanam?

Kamukah yang menumbuhkannya atukah Kami yang menumbuhkannya?

Kalau Kami kehendaki, benar-benar Kami jadikan dia kering dan hancur; maka jadilah kamu heran tercengang.

(Sambil berkata): "Sesungguhnya kami benar-benar menderita kerugian,

bahkan kami menjadi orang yang tidak mendapat hasil apa-apa."

Maka terangkanlah kepadaku tentang air yang kamu minum.

Kamukah yang menurunkannya dari awan atukah Kami yang menurunkannya?

Kalau Kami kehendaki niscaya Kami jadikan dia asin, maka mengapakah kamu tidak bersyukur?

QS. Al Waqiah – (56: 63-70)

Sungguh tidak ada yang berkuasa dan berkehendak selain kuasa dan kehendak Allah SWT,

termasuk skripsi ini. Syukur Alhamdulillah atas nikmat kuasa Allah.

Skripsi ini dihadiahkan untuk

Kedua orangtua tercinta dan Kakak tersayang

RINGKASAN

SARAH AUDINA ARAFAH. 145040200111116. Pengaruh Bakteri Endofitik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Serta Serapan N dan P Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Tanah Salin Asal Indramayu, Jawa Barat. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Eko Handayanto, M.Sc, Ph.D dan Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M. Sc.

Kabupaten Indramayu merupakan salah satu wilayah penghasil beras. Luas sawah Kabupaten Indramayu adalah 112.194 ha (55 % dari luas wilayahnya), dengan 11.780 ha (10,5%) merupakan lahan sawah yang mempunyai masalah salinitas tinggi dan seluas 25.356 ha (22,6%) mempunyai salinitas sangat tinggi (Muharam dan Saefudin, 2016). Pupuk hayati berbasis bakteri endofit merupakan salah satu solusi untuk dapat meningkatkan pertumbuhan padi dan mengoptimalkan hasil produksi tanpa harus menggunakan pupuk kimia secara berlebihan. Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Bakteri endofit memperoleh nutrisi dari hasil metabolisme tanaman dan mampu melindungi tanaman dari serangan patogen, sedangkan tanaman memperoleh nutrisi dan senyawa bioaktif yang diperlukan selama hidupnya (Strobel dan Daisy, 2003). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui dan mempelajari pengaruh bakteri endofit terhadap pertumbuhan serta serapan N dan P tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada tanah salin.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai dengan bulan Februari 2018 di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanah, Jalan Tentara Pelajar No. 12, Bogor. Analisa contoh tanah dan analisis pertumbuhan Tanaman Padi dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Kesehatan Tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor. Analisa serapan N dan P dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor. Rancangan penelitian yang digunakan ialah Rancangan Acak Kelompok (RAL). Terdiri dari 9 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuan yang digunakan ialah IP 1 kontrol, IP 2 pupuk organik (kompos dan pupuk kandang), IP 3 pupuk anorganik, IP 4 bakteri endofit konsorsia A, IP 5 bakteri endofit konsorsia B, IP 6 bakteri endofit konsorsia AB, IP 7 bakteri endofit konsorsia A dan pupuk organik anorganik, IP 8 bakteri endofit konsorsia B pupuk organik serta anorganik, IP 9 bakteri endofit konsorsia AB dan pu organik serta anorganik. Parameter yang diamati ialah tinggi tanaman, jur anakan, berat basah akar dan tanaman, berat kering akar dan tanaman, panjang akar serta serapan N dan P tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bakteri endofit konsorsia ditambah dengan pupuk organik maupun anorganik berpengaruh nyata serta memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian bakteri endofit konsorsia saja tanpa ada pemberian pupuk organik maupun anorganik, terhadap parameter vegetatif seperti tinggi tanaman, jumlah anakan, berat kering akar, berat kering tanaman, berat basah akar, berat basah tanaman, serapan N dan serapan P. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian bakteri endofit ditambah dengan pemberian pupuk organik dan anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap parameter panjang akar, begitupula dengan perlakuan bakteri endofit konsorsia saja tanpa pemberian pupuk orgnaik maupun anorganik. Namun dari semua perlakuan, perlakuan IP 3 (pupuk anorganik) hampir mendominasi hasil tertinggi pada setiap parameter pengamatan. IP 7, IP 8 dan IP 9 juga memiliki hasil yang tidak berbeda



jauh dibandingkan dengan IP 3. Hasil lebih optimal apabila aplikasi bakteri endofit konsorsia diimbangi dengan penambahan pupuk organik maupun anorganik. Hal ini dikarenakan pupuk anorganik lebih cepat menyediakan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman, sementara sifat pupuk organik maupun bakteri yang memiliki sifat *slow release* dalam menyediakan unsur hara tanaman. Disamping itu, interaksi antara bakteri endofit dan pupuk organik maupun anorganik akan terjadi apabila bakteri endofit bekerja secara maksimal. Kinerja bakteri endofit dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti sifat tanah, bahan organik dalam tanah, teknik budidaya, pemupukan dan aplikasi pestisida



SUMMARY

SARAH AUDINA ARAFAH. 145040200111116. Pengaruh Bakteri Endofitik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Serta Serapan N dan P Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada Tanah Salin Asal Indramayu, Jawa Barat. Dibawah bimbingan Prof. Ir. Eko Handayanto, M.Sc, Ph.D dan Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M. Sc.

Indramayu is one of the region that producing rice. Rice fields area in Indramayu has 112.194 ha (55% of large territory) with 11.780 ha (10.5%) being land that have problem high salinity and an area of 23.36 ha (22.6%) has salinity very high (Erfandi, 2009 in Muharam and Sayifudin, 2016). Biological fertilizer that made by Endophytes Bacteria based is one of solutions to improve the growth of rice and optimizing the yield without use chemical fertilizer excessively. Endophytes is a microbes that lives in plant tissue without being harm to the host. Endophytes micobes got a nutrition from the plant metabolism and able to protect the plant from pathogens, meanwhile plant also takes the nutrition and bioactive compounds for its life (Strobel and Daisy, 2003). The purpose of this research is to know and learn the effect of endophytic bacteria to the growth and the uptake of nitrogen and phosphorus in Paddy (*Oryza sativa* L.) on soil salinity.

This research has been implemented from October 2017 until February 2018 at Glass House Balai Penelitian Tanah Jalan Tentara Pelajar No. 12, Bogor. Soil and Plant Analysis have been done at Laboratory of Chemical and Soil Fertility. Endhopyt microbes and plant analysis have been done at Laboratory of Biological and Healthy Soil. This research has been done by Completely Randomized Design, consist of the 9 treatments and 4 repetition. The treatments that has been used are control, organic fertilizer (compost and manure), inorganic fertilizer (NPK), consortia endophytes bacteria A, consortia endophytes bacteria B, consortia endophytes bacteria AB, consortia endophytes A with organic and inorganic fertilizer, consortia endophytes bacteria B with organic and inorganic fertilizer, and consortia endophytes bacteria AB with organic and inorganic fertilizer. Parameters used are plants height, number of seedlings, dry weight of plant and root, wet weight of plant and root, root length and uptake of nitrogen and phosphorus plants.

The results of this research is giving consortia endophytes bacteria with organic and inorganic fertilizer better than consortia endophytes bacteria without giving organic and inorganic fertilizer to parameters of vegetative as average plant height, average number of seedlings, average dry weight of root and plants, and average wet weight of root and plants, nitrogen and phosphorus absorption. Research show that giving endophyes bacteria with organic and inorganic fertilizer not significantly different than the root length parameter. However from all treatments, Ip 3 almost dominates results the highest on any observation parameters. IP 7, IP 8 and IP 9 also has the result that not much different than the IP 3. The results are optimal when application endophytic bacteria consortia offset by the addition of organic and inorganic fertilizers. Because of inorganic fertilizer is fast release more than organic fertilizer. Besides that, the interaction of endophytes bacteria, organic fertilizer and inorganic fertilizer will happen if endophytes bacteria work on maximum. Endophytes bacteria performance has been affected by environmental factor, nature of the soil, organic matter in soil, cultivation techniques, fertilizer and application of pesticides.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya telah menuntun dan mempermudah penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Bakteri Endofitik Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Serta Serapan N dan P Tanaman Padi (*Oryza Sativa* L.) pada Tanah Salin Asal Indramayu, Jawa Barat”

Pada kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Zaenal Kusuma, SU selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya,
2. Prof. Ir. Eko Handayanto, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing Utama,
3. Kepala Balai Penelitian Tanah, Dr. Husnain., MP., M.Sc.
4. Dr. Ir. Ratih Dewi Hastuti, M.Sc. selaku pembimbing kedua
5. Papa, Mama dan Kakak serta seluruh keluarga yang telah memberikan doa serta dorongan material, spiritual dan semangat selama kegiatan penelitian dan penyusunan skripsi ini,
6. Dinery, Irma, Arin, Laudy, Hisyam, Fadil, Roni, Ima, Mei, Rindy, Sisca, Mbak Hilda, Mbak Zani, Mas Dedi, Pak Jumena, Pak Eep, Bu Yuli, Bu Endang, serta rekan lab lainnya,
7. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang turut membantu dan memberi semangat dalam penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan seluruh pembaca pada umumnya. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran dari berbagai pihak sangat penulis harapkan guna kesempurnaan skripsi ini.

Malang, 6 Juni 2018

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis merupakan putri kedua dari dua bersaudara dan dilahirkan di Malang pada 27 April 1996. Merupakan putri dari Ir. Eko Yudiantoro dan Rindryani Zumaroh.

Penulis menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri Pucang II Sidoarjo pada tahun 2002-2008 dan melanjutkan pendidikan ke jenjang selanjutnya di SMP Negeri 20 Malang pada tahun 2008-2011. Kemudian melanjutkan di SMA Negeri 7 Malang tahun 2011-2014. Pada tahun 2014 penulis melanjutkan studi ke jenjang perguruan tinggi dengan melewati tes nasional (SBMPTN) dan diterima menjadi Mahasiswi Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Selanjutnya pada semester 6 dilakukan penjurusan dan diterima menjadi keluarga MSDL (Manajemen Sumber Daya Lahan) atau Jurusan Tanah.

Selama menjadi mahasiswi, penulis mengikuti organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM FP UB) aktif mulai tahun 2014 hingga tahun 2016. Bermula menjadi Staff Muda Kementerian Sosial Masyarakat kemudian menjadi Staff Kementerian Sosial Masyarakat hingga menjadi Badan Pengurus Harian (BPH) sebagai Direktorat Jendral Sosial Pedesaan Kementerian Sosial Masyarakat. Pernah pula mengikuti organisasi nasional dalam lingkaran Ikatan BEM Pertanian Indonesia (IBEMPI) pada tahun 2015 dan menjadi Staff Ahli Presidium Nasional 2 yang membidangi terkait PSDM (Pemberdayaan Sumber Daya Masyarakat) dan SOSMA (Sosial Masyarakat) dan pernah mewakili dalam kegiatan Bina Desa Nasional pada tahun 2015 yang diselenggarakan di Mataram, NTB.

Kepanitiaan yang pernah diikuti beberapa diantaranya ialah menjadi Divisi Acara Pasca Rantai V (Forkano) pada tahun 2014, menjadi Divisi Humas Indonesia Student Summit 2015, Divisi Acara AFTA pada tahun 2015, Divisi Humas POSTER (Program Orientasi Terpadu) pada tahun 2015-2016, Divisi Humas PPM (Program Pemberdayaan Mahasiswa) tahun 2015-2016, Divisi Humas Open House LKM tahun 2015-2016, Sekretaris Jika Aku Menjadi tahun 2015, Penanggung jawab program Jika Aku Menjadi tahun 2016.

Kegiatan Akademis diluar kampus yang pernah penulis ikuti ialah masuk dalam 5 besar LKTI Se-Nasional dalam ajang Soil Festival “Karst Indonesia” yang diselenggarakan di Institut Pertanian Bogor pada tahun 2017.

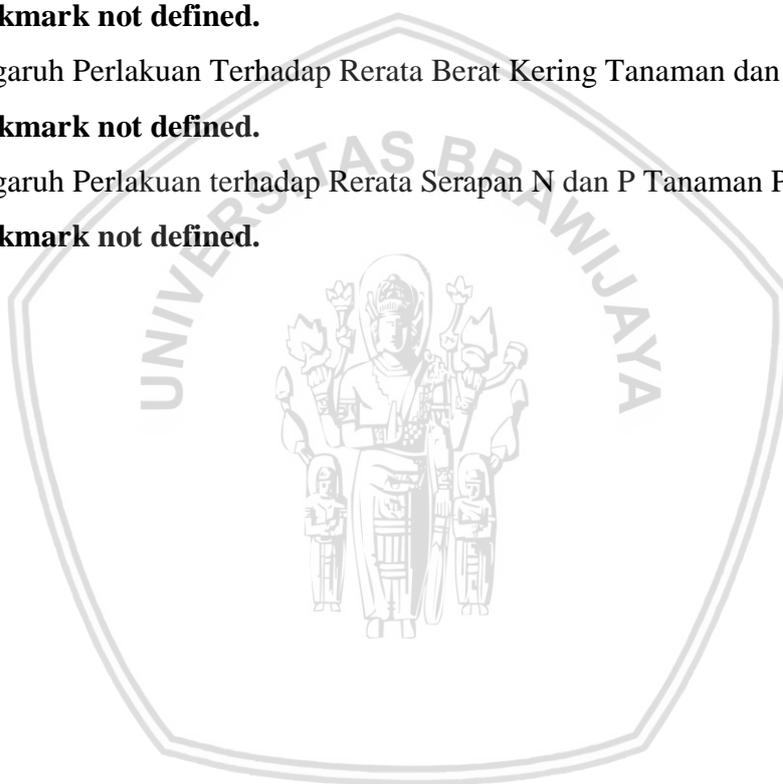
DAFTAR ISI

RINGKASAN	i
SUMMARY	3ii
KATA PENGANTAR	4v
RIWAYAT HIDUP	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	8ii
DAFTAR GAMBAR	9x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Hipotesis	Error! Bookmark not defined.
1.5 Manfaat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
II. TINJAUAN PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
2.1 Tanaman Padi (<i>Oryza sativa L.</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.2 Lahan Salin	Error! Bookmark not defined.
2.3 Mikroorganisme Endofit	Error! Bookmark not defined.
2.3.1 Bakteri Penambat Nitrogen	Error! Bookmark not defined.
2.3.2 Mekanisme Penambatan Nitrogen Oleh Mikroba	Error! Bookmark not defined.
2.3.3 Bakteri Pelarut Fosfat	Error! Bookmark not defined.
2.4 Pupuk	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Pupuk Organik	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 Pengaruh Kompos dan Pupuk Kandang Terhadap Tanaman Padi	Error! Bookmark not defined.
	Error! Bookmark not defined.
III. METODE PENELITIAN	Error! Bookmark not defined.
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.3 Rancangan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4 Pelaksanaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
3.4.1 Perendaman Benih	Error! Bookmark not defined.
3.4.2 Inokulasi Benih	Error! Bookmark not defined.

3.4.3 Persemaian	Error! Bookmark not defined.
3.4.4 Persiapan Tanam	Error! Bookmark not defined.
3.4.5 Pemupukan	Error! Bookmark not defined.
3.4.6 Pemeliharaan dan Pengamatan	Error! Bookmark not defined.
3.5 Parameter Pengamatan..... vi	Error! Bookmark not defined.
3.6 Analisis Data	Error! Bookmark not defined.
3.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	Error! Bookmark not defined.
4.1 Hasil Analisa Sampel Tanah	Error! Bookmark not defined.
4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
4.2.1 Tinggi Tanaman	Error! Bookmark not defined.
4.2.2 Jumlah Anakan	Error! Bookmark not defined.
4.2.3 Panjang Akar	Error! Bookmark not defined.
4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Padi	Error! Bookmark not defined.
4.3.1 Berat Basah	Error! Bookmark not defined.
4.3.2 Berat Kering	Error! Bookmark not defined.
4.4 Pengaruh Perlakuan terhadap Serapan N dan P Tanaman Padi	Error! Bookmark not defined.
Bookmark not defined.	
4.5 Pembahasan Umum	Error! Bookmark not defined.
V. KESIMPULAN DAN SARAN	Error! Bookmark not defined.
5.1 Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
5.2 Saran	Error! Bookmark not defined.
VI. DAFTAR PUSTAKA	Error! Bookmark not defined.
VII. LAMPIRAN	Error! Bookmark not defined.

DAFTAR TABEL

No	Teks	Halaman
1.	Jenis bakteri penambat N ₂ hidup bebas pada tanah sawah	Error! Bookmark not defined.
2.	Rincian Perlakuan Percobaan.....	Error! Bookmark not defined.
3.	Rincian Parameter Pengamatan	Error! Bookmark not defined.
4.	Hasil Analisis Sampel Tanah	Error! Bookmark not defined.
5.	Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Berat Basah Tanaman dan Akar ..	Error! Bookmark not defined.
6.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Berat Kering Tanaman dan Akar	Error! Bookmark not defined.
7.	Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Serapan N dan P Tanaman Padi...	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Halaman
1.	Tanaman Padi (<i>Oryza sativa L</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.	Tanah Salin.....	Error! Bookmark not defined.
3.	Bakteri Pelarut Fosfat dalam cawan petri	Error! Bookmark not defined.



DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Perhitungan Pupuk	Error! Bookmark not defined.
2.	Deskripsi Padi Varietas Inpari 35	Error! Bookmark not defined.
3.	Hasil Analisis Sidik Ragam	Error! Bookmark not defined.
4.	Kriteria Kesuburan Tanah	Error! Bookmark not defined.
5.	Dokumentasi Kegiatan Penelitian	Error! Bookmark not defined.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi merupakan salah satu komoditas pangan utama yang kebutuhannya semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Pada tahun 2015 diperkirakan mencapai lebih dari 255,5 juta jiwa. Akan Tetapi produksi padi pada tahun 2014 mengalami penurunan dari produksi pada tahun sebelumnya yaitu turun sebesar $0,67 \text{ t h}^{-1}$ (Syahril *et al.*, 2017). Kebutuhan beras nasional diperkirakan mencapai 29,127 juta ton dengan asumsi konsumsi beras 114 kg/kapita/tahun (Koesrini dan Anwar, 2015).

Salah satu usaha meningkatkan produksi padi atau beras adalah dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal, yaitu lahan-lahan yang mempunyai produktifitas rendah. Salah satu lahan marginal itu yang bisa digunakan untuk perluasan tanaman padi adalah lahan pasang surut. Lahan pasang surut mempunyai luas yang cukup di Indonesia sebagai contoh adalah Kabupaten Indramayu yang merupakan salah satu wilayah penghasil beras. Luas sawah Kabupaten Indramayu adalah 112.194 ha (55 % dari luas wilayahnya), dengan 11.780 ha (10,5%) merupakan lahan sawah yang mempunyai masalah salinitas tinggi dan seluas 25.356 ha (22,6%) mempunyai salinitas sangat tinggi (Muharam dan Saefudin, 2016). Menurut Ruswandi *et al.* (2008), Kabupaten Indramayu memiliki posisi pantai yang sangat landai sehingga potensi untuk terjadinya gelombang pasang sangat tinggi yang mengakibatkan air laut masuk kedalam tanah yang terdapat di sekitar pantai dan akan berpengaruh terhadap salinitas tanah yang ada di sekitar Kabupaten Indramayu.

Upaya dalam meningkatkan produksi padi mengalami hambatan salah satunya disebabkan oleh tingkat kesuburan tanah yang rendah, rendahnya unsur N dan K, kandungan Na^+ yang tinggi dan tingginya pH tanah. Tanah dengan kadar garam tinggi akan menghambat beberapa aktivitas yang sangat esensial untuk respirasi dan fotosintesis serta pengaturan kembali beberapa proses metabolisme guna mengkompensasi perubahan-perubahan osmosis dan konsentrasi ion (Sheng *et al.*, 2008).

Pupuk hayati berbasis bakteri endofit merupakan salah satu solusi untuk dapat meningkatkan pertumbuhan padi dan mengoptimalkan hasil produksi tanpa

harus menggunakan pupuk kimia secara berlebihan. James dan Olivares (1997), menyatakan bahwa sejumlah bakteri endofitik yang telah berhasil diisolasi dari bagian dalam beberapa tanaman pangan, yaitu pada tanaman padi, jagung, sorgum, dan tebu dapat meningkatkan secara nyata penambatan N_2 . Sebagai penyediaan dan penyerapan unsur hara bagi tanaman, aktifitas bakteri diperlukan untuk menjaga ketersediaan unsur hara yang penting bagi tanaman, salah satunya adalah nitrogen. Kurang lebih 80 % kandungan udara adalah N_2 . Namun, N_2 di udara tersebut harus ditambat oleh bakteri dan diubah bentuknya terlebih dahulu agar bisa langsung dimanfaatkan oleh tanaman untuk pertumbuhannya.

Bakteri endofit perlu untuk dipelajari lebih jauh dalam rangka konservasi sumber daya hayati, karena jenis bakteri yang hidup berasosiasi dengan tanaman inang ini diketahui mampu menambat N bebas di udara pada tanaman padi, sorgum, jagung, kedelai, dan ubi jalar, serta kemampuannya di dalam memproduksi senyawa bioaktif yang terdapat pada tanaman dan memproduksi metabolit sekunder (Susilowati, *et al*, 2007). Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa membahayakan inangnya. Bakteri endofit memperoleh nutrisi dari hasil metabolisme tanaman dan mampu melindungi tanaman dari serangan patogen, sedangkan tanaman memperoleh nutrisi dan senyawa bioaktif yang diperlukan selama hidupnya (Strobel dan Daisy, 2003).

Adapun tujuan kegiatan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh aplikasi bakteri endofit dalam meningkatkan fase vegetatif padi serta serapan N dan P pada tanah salin.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, perumusan masalah dalam skripsi ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh bakteri endofit terhadap pertumbuhan pada fase vegetatif tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada tanah salin dari Indramayu, Jawa Barat?
2. Bagaimana pengaruh bakteri endofit terhadap serapan N dan P tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada tanah salin dari Indramayu, Jawa Barat.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Mengetahui dan mempelajari pengaruh bakteri endofit terhadap pertumbuhan tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) pada tanah salin
2. Mengetahui dan mempelajari pengaruh bakteri endofit terhadap serapan N dan P tanaman Padi (*Oryza sativa* L) pada tanah salin

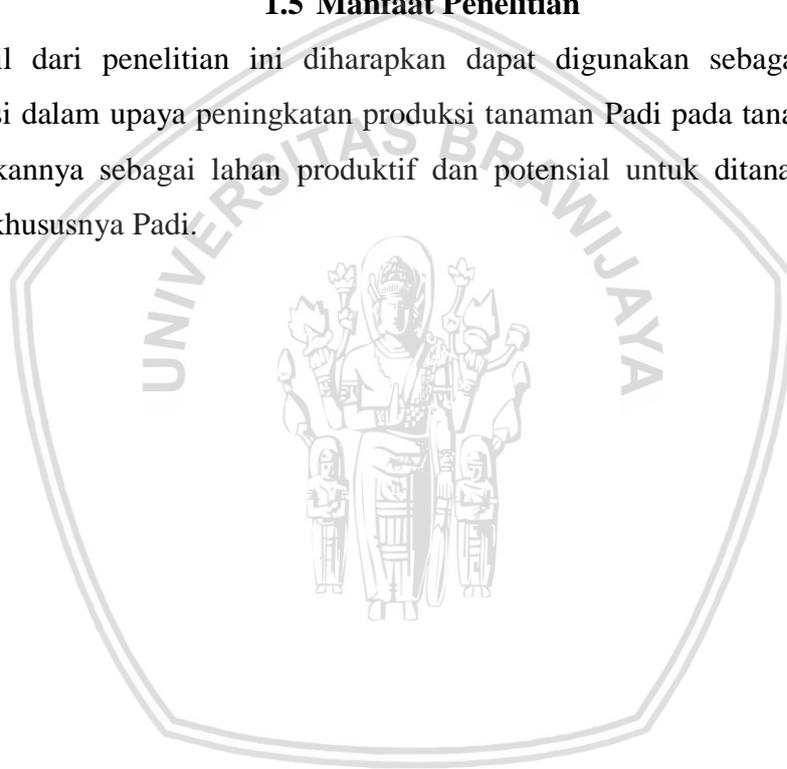
1.4 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini ialah :

Aplikasi bakteri endofit tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) dapat meningkatkan pertumbuhan fase vegetatif tanaman serta serapan unsur hara N dan P

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai tambahan informasi dalam upaya peningkatan produksi tanaman Padi pada tanah salin serta menjadikannya sebagai lahan produktif dan potensial untuk ditanami tanaman pangan khususnya Padi.



varietas yang toleran terhadap salinitas yaitu SR 26 B, CSR 1, CSR 2, CSR 3, CSR 27, CSR 13, Panvel 1, Panvel 2, Panvel 3, Vytilla 1 dan Vytilla 2 (Safitri *et al.*, 2016).

Tanaman Padi dapat tumbuh di daerah tropis/subtropis pada 45° LU sampai 45° derajat LS dengan cuaca panas dan kelembaban tinggi dengan musim hujan 4 bulan. Rata-rata curah hujan yang baik adalah 200 mm/bulan atau 1500-2000 mm/tahun. Padi dapat ditanam di musim kemarau atau hujan. Pada musim kemarau produksi meningkat asalkan air irigasi selalu tersedia. Di musim hujan, walaupun air melimpah produksi dapat menurun karena penyerbukan kurang intensif.

Di dataran rendah padi memerlukan ketinggian 0-650 mdpl dengan temperatur 22-28°C sedangkan di dataran tinggi 650-1.500 mdpl dengan temperatur 19-23°C. Tanaman padi memerlukan penyinaran matahari penuh tanpa naungan. Angin berpengaruh pada penyerbukan dan pematangan tetapi jika terlalu kencang akan merobohkan tanaman.

2.2 Lahan Salin

Lahan salin lahan pasang surut yang terkena pengaruh intrusi air laut atau payau yang tanahnya dapat termasuk dalam kategori lahan potensial, lahan sulfat masam, atau gambut. Lahan salin mendapatkan intrusi air laut lebih dari 3 bulan dalam setahun dan kandungan Na dalam larutan tanah antara 8-15% (Yamin dan Hairuddin, 2016).



Gambar 2. Tanah Salin

Sumber: [google.com/image/tanahsalin](https://www.google.com/image/tanahsalin)

Istilah salin digunakan untuk menggambarkan tanah yang kaya kadar garamnya di dalam larutan tanah. Persentase Na pada koloid tanah salin di bawah 15% dan pH-nya di bawah 8,5. Kandungan Na lebih besar dibandingkan dengan kandungan lainnya seperti Ca, Mg, S, dan K. Kadar garam yang tinggi dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman seperti menghambat panjang tunas, merusak sistem pertumbuhan akar tanaman, menghambat sistem kerja salah satunya dengan menurunnya hasil fotosintesa (Golpayegani dan Tilebani, 2011).

Air diserap oleh akar tanaman melalui suatu proses yang disebut osmosis, yang melibatkan pergerakan air dari tempat dengan konsentrasi garam rendah (tanah) ke tempat yang memiliki konsentrasi garam yang tinggi. Jika konsentrasi garam dalam tanah lebih tinggi dibandingkan dengan di dalam sel-sel akar, tanah akan menyerap air dari akar dan tanaman akan layu dan mati. Pengaruh yang merusak dari garam pada tanaman tidak hanya disebabkan oleh daya osmosis, tetapi berlebihnya Na^+ dan Cl^- juga mempengaruhi asimilasi nitrogen karena dapat menghambat penyerapan nitrat yang merupakan salah satu ion penting untuk tanaman (Yuniati, 2004). Menurut Muharam dan Asep (2016), beberapa alasan tanah salin jarang digunakan untuk budidaya tanaman yaitu, tekanan osmotik yang tinggi, kandungan Na yang tinggi, rendahnya unsur N dan K.

Beberapa tumbuhan tumbuh dan tahan dalam habitat dengan kandungan garam tinggi, yang kemudian halofit. Tumbuhan itu biasa hidup di pantai yang mesofit atau hidrofite tak dapat subur. Ketahanan terhadap garam merupakan kemampuan tumbuhan untuk melawan adanya akibat yang disebabkan oleh garam sehingga kerusakannya tidak serius.

Manajemen dalam mengatasi lahan salin menurut Thohiron dan Heru (2012), beberapa diantaranya ialah pengkayaan bahan organik dengan pengembalian residu tanaman dan pupuk kompos; pengkayaan hara mikro terutama dalam bentuk *chelate* atau *fritted trace element* (FTE) dan pengkayaan dan optimasi peran mikroba bermanfaat.

2.3 Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan mikroorganisme yang seluruh atau sebagian hidupnya berada dalam jaringan tumbuhan (batang, cabang atau ranting tumbuhan) dimana diantara keduanya terjalin hubungan yang saling

menguntungkan. Sekitar 300.000 jenis tanaman yang tersebar di muka bumi ini, masing-masing tanaman mengandung satu atau lebih bakteri endofit (Radji, 2005).

Bakteri yang hidup bebas dan mempunyai kemampuan menambat nitrogen dari udara banyak ditemukan hampir di setiap ekologi tanah. Bakteri ini biasanya berasosiasi dengan tanaman, sistem perairan, dan sedimen. Bakteri penambat nitrogen hidup bebas yang sudah banyak dikenal dan digunakan sebagai inokulan seperti *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Azospirillum* dan bakteri endofitik diazotrof lainnya.

Menurut Stierle (1995), pemanfaatan bakteri endofitik dalam memproduksi senyawa aktif memiliki beberapa kelebihan, antara lain (1) lebih cepat menghasilkan dengan mutu yang seragam, (2) dapat diproduksi dalam skala besar, dan (3) kemungkinan diperoleh komponen bioaktif baru dengan memberikan kondisi yang berbeda. Di samping itu, James dan Olivares (1996), menambahkan bahwa sejumlah bakteri endofitik yang telah berhasil diisolasi dari bagian dalam beberapa tanaman pangan, yaitu pada tanaman padi, jagung, sorgum, dan tebu dapat meningkatkan secara nyata penambatan N_2 .

2.3.1 Bakteri Penambat Nitrogen

Pada saat ini sangat jarang dijumpai tanah yang tidak membutuhkan tambahan nitrogen untuk menghasilkan produksi padi yang tinggi. Pengelolaan hara nitrogen yang optimal bertujuan untuk mengurangi kehilangan N dan meningkatkan serapan N oleh tanaman dengan cara melakukan pemupukan yang sesuai dan sesuai kebutuhan (Wahid, 2003). Tidak semua nitrogen yang diberikan kedalam tanaman diserap secara utuh oleh tanaman. Kehilangan N melalui berbagai peristiwa dapat bervariasi tergantung pada kondisi tanah dan lingkungan.

Dengan demikian penggunaan pupuk berbasis nitrogen sedang ditingkatkan seiring dengan bertambahnya tingkat kebutuhan manusia terhadap pangan. Nitrogen adalah unsur yang diperlukan tanaman untuk membentuk senyawa penting di dalam sel. Tanaman mengambil kebutuhan nitrogen dari dalam tanah dalam bentuk NH_4 dan NO_3 . Sumber nitrogen yang terdapat di dalam tanah, tidak selalu mencukupi kebutuhan tanaman, sehingga perlu diberikan pupuk anorganik yang merupakan sumber nitrogen untuk

meningkatkan produksi pertanian. Akan tetapi penggunaan pupuk anorganik dalam jangka panjang dapat menimbulkan efek yang membahayakan lingkungan.

Peran dan fungsi bakteri tanah juga menentukan berhasilnya keberlanjutan sistem produksi pertanian. Penambatan N₂ dari atmosfer oleh bakteri dapat membantu ketersediaan unsur N₂ bagi tanaman dan dapat mengefisienkan penggunaan N₂ yang berasal dari pupuk anorganik. Pemanfaatan bakteri penambat N₂ ini juga akan mengurangi biaya produksi tanaman (Razie dan Syaifuddin, 2005)

Bakteri tersebut mampu mengikat nitrogen dari udara, baik secara simbiosis (*root-nodulating bacteria*) maupun nonsimbiosis (*free-living nitrogen-fixing rhizobacteria*). Pemanfaatan bakteri fiksasi N₂, baik yang diaplikasikan melalui tanah maupun disemprotkan pada tanaman, mampu meningkatkan efisiensi pemupukan N₂.

Upaya dalam mencapai tujuan pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan, penggunaan bakteri fiksasi N₂ berpotensi mengurangi kebutuhan pupuk N₂ sintetis, meningkatkan produksi dan pendapatan usahatani dengan masukan yang lebih murah.

Bakteri fiksasi N₂ yang hidup bebas pada daerah perakaran dan jaringan tanaman padi, seperti *Pseudomonas* spp., *Enterobacteriaceae*, *Bacillus*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, dan *Herbaspirillum* telah terbukti mampu melakukan fiksasi N₂ (James 1997). Bakteri fiksasi N₂ pada rizosfer tanaman *gramineae*, seperti *Azotobacter paspali* dan *Beijerinckia* spp., termasuk salah satu dari kelompok bakteri aerobik yang mengkolonisasi permukaan akar (Baldani *et al.*, 1997).

Kelompok prokariotik fotosintetik seperti *cyanobacter*, mampu mempertahankan kesuburan ekosistem pada kondisi alami lahan pertanian melalui kemampuannya mengikat N₂ (Saraswati dan Sumarno, 2008). Demikian pula bakteri diazotrof endofitik yang hidup dalam jaringan tanaman, dapat mengeksploitasi substrat karbon yang disuplai oleh tanaman tanpa berkompetisi dengan mikroba lain. Bakteri ini mampu tumbuh pada lingkungan dengan tekanan O₂ yang rendah yang sangat penting bagi aktivitas enzim nitrogenase (James dan Olivers, 1997).

Berikut merupakan berbagai jenis bakteri penambat N₂ yang hidup bebas (non simbiotik) pada tanah sawah.

Tabel 1. Jenis bakteri penambat N₂ hidup bebas pada tanah sawah

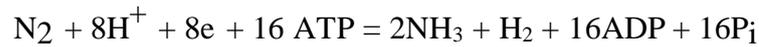
No.	Jenis Bakteri	Contoh Spesies
1.	<i>Photosynthetic bacteria</i>	<i>Rhodospirillum</i> <i>Rhodopseudomonas</i> , <i>Rhodomicrobium</i>
	<i>Rhodospirillaceae</i>	
	<i>Chromatiaceae</i>	<i>Chromatium</i> , <i>Ectothiorhodospira</i> , <i>Triospirillum</i>
	<i>Chlorobiaceae</i>	<i>Chlorobium</i> , <i>Chloropseudomonas</i>
2.	<i>Gram-negative aerobic bacteria</i>	
	<i>Azotobacteriaceae</i>	<i>Azotobacter</i> , <i>Azotomonas</i> , <i>Beijerinckia</i> , <i>Derxia</i>
	<i>Pseudomonadeceae</i>	<i>Pseudomonas</i> (<i>P. azotogensis</i>)
3.	<i>Gram-negative facultative anaerobic bacteria</i>	
	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Klebsiella</i> (<i>K. pneumoniae</i>), <i>Enterobacter</i> (<i>E. cloecae</i>), <i>Escherichia</i> (<i>E. intermedia</i>), <i>Flavobacterium</i> sp.
4.	<i>Gram-negative anaerobic bacteria</i>	<i>Desulfovibrio</i> (<i>D. vulgaris</i> , <i>D. desulfuricans</i>)
5.	<i>Methane forming bacteria</i>	
	<i>Methanobacteriaceae</i>	<i>Methanobacterium</i> , <i>Methanobacillus</i>
6.	<i>Spore-forming bacteria</i>	
	<i>Bacillaceae</i>	<i>Bacillus</i> (<i>B. polymyxa</i> , <i>B.</i> <i>B. circulans</i>), <i>Clostridium</i> (<i>C.</i> <i>pasteurianum</i> , <i>C. butyricum</i>).
7.	<i>Bacteria analogous to Actinomycetes</i>	
	<i>Mycobacteriaceae</i>	<i>Mycobacterium</i> (<i>M. flavum</i>)

Sumber: Saraswati dan Sumarno, (2008)

2.3.2 Mekanisme Penambatan Nitrogen Oleh Bakteri

Nitrogen merupakan komponen pembangun senyawa asam amino, amida, protein, dan beberapa zat pengatur tumbuh yang terlibat dalam proses metabolisme sel tanaman (Gardner *et al.*, 1991). Konsep aerobik diazotrop adalah bakteri yang berada di sekitar perakaran tanaman yang mampu menggunakan molekul N₂ sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhannya. Pada umumnya bakteri ini mempunyai mekanisme untuk melindungi enzim dari pengaruh oksigen meskipun bakteri ini sendiri memerlukan oksigen untuk

respirasi dan pembentukan ATP. Mekanisme ini dikenal dengan istilah perlindungan respirasi (*respiratory protection*). Mekanisme penambatan nitrogen secara biologis dapat digambarkan melalui persamaan di bawah ini. Dua molekul amonia dihasilkan dari satu molekul gas nitrogen dengan menggunakan 16 molekul ATP dan pasokan elektron dan proton (ion hidrogen).



Reaksi ini hanya dilakukan oleh bakteri prokariot. Reaksi ini berlangsung ketika molekul N_2 terikat pada kompleks enzim nitrogenase. Protein Fe mula-mula direduksi oleh elektron yang diberikan oleh ferredoksin. Kemudian protein Fe reduksi mengikat ATP dan mereduksi protein molibden-besi, yang memberikan elektron kepada N_2 , sehingga menghasilkan $\text{NH}=\text{NH}$. Pada dua daur berikutnya proses ini (masing-masing membutuhkan elektron yang disumbangkan oleh ferredoksin) $\text{NH}=\text{NH}$ direduksi menjadi $\text{H}_2\text{N}-\text{NH}_2$, dan selanjutnya direduksi menjadi NH_3 . Tergantung pada jenis mikroianya, ferredoksin reduksi yang memasok elektron untuk proses ini diperoleh melalui fotosintesis, respirasi atau fermentasi. Hambatan terhadap penambatan N_2 lebih disebabkan oleh NH_4^+ daripada NO_3^- atau NO_2^- bagi *Azotobacter* dan *Cyanobacteria*, karena NH_4^+ menghambat sintesis nitrogenase. (Saraswati, 2007).

2.3.3 Bakteri Pelarut Fosfat

Unsur hara fosfor (P) memiliki peranan penting dalam meningkatkan produksi padi (*Oryza sativa* L.) yaitu sebagai sumber energi, proses fotosintesis, glikolisis dan perkembangan akar. Menurut Puspitawati *et al.* (2013), kebutuhan pupuk P pada tanaman padi ialah 2.6 kg P ha^{-1} dalam setiap ton gabah. Sebagian besar ketersediaan P dalam tanah tidak tersedia bagi tanaman dikarenakan unsur P terikat oleh Al, Fe dan Ca. hal ini menyebabkan pengaplikasian pupuk P tidak efisien. Menurut Suartini *et al.* (2013), unsur hara fosfor sebagian besar terdapat dalam bentuk senyawa kompleks yang terikat oleh koloid tanah dan sulit untuk didegradasi sehingga tidak dapat diserap oleh tanaman. Salah satu upaya dalam meningkatkan ketersediaan P yang dapat diserap oleh tanaman ialah dengan pemanfaatan bakteri pelarut P. Sehingga upaya ini dapat mengurangi penggunaan pupuk P anorganik yang kurang ramah lingkungan.

Kemampuan bakteri pelarut fosfat tergantung dari jenis bakteri, daya adaptasi, hingga kemampuan dalam menghasilkan asam-asam organik (Fitriatin *et al.*, 2009). Bakteri pelarut fosfat mensekresikan sejumlah asam organik seperti asam-asam format, asetat, propionate, laktonat, glikolat, fumarat dan suksinat yang mampu membentuk khelat dengan kation-kation seperti Al dan Fe (Fitriatin *et al.*, 2009).



Gambar 3. Bakteri Pelarut Fosfat dalam cawan petri
Sumber: Dokumentasi pribadi

Macam-macam bakteri pelarut fosfat menurut Fitriatin *et al.* (2009), antara lain *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Streptomyces*, dan *Flavobacterium*. Selain itu pada penelitian Suartini *et al.* (2013), didapatkan hasil keefektifan pelarut fosfat oleh *Klebsiella* sebesar 90,78% yang menunjukkan bahwa genus bakteri ini memiliki keefektifan yang tinggi dalam melarutkan fosfat. *Aspergillus* juga merupakan cendawan yang dapat berpotensi melarutkan fosfat dari P-terikat menjadi P tersedia dalam tanah (Suartini, 2013)

Populasi bakteri tanah ditentukan oleh perubahan kondisi fisik kimia tanah, jenis tanaman, pH, kelembaban, bahan organik, nutrisi tanah serta teknik budidaya yang diterapkan. Populasi BPF di rizosfer tanaman padi sekitar $10,08 \times 10^5$ cfu gram⁻¹ tanah, serta dapat menyediakan P sebesar 29,41 ppm untuk tanaman padi (Ponmurugan dan Gopi, 2006).

2.4 Pupuk

2.4.1 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan hasil dekomposisi bahan-bahan organik yang diurai atau dirombak oleh mikroba sehingga dapat menyediakan unsur hara yang

dibutuhkan tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Pupuk organik sangat penting artinya sebagai penyangga sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga dapat meningkatkan efisiensi pupuk dan produktivitas lahan. Pupuk organik memiliki berbagai macam bentuk dan jenisnya salah satunya ialah pupuk kompos dan pupuk kandang.

Kompos merupakan pupuk organik yang berbahan dasar bahan organik dan bahan hijauan yang ditambahkan untuk mempercepat proses pembusukan (Sulistiyorini, 2005).

Kompos memiliki fungsi sebagai bahan pembenah tanah (*soil conditioner*) sehingga dapat mempertahankan dan meningkatkan kesuburan tanah pertanian (Sakinah *et al.*, 2014). Kompos merupakan hasil dari pelapukan bahan-bahan berupa dedaunan, jerami, alang-alang, rumput, kotoran hewan, sampah kota dan sebagainya. Proses pelapukan bahan-bahan tersebut dapat dipercepat melalui bantuan manusia. Secara garis besar, membuat kompos berarti merangsang perkembangan bakteri (jasad-jasad renik) untuk menghancurkan atau menguraikan bahan-bahan yang dikomposkan hingga terurai menjadi senyawa lain. Awal proses penguraian senyawa organik kompleks menjadi asam organik sederhana yang selanjutnya terdapat penguraian bahan organik yang mengandung nitrogen. Penguraian ini dapat membebaskan amonia yang kemudian mengalami nitrifikasi (Zaman dan Sutrisno, 2007). Kelebihan dari penggunaan kompos sebagai media tanam adalah sifatnya yang mampu mengembalikan kesuburan tanah melalui perbaikan sifat-sifat fisik, kimiawi, maupun biologis.

Manfaat pupuk kompos bagi tanaman dan tanah antara lain meningkatkan kesuburan tanah, memperbaiki struktur dan karakteristik tanah, meningkatkan kapasitas penyerapan air oleh tanah, meningkatkan aktivitas mikroba tanah, meningkatkan kualitas hasil panen, menekan pertumbuhan/serangan penyakit tanaman dan meningkatkan retensi/ketersediaan hara.

Menurut *Organic Vegetable Cultivation in Malaysia* (2005). Kandungan hara pupuk kandang sapi lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan pupuk kandang ayam. Pupuk kandang sapi memiliki kandungan unsur N sebesar 2,04%, unsur P 0,76% dan unsur K sebesar 0.82%.

Pupuk kandang merupakan kotoran hewan ternak yang diolah dan diberikan pada lahan pertanian untuk memperbaiki kesuburan dan struktur tanah. Zat hara yang dikandung pupuk kandang tergantung dari sumber kotoran bahan bakunya. Pupuk kandang ternak kaya akan nitrogen dan mineral logam seperti magnesium, kalium dan kalsium. Manfaat pemberian pupuk kandang yaitu dapat meningkatkan pH, kadar C-Organik, kadar basa yang dapat ditukar dan KTK serta menurunkan kejenuhan Al (Suratmini, 2009)

Pupuk kandang merupakan salah satu sumber bahan organik tanah yang memiliki peran dalam memperbaiki kesuburan tanah secara fisik, kimia maupun biologi (Suratmini, 2009). Pupuk kandang atau kotoran hewan yang berasal dari usaha tani pertanian antara lain adalah kotoran ayam, sapi, kerbau dan kambing. Komposisi hara pada masing-masing kotoran hewan berbeda tergantung pada jumlah dan jenis makanannya. Secara umum, kandungan hara dalam kotoran hewan lebih rendah daripada pupuk kimia. Oleh karena itu, biaya aplikasi pemberian pupuk kandang (pukan) ini lebih besar daripada pupuk anorganik.

Hara dalam pupuk kandang ini tidak mudah tersedia bagi tanaman. Ketersediaan hara sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi/ mineralisasi dari bahan-bahan tersebut. Rendahnya ketersediaan hara dari pukan antara lain disebabkan karena bentuk N dan P serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks senyawa asam humat atau lignin yang sulit terdekomposisi. Selain mengandung hara bermanfaat, pukan juga mengandung biji-bijian gulma, bakteri saprofitik, pembawa penyakit dan parasit mikroorganisme yang dapat membahayakan hewan atau manusia. Contohnya: kotoran ayam mengandung *Salmonella* sp. Oleh karena itu, pengelolaan dan pemanfaatan pukan harus hati-hati sesuai kebutuhan.

2.4.2 Pengaruh Kompos dan Pupuk Kandang Terhadap Tanaman Padi

Padi merupakan salah satu komoditas pangan utama yang kebutuhannya semakin meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk yang pada tahun 2015 diperkirakan mencapai lebih dari 255,5 juta jiwa. Kebutuhan beras nasional diperkirakan mencapai 29,127 juta ton dengan asumsi konsumsi beras 114 kg/kapita/tahun (Koesrini dan Anwar, 2015).

Salah satu cara untuk meningkatkan produksi yaitu dengan cara teknologi tepat guna yang berbasis bahan organik yang akan mendukung pertanian berkelanjutan. Menurut Bachtiar *et al.* (2013), bahwa ada hubungan positif antara bahan organik tanah, hara nitrogen, biomassa mikroba dan respirasi dalam tanah, sehingga penambahan bahan organik pada tanah diyakini mampu mempertahankan kesehatan tanah.

Bachtiar *et al.* (2013), melaporkan hasil penelitiannya bahwa pemupukan gabungan antara organik dan anorganik dapat meningkatkan aktivitas mikroba, meningkatkan efisiensi N, meningkatkan produksi biji dan dapat mengakumulasi karbon pada tanah sawah.



III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 sampai dengan bulan Februari 2018 di Rumah Kaca Balai Penelitian Tanah, Jalan Tentara Pelajar No. 12, Bogor. Analisa contoh tanah, Analisis serapan N dan P dan analisis pertumbuhan Tanaman Padi dilaksanakan di Laboratorium Biologi dan Kesehatan Tanah serta Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah, Balai Penelitian Tanah, Bogor.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi *ose*, *laminar air flow cabinet*, spektrofotometer, bunsen, plastik, fial kaca, *erlenmeyer*, gelas ukur, mikro pipet, tip biru, *hot plate stirrer*, timbangan analitik, *oven*, *autoclave*, tabung reaksi, cawan petri, pot plastik, ember, tray, tugal, kertas label, spidol permanen, penggaris dan kamera untuk dokumentasi.

Bahan yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi tanah salin (DHL: 1,538 dS/m) yang berasal dari Desa Cemara, Kecamatan Cantigi, Kabupaten Indramayu, Jawa Barat, media NA (*Nutrient Agar*), media NB (*Nutrient Broth*), aquades, spiritus, alkohol, NaCl, benih padi varietas Inpari 35, pupuk urea (46% N₂), pupuk SP-36 (36% P₂O₅), pupuk KCl (62% K₂O), pupuk kandang sapi, kompos daun dan seresah, isolat konsorsia A, isolat konsorsia B, isolat konsorsia AB.

Isolat yang digunakan merupakan isolat yang diisolasi dari tanaman padi baik dari akar, daun dan batang. Isolat tersebut merupakan isolate koleksi yang dimiliki oleh Balai Penelitian Tanah Bogor. Kemampuan bakteri tersebut yaitu dapat menambat nitrogen dan melarutkan fosfat. Formula konsorsia merupakan gabungan dari bakteri yang memiliki kemampuan yang berbeda. Konsorsia A merupakan campuran dari isolat NC 6, MT 2 dan JPA 3.2.2.1. Konsorsia B merupakan campuran dari isolat JPD 2.3.2, JPD 5.2.2. dan PB 1.3.1 Sementara untuk konsorsia AB merupakan gabungan dari konsorsia A dan B.

3.3 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan ialah Rancangan Acak Lengkap dengan 9 perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali, disajikan dalam Tabel 2. Terdapat 36 pot percobaan dengan rincian perlakuan sebagai berikut :

Tabel 1. Rincian Perlakuan Percobaan

No.	Kode	Rincian
1.	IP 1	Tanah Salin (Kontrol)
2.	IP 2	Tanah Salin + 1g pot ⁻¹ Kompos + 0,5 g pot ⁻¹ Pupuk Kandang
3.	IP 3	Tanah Salin + 0,15 g pot ⁻¹ Urea + 0,05 g pot ⁻¹ SP36 + 0,05 g pot ⁻¹ KCL
4.	IP 4	Tanah Salin + Isolat Bakteri Endofit A
5.	IP 5	Tanah Salin + Isolat Bakteri Endofit B
6.	IP 6	Tanah Salin + Isolat Bakteri Endofit A + Isolat Bakteri Endofit B
7.	IP 7	Tanah Salin + Isolat Bakteri Endofit A+ 0,15 g pot ⁻¹ Urea + 0,05 g pot ⁻¹ SP36 + 0,05 g pot ⁻¹ KCL+ 1 g pot ⁻¹ Kompos dan 0.5 g pot ⁻¹ Pupuk Kandang
8.	IP 8	Tanah Salin + Isolat Bakteri Endofit B+ 0,15 g pot ⁻¹ Urea + 0,05 g pot ⁻¹ SP36 + 0,05 g pot ⁻¹ KCL + 1 g pot ⁻¹ Kompos dan 0.5 g pot ⁻¹ Pupuk Kandang
9.	IP 9	Tanah Salin + Isolat Bakteri Endofit A dan B + 0,15 g pot ⁻¹ Urea + 0,05 g pot ⁻¹ SP36 + 0,05 g pot ⁻¹ KCL + 1 g pot ⁻¹ Kompos dan 0.5 g pot ⁻¹ Pupuk Kandang

Keterangan : perhitungan pupuk terdapat pada Lampiran 1.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Perendaman Benih

Benih direndam selama 24 jam dengan menggunakan air biasa. Perendaman ini bertujuan untuk melunakkan sekam gabah sehingga dapat mempercepat benih untuk berkecambah.

3.4.2 Inokulasi Benih

Kultur benih yang sudah direndam ditriskan semalam kemudian dibagi dalam 5 wadah steril untuk di inokulasi sesuai perlakuan yaitu, untuk benih saja (tanpa inokulan dan media), benih rendam medium (kontrol), konsorsia A, konsorsia B dan konsorsia AB.

3.4.3 Persemaian

Benih yang telah direndam dan di inokulasi, disemaikan pada nampan yang berisi campuran tanah dengan kompos dan sudah terdapat kode. Selanjutnya benih ditutup dengan tanah, kemudian basahi dengan air namun jangan sampai benih tergenang. Hal tersebut bertujuan untuk menjaga kelembaban dari benih padi. Persemaian dilakukan selama ± 14 hari.

3.4.4 Persiapan Tanam

Sampel tanah salin yang telah diproses ditimbang sebanyak 2 kg pot¹ dengan total 36 pot. Bibit padi berumur 14 hari ditanam dengan dipilih yang seragam pertumbuhannya. Bibit padi ditanam di tanah salin dengan kedalaman $\pm 1-1,5$ cm dengan 3 bibit per pot.

3.4.5 Pemupukan

Pupuk organik yang akan digunakan yaitu pupuk kandang sapi dan kompos sebanyak 2 ton per hektar, sedangkan pupuk anorganik yang diperlukan adalah Urea 300 kg ha⁻¹, SP-36 300 kg ha⁻¹ dan KCl 100 kg ha⁻¹ (Lampiran 1). Pupuk organik diberikan pada saat persiapan tanam, sementara untuk pupuk anorganik dilakukan pada saat 7 HST dan 40 HST dengan cara ditugal dan ditutup kembali untuk mencegah kehilangan unsur.

3.4.6 Pemeliharaan dan Pengamatan

Pemeliharaan tanaman padi dilakukan setiap hari penyiraman untuk mencegah tanaman padi kering atau terdapat gulma yang tumbuh disekitar tanaman padi yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman padi. Penyiraman dilakukan dalam kondisi macak-macam ($\pm 0,5$ cm) tidak terlalu basah atau terlalu kering. Sementara untuk pengamatan tinggi tanaman dan jumlah anakan dilakukan pada saat 7 HST, 15 HST, 30 HST, 45 HST, 60 HST dan 73 HST

3.5 Parameter Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan meliputi pertumbuhan tanaman dan serapan hara N dan P tanaman Padi. Pertumbuhan tanaman diamati berdasarkan tinggi tanaman dan jumlah anakan yang dilakukan pada umur 7, 15, 30, 45, 60 dan 73 HST. Kemudian pertumbuhan tanaman yang diamati lainnya ialah panjang akar, berat basah, berat kering jerami dan serapan N dan P yang dilakukan pada 73 HST

yaitu pada saat panen vegetatif. Panen dilakukan pada saat vegetatif maksimal dicirikan dengan keluarnya daun bendera dan calon malai. Parameter penelitian yaitu :

Tabel 2. Rincian Parameter Pengamatan

	Parameter	Metode	Waktu
Tanaman	Tinggi Tanaman		7, 15, 30, 45,
	Jumlah Anakan		60, 73 HST
	Panjang Akar	Pengukuran	
	Berat Basah Jerami		73 HST
	Berat Kering Jerami		
	Serapan Hara N	Kadar N Tanaman x BK Tanaman	73 HST
	Serapan Hara P	Kadar P Tanaman x BK Tanaman	73HST
Tanah	Tekstur	Pipet	
	C-Organik	Walkley dan Black	
	pH	H ₂ O	
	Nitrogen	Kjedhal	
	P2O5	HCl 25%	Sebelum Tanam
	K2O	HCl 25%	
	P2O5	Olsen	
	KTK	NH ₄ -Acetat 1N	
	KB	NH ₄ -Acetat 1N	
	DHL	ECmeter	

3.6 Analisis Data

Analisis sidik ragam atau Analysis of Variance (ANOVA) dilakukan dengan menggunakan uji F taraf 5% dengan menggunakan *Microsoft Excel* dan *SPSS 24*. Hal ini dilakukan untuk menguraikan keragaman data menjadi komponen-komponen yang mengukur berbagai sumber keragaman sehingga dapat mengetahui apakah suatu faktor berpengaruh nyata atau tidak terhadap parameter yang diamati. Analisis sidik ragam yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah anakan, berat kering, berat basah, panjang akar, serapan N dan serapan P.

Apabila $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$ berarti perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati. Jika $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ berarti perlakuan berpengaruh nyata terhadap variabel yang diamati. Apabila berpengaruh nyata maka akan dilakukan uji lanjut menggunakan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Sampel Tanah

Tanah asal Desa Cemara Kecamatan Cantigi Kabupaten Indramayu Jawa Barat tergolong pada jenis tanah vertisol, hasil analisa kimia dan fisika tanah disajikan pada Tabel 5.

Tabel 1. Hasil Analisis Sampel Tanah

Parameter	Hasil Analisis	Kriteria
C-Organik (%)	1.72	Rendah
pH (H ₂ O)	7	Netral
N (Kjehdal %)	0.21	Sedang
P ₂ O ₅ (HCl 25%) (mg/100g)	84	Sangat Tinggi
K ₂ O (HCl 25%) (mg/100g)	116	Sangat Tinggi
P ₂ O ₅ (Olsen) (ppm)	40	Sangat Tinggi
KTK (cmol/kg)	37.85	Tinggi
KB (%)	>100	Sangat Tinggi
Tekstur		
Pasir (%)	1	
Debu (%)	33	Liat
Liat (%)	66	
Salinitas/DHL (dS/m)	1.54	Rendah

*Menurut Balai Penelitian Tanah (2009)

Hasil analisa sampel tanah menunjukkan C-organik sebesar 1.72% yang masuk dalam kriteria rendah. Rendahnya C-organik mencerminkan rendahnya bahan organik. Menurut Sumarno *et al.* (2009), kandungan bahan organik lahan pertanian di Indonesia secara umum termasuk rendah disebabkan oleh masih rendahnya kesadaran petani untuk mengembalikan limbah panen ke dalam tanah. Lahan pertanian Indonesia 73% memiliki kandungan bahan organik yang rendah, 23% sedang, sementara bahan organik yang berstatus tinggi hanya 4% (Sumarno *et al.* 2009). Hasil analisa sampel N-total tanah sebesar 0.21% dengan kategori sedang sehingga diperlukan pemupukan berimbang. Tanaman membutuhkan nitrogen dalam jumlah besar, nitrogen yang ada tidak seluruhnya diserap oleh tanaman karena terdapat hara yang hilang terangkut panen dan pencucian (Tufaila dan Alam, 2014). Hal tersebut yang menyebabkan kesuburan tanah sawah relatif beragam. Tabel diatas dapat diketahui bahwa hasil analisis sampel tanah, kandungan kadar P dalam sampel tanah sebesar 84 mg 100g⁻¹ dengan kategori yang sangat tinggi dan

kandungan kadar K sebesar 116 mg/100g dengan kategori sangat tinggi. Unsur hara makro sangat dibutuhkan oleh tanaman karena berperan penting dalam pembentukan dan perkembangan akar (Suartini *et al.*, 2013). Hasil analisa sampel tanah diketahui bahwa nilai pH dalam sampel tanah tersebut sebesar 7 atau netral. Menurut Tufaila dan Alam (2014), pada pH yang netral (6-7) ketersediaan hara menjadi optimal dalam hal jumlah maupun kesetimbangan unsur hara dalam larutan tanah.

Analisa Kapasitas Tukar Kation (KTK) pada sampel tanah awal memiliki nilai sebesar 37.85 cmol/kg dengan kategori tinggi. KTK tanah tergantung pada tipe dan jumlah kandungan liat, kandungan bahan organik dan pH tanah. Semakin tinggi KTK maka semakin tinggi kesuburan tanah (Tufaila dan Alam, 2014). Persentase Kejenuhan Basa (KB) pada sampel tanah tersebut yaitu >100% yang termasuk kategori sangat tinggi.

Hasil analisa sampel tanah awal menunjukkan salinitas yang terdapat dalam sampel tersebut sebesar 1.54 dS/m yang masuk dalam kategori rendah (lampiran 4). Salinitas tanah menekan proses pertumbuhan dengan efek yang menghambat pembesaran dan pembelahan sel, produksi protein serta penambahan biomassa tanaman (Tufaila dan Alam, 2014). Kadar garam tinggi sering menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan dan hasil tanaman. Menurut Tufaila dan Alam (2014), tanaman padi termasuk tanaman yang peka terhadap salinitas tanah (DHL). Varietas padi yang digunakan pada penelitian ini menggunakan varietas tahan salin dengan kadar salin dapat mencapai 12 dS/m (lampiran 2).

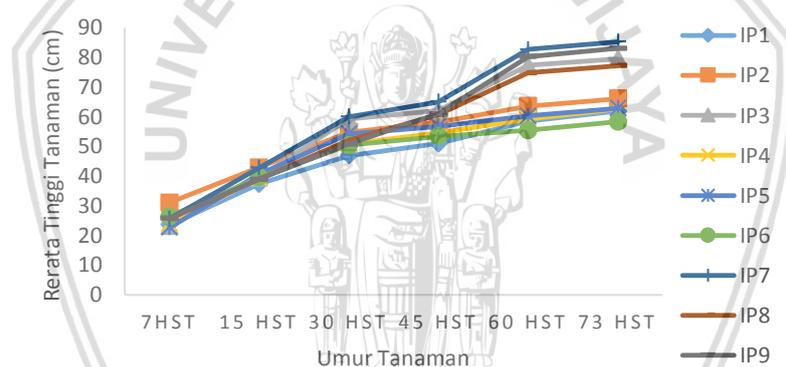
4.2 Pengaruh Perlakuan terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi

4.2.1 Tinggi Tanaman

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian bakteri endofit dan pupuk organik maupun anorganik berpengaruh nyata pada umur tanaman 7, 30, 45 60 dan 73 HST dan mengalami kenaikan pada setiap pengamatan. Pada beberapa perlakuan memiliki kenaikan yang signifikan yaitu IP 3, IP 7, IP 8 dan IP 9 dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Gambar 2. menunjukkan bahwa saat awal tanam yaitu pada umur tanaman 7 HST hingga 15 HST terlihat meningkat setiap perlakuan. Mulai pada umur 30 HST terjadi peningkatan untuk beberapa perlakuan. Gambar diatas menunjukkan bahwa pada pengamatan tinggi tanaman terakhir (73 HST) perlakuan IP 7

mempunyai nilai rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 85,32 cm atau memiliki kenaikan 38% apabila dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa bakteri endofit konsorsia A dan penambahan pupuk organik berupa pupuk kandang dan pupuk kompos serta pupuk anorganik berupa pupuk NPK memberikan pengaruh tertinggi terhadap tinggi tanaman pada masa vegetatif akhir apabila dibandingkan dengan kontrol. Perlakuan bakteri dengan penambahan pupuk organik dan anorganik mampu meningkatkan hasil tinggi tanaman lebih optimal apabila dibandingkan dengan perlakuan bakteri saja tanpa adanya penambahan pupuk organik maupun anorganik. Hal ini dikarenakan pupuk organik maupun anorganik dapat menyediakan hara lebih cepat. Sehingga hara yang terdapat dalam tanah dan diserap oleh tanaman memiliki jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan aplikasi bakteri endofit saja tanpa adanya penambahan pupuk organik maupun anorganik.



Gambar 2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Tinggi Tanaman (IP 1: Kontrol, IP2: Pupuk Organik, IP3: Pupuk Anorganik, IP4: Inokulan Konsorsia A, IP5: Inokulan Konsorsia B, IP6: Inokulan Konsorsia AB, IP7: Inokulan Konsorsia A+ Pupuk Organik dan Anorganik, IP8: Inokulan Konsorsia B + Pupuk Organik dan Anorganik, IP9: Inokulan Konsorsia AB + Pupuk Organik dan Anorganik).

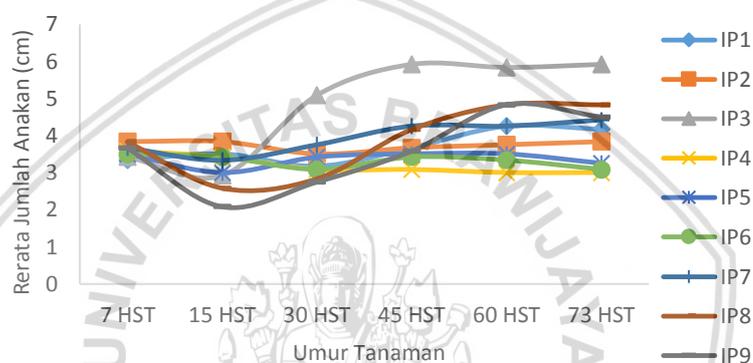
Menurut penelitian sebelumnya bahwa kemampuan bakteri dalam konsorsia tersebut memiliki kemampuan dalam menambat nitrogen serta melarutkan fosfat (Belum dipublikasi, 2018), sehingga unsur N tersebut mampu merangsang pertumbuhan tanaman secara keseluruhan (Rahman, 2015)

Menurut Toharudin dan Sutomo (2013), bahwa pemberian pupuk sampai dosis tertentu dapat meningkatkan hasil tanaman. Salah satunya ialah pupuk nitrogen yang dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi, yaitu dapat berperan penting dalam mendorong pertumbuhan tanaman yang cepat

(Patti *et al.*, 2013). Begitu pula dengan pengaruh unsur P dalam tanaman yang berperan penting dalam metabolisme tumbuhan (Hartati, 2014).

4.2.2 Jumlah Anakan

Rata-rata jumlah anakan pada grafik melampirkan bahwa pada awal tanam terdapat hasil yang seragam pada setiap perlakuan. Hasil sidik ragam dapat diketahui bahwa pemberian pupuk anorganik serta pemberian bakteri endofit konsorsia yang diimbangi dengan pemberian pupuk organik dan pupuk anorganik berpengaruh nyata pada pengamatan umur tanaman 30 HST hingga 73 HST. Pada setiap pengamatan jumlah anakan per pot terjadi fluktuatif.



Gambar 3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Jumlah Anakan (IP 1: Kontrol, IP2: Pupuk Organik, IP3: Pupuk Anorganik, IP4: Inokulan Konsorsia A, IP5: Inokulan Konsorsia B, IP6: Inokulan Konsorsia AB, IP7: Inokulan Konsorsia A+ Pupuk Organik dan Anorganik, IP8: Inokulan Konsorsia B + Pupuk Organik dan Anorganik, IP9: Inokulan Konsorsia AB + Pupuk Organik dan Anorganik).

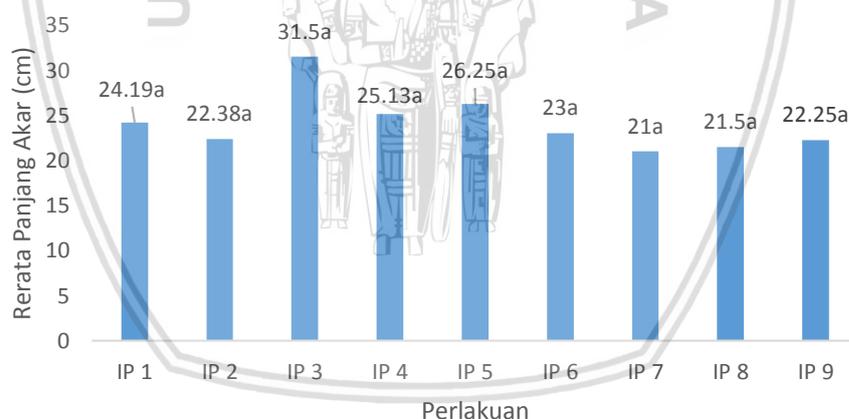
Pada Gambar 3. menunjukkan bahwa pada pengamatan 73 HST rata-rata jumlah anakan per pot tertinggi pada perlakuan IP 3 mempunyai nilai rata-rata jumlah anakan 5.92 cm atau memiliki kenaikan sebesar 42% apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan pupuk anorganik memberikan pengaruh tertinggi terhadap rerata jumlah anakan pada masa pertumbuhan vegetatif maksimum dibandingkan dengan perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia tanpa diimbangi dengan pupuk organik maupun anorganik. Penelitian ini diketahui pula bahwa perlakuan IP 1 (kontrol) lebih tinggi hasil rata-rata jumlah anakan apabila dibandingkan dengan perlakuan IP 4, IP 5 dan IP 6 yang merupakan perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia tanpa diimbangi dengan perlakuan pupuk organik dan pupuk anorganik. Namun tidak berbeda jauh hasil rerata jumlah anakan pada perlakuan IP 3 dengan IP 8, IP 9 dan IP 7 yang

merupakan perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia diimbangi dengan pupuk organik serta pupuk anorganik.

Hal ini dikarenakan pupuk anorganik berupa pupuk NPK serta pupuk organik berupa pupuk kandang dan pupuk kompos berperan penting terhadap pertumbuhan tanaman padi pada fase vegetatif (tinggi tanaman dan jumlah anakan). Hasil tersebut menunjukkan pula bahwa aplikasi bakteri endofit mampu menambat N_2 dari atmosfer sehingga dapat diserap oleh tanaman yang dapat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman salah satunya ialah penambahan jumlah anakan pada setiap batang. Pemberian pupuk dalam tanah dapat menyediakan unsur-unsur hara makro dan mikro dalam jumlah yang cukup seimbang bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Kaya, 2013).

4.2.3 Panjang Akar

Hasil Analisis sidik ragam melampirkan bahwa pemberian inokulan konsorsia bakteri endofit dan pupuk organik maupun anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap parameter panjang akar.



Gambar 4. Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Panjang Akar (IP 1: Kontrol, IP2: Pupuk Organik, IP3: Pupuk Anorganik, IP4: Inokulan Konsorsia A, IP5: Inokulan Konsorsia B, IP6: Inokulan Konsorsia AB, IP7: Inokulan Konsorsia A+ Pupuk Organik dan Anorganik, IP8: Inokulan Konsorsia B + Pupuk Organik dan Anorganik, IP9: Inokulan Konsorsia AB + Pupuk Organik dan Anorganik).

Pada diagram batang dapat diketahui bahwa pengamatan panjang akar memiliki hasil yang tidak jauh berbeda disetiap perlakuannya. Pada pengamatan vegetatif maksimal yaitu pada saat umur tanaman 73 HST perlakuan IP 3 memiliki rata-rata panjang akar tertinggi yaitu sebesar 31,5 cm atau mempunyai kenaikan sebesar 30% apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Hal tersebut

menunjukkan bahwa perlakuan pupuk anorganik memiliki rata-rata hasil panjang akar tertinggi dibandingkan dengan perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia. Namun hasil yang dapat dilihat pada diagram tersebut menunjukkan bahwa pada perlakuan IP 5 lebih baik apabila dibandingkan dengan kontrol ataupun dengan perlakuan pupuk organik. Hal ini disebabkan karena bakteri endofit mampu beradaptasi dengan lingkungan sehingga dapat membantu proses fisiologis tanaman salah satunya ialah pertumbuhan akar.

Menurut Ramadhan *et al.* (2017), bakteri endofit bergabung dengan beberapa proses fisiologi tanaman sehingga membantu dalam pembentukan akar lateral dan akar adventif serta elongasi akar primer.

4.3 Pengaruh Perlakuan terhadap Berat Basah dan Berat Kering Tanaman Padi

4.3.1 Berat Basah

Hasil sidik ragam melampirkan bahwa perlakuan aplikasi pupuk anorganik dan pupuk organik berpengaruh nyata terhadap parameter rata-rata berat basah tanaman padi.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Berat Basah Tanaman dan Akar

Perlakuan	Parameter Pengamatan (g pot ⁻¹)	
	BB Tanaman	BB Akar
IP 1	8.63a	32.13a
IP 2	12.86ab	71.04b
IP 3	22.10c	65.49b
IP 4	8.45a	69.01b
IP 5	8.46a	8.46a
IP 6	8.36a	42.66a
IP 7	20.45c	64.53b
IP 8	14.07b	45.27a
IP 9	12.07ab	47.91a

Keterangan :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata (Uji Duncan pada taraf 5%). IP 1 (Kontrol), IP 2 (Pupuk Organik), IP 3 (Pupuk Anorganik), IP 4 (Inokulan Konsorsia A), IP 5 (Inokulan Konsorsia B), IP 6 (Inokulan Konsorsia AB), IP 7 (Inokulan Konsorsia A + Pupuk Organik dan Anorganik), IP 8 (Inokulan Konsorsia B + Pupuk Organik dan Anorganik), IP 9 (Inokulan Konsorsia AB + Pupuk Organik dan Anorganik). BB

Tabel 6. dapat diketahui bahwa berat basah tanaman tertinggi pada perlakuan IP 3 dan IP 7 yaitu memiliki rata-rata berat basah sebesar 22.10 g dan

20.45 g atau memiliki kenaikan sebesar 156% dan 136% apabila dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi pupuk anorganik dan aplikasi penambahan bakteri endofit disertai dengan penambahan pupuk organik maupun anorganik untuk tanaman padi memiliki hasil tertinggi dibandingkan dengan perlakuan IP 4, IP 5 dan IP 6 yaitu aplikasi bakteri endofit konsorsia tanpa diimbangi dengan pupuk organik maupun anorganik. Penelitian ini diketahui pula bahwa IP 8 (bakteri endofit konsorsia B, pupuk organik dan pupuk anorganik) memiliki hasil yang lebih baik apabila dibandingkan dengan kontrol maupun perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia tanpa diimbangi pemberian pupuk untuk tanaman.

Rata-rata berat basah akar terlihat pada tabel menunjukkan bahwa perlakuan IP 2, IP 4, IP 3 dan IP 7 memiliki hasil lebih baik dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa aplikasi pupuk organik berupa pupuk kandang dan pupuk kompos, pupuk anorganik serta aplikasi bakteri endofit memberikan hasil tertinggi dalam parameter rata-rata berat basah akar apabila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil menunjukkan bahwa ketersediaan unsur didalam tanaman dalam jumlah cukup dan seimbang.

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ramadhan *et al.* (2017), Penambahan berat basah dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang cukup dan seimbang dikarenakan aktifitas pembelahan sel meningkat. Sehingga perlakuan aplikasi bakteri terhadap berat basah akar maupun tanaman memiliki hasil yang lebih baik apabila dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

4.3.2 Berat Kering

Hasil sidik ragam melampirkan bahwa perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia dan pupuk organik maupun organik terhadap parameter berat kering tanaman tidak berpengaruh nyata. Sementara pada perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia diimbangi dengan pupuk organik dan anorganik terhadap parameter berat kering akar berpengaruh nyata.

Tabel 7 dapat diketahui bahwa perlakuan IP 3 memiliki hasil tertinggi pada rata-rata berat kering tanaman sementara IP 7 memiliki hasil tertinggi untuk rata-rata berat kering akar. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan pupuk anorganik berupa pemberian pupuk NPK memiliki hasil tertinggi pada parameter rata-rata

berat kering tanaman sebesar 15.39 g atau memiliki kenaikan 474% apabila dibandingkan dengan kontrol yang memiliki rata-rata berat kering tanaman sebesar 2.8 g. Sementara pada parameter berat kering akar, perlakuan IP 7 memiliki hasil rata-rata berat kering akar tertinggi yaitu sebesar 9.72 g atau memiliki kenaikan sebesar 114% apabila dibandingkan dengan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia A dan diimbangi dengan penambahan pupuk organik dan anorganik memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol atau perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia tanpa adanya penambahan pupuk kedalam tanaman. Pada penelitian ini dapat diketahui pula bahwa perlakuan IP 2 (pupuk organik) memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia tanpa adanya penambahan pupuk organik maupun anorganik yaitu sebesar 9.58 g atau memiliki kenaikan sebesar 111% apabila dibandingkan dengan kontrol.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Rerata Berat Kering Tanaman dan Akar

Perlakuan	Parameter Perlakuan (g pot ⁻¹)	
	BK Tanaman	BK Akar
IP 1	2.78a	4.55a
IP 2	3.75a	9.58cd
IP 3	15.93b	8.56bcd
IP 4	2.55a	6.52abc
IP 5	3.4a	7.17abcd
IP 6	3.05a	5.15a
IP 7	7.15a	9.72d
IP 8	4.1a	7.38abcd
IP 9	3.79a	6.23ab

Keterangan :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata (Uji Duncan pada taraf 5%). Ip 1 (Kontrol), Ip 2 (Pupuk Organik), Ip 3 (Pupuk Anorganik), Ip 4 (Inokulan Konsorsia A), Ip 5 (Inokulan Konsorsia B), Ip 6 (Inokulan Konsorsia AB), Ip 7 (Inokulan Konsorsia A + Pupuk Organik dan Anorganik), Ip 8 (Inokulan Konsorsia B + Pupuk Organik dan Anorganik), Ip 9 (Inokulan Konsorsia AB + Pupuk Organik dan Anorganik).

Menurut Jha *et al.* (2011), semakin banyak asam amino yang terbentuk maka semakin besar berat kering yang dihasilkan. Asam amino dibentuk dari N₂ yang diubah menjadi NO³⁻. Semakin banyak masukan N₂ ke tanaman maka semakin besar pula asam amino yang dihasilkan dan semakin tinggi berat kering tanaman yang dihasilkan. Banyaknya masukan N₂ dapat disebabkan oleh adanya bakteri

endofit yang mampu menambat nitrogen sehingga dapat diserap tanaman. Sementara pada berat akar paling tinggi pada perlakuan aplikasi konsorsia bakteri endofit ditambah dengan pupuk organik dan anorganik, menurut Setiawati *et al.* (2008), bahwa keberadaan bakteri endofit di endodermis dan korteks akar mampu menembus dan mengkolonisasi jaringan akar, sehingga berat kering yang dihasilkan dari akar akan semakin tinggi.

4.4 Pengaruh Perlakuan terhadap Serapan N dan P Tanaman Padi

Hasil sidik ragam melampirkan bahwa perlakuan aplikasi penambahan bakteri endofit konsorsia ditambah dengan pemberian pupuk organik maupun organik berpengaruh nyata terhadap serapan N maupun serapan P tanaman padi.

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan terhadap Rerata Serapan N dan P Tanaman Padi

Perlakuan	Parameter Perlakuan (g pot ⁻¹)	
	Serapan N	Serapan P
IP 1	1.12a	0.36a
IP 2	1.35a	0.53a
IP 3	6.37b	2.55b
IP 4	1.02a	0.38a
IP 5	1.29a	0.51a
IP 6	1.37a	0.46a
IP 7	2.57a	1.14a
IP 8	1.48a	0.62a
Ip 9	1.51a	0.61a

Keterangan :

Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom dan baris yang sama menunjukkan tidak berpengaruh nyata (Uji Duncan pada taraf 5%). Ip 1 (Kontrol), Ip 2 (Pupuk Organik), Ip 3 (Pupuk Anorganik), Ip 4 (Inokulan Konsorsia A), Ip 5 (Inokulan Konsorsia B), Ip 6 (Inokulan Konsorsia AB), Ip 7 (Inokulan Konsorsia A + Pupuk Organik dan Anorganik), Ip 8 (Inokulan Konsorsia B + Pupuk Organik dan Anorganik), Ip 9 (Inokulan Konsorsia AB + Pupuk Organik dan Anorganik).

Pada Tabel 8. dapat diketahui bahwa serapan N tanaman padi tertinggi terdapat pada perlakuan IP 3 yaitu 6.37 g pot⁻¹ apabila dibandingkan dengan kontrol yang hanya menyerap unsur nitrogen sebesar 1.12 g pot⁻¹. Sementara untuk aplikasi bakteri endofit konsorsia ditambah dengan pemberian pupuk organik berupa pupuk kompos dan pupuk kandang serta pupuk anorganik berupa pupuk NPK hasil tertinggi ada pada perlakuan IP 7 yaitu sebesar 2.57 g per pot atau memiliki kenaikan sebesar 130% apabila dibandingkan dengan kontrol, dimana perlakuan

bakteri endofit konsorsia A lebih tinggi dibandingkan dengan bakteri endofit konsorsia B dan bakteri endofit konsorsia AB.

Diketahui pula bahwa serapan P tanaman padi tertinggi terdapat pada perlakuan IP 3 yaitu sebesar 2.55 g pot⁻¹ dibandingkan dengan kontrol yang hanya menyerap unsur fosfor (P) sebesar 0.36 g pot⁻¹. Perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia ditambah dengan pupuk organik dan anorganik tertinggi ada pada perlakuan IP 7 dengan hasil kedua tertinggi yaitu sebesar 1.14 g pot⁻¹ atau memiliki kenaikan sebesar 215% apabila dibandingkan kontrol. Kemampuan bakteri dalam menambat nitrogen dan melarutkan fosfat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan (Munif *et al.*, 2012). Pada keadaan tanah dengan kandungan fosfor yang tinggi dan persentase nitrogen yang sedang dapat menyebabkan kerja bakteri mengalami penurunan. Dikarenakan menurut Setiawati *et al.* (2008), kurva pertumbuhan pada bakteri memiliki jenis kurva S dimana pada kondisi optimum bakteri dapat tumbuh baik namun apabila faktor kondisi ditambah maka dapat mengalami penurunan kinerja bakteri. Hal tersebut yang menyebabkan bahwa IP 7, IP 8 dan IP 9 atau perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia ditambah dengan pupuk organik maupun anorganik berbeda nyata dengan IP 3 atau aplikasi pupuk anorganik namun tidak berbeda nyata dengan kontrol (IP 1).

Hasil penelitian ini diketahui bahwa beberapa perlakuan memiliki hasil serapan nilai yang lebih rendah dibandingkan perlakuan IP 3 yaitu pemberian pupuk anorganik berupa NPK, dikarenakan pupuk anorganik memiliki sifat *fast release* atau lebih cepat diserap tanaman. Selain itu, strategi pengelolaan pemupukan yang optimal dapat mengurangi kehilangan hara dan meningkatkan serapan N (Wahid, 2003). Menurut Gonggo *et al.* (2006), jumlah kontribusi serapan hara diduga karena pupuk yang diberikan dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman dikarenakan status hara tanaman dipengaruhi oleh waktu pemberian pupuk, takaran pupuk, bentuk pupuk N dan P serta tingkat kesuburan tanah. Sementara menurut Hartati (2014), unsur hara fosfor merupakan salah satu unsur hara makro yang sangat dibutuhkan oleh tanaman walaupun jumlahnya lebih kecil dibandingkan kebutuhan nitrogen dalam tanaman dikarenakan fungsi P yaitu untuk menyusun ATP yang terkait dalam metabolisme tumbuhan.

4.5 Pembahasan Umum

Hasil pengamatan padi menunjukkan bahwa periode pertumbuhan vegetative tanaman padi varietas Inpari 35 berlangsung 60 hingga 73 HST. Pola pertumbuhan tanaman padi umumnya mencakup fase adaptasi (0-10 HST), fase logaritma (10-42 HST), fase linear (42-67 HST) dan fase penuaan (67-115 HST).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh nyata terhadap parameter rerata tinggi tanaman, rerata jumlah anakan, berat basah akar, berat basah tanaman, berat kering tanaman, berat kering akar, serapan N dan serapan P. Sementara pada parameter panjang akar tidak berpengaruh nyata terhadap perlakuan. Pada aplikasi konsorsia bakteri endofit ditambah dengan pemberian pupuk organik dan anorganik memiliki hasil optimal pada parameter rerata tinggi tanaman, rerata jumlah anakan, berat basah tanaman maupun akar dan berat kering akar. Sementara pada perlakuan pupuk anorganik memiliki hasil tertinggi pada parameter rerata jumlah anakan, panjang akar, berat basah tanaman, berat kering tanaman serta serapan N dan P. Perlakuan aplikasi pupuk organik memiliki hasil tertinggi pada parameter berat basah akar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan aplikasi bakteri endofit konsorsia mampu menyeimbangi hasil dari perlakuan aplikasi pupuk anorganik. Pada setiap hasil yang telah dipaparkan sebelumnya dapat diketahui bahwa hasil antara IP 3 (pupuk anorganik) tidak berbeda jauh dibandingkan dengan aplikasi bakteri endofit konsorsia A, B, maupun AB ditambah dengan penambahan pupuk organik dan anorganik. Namun aplikasi bakteri konsorsia harus diimbangi dengan penambahan pupuk lainnya seperti pupuk organik maupun anorganik dikarenakan apabila aplikasi bakteri endofit saja dimungkinkan tidak cukup optimal dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman disebabkan sifatnya yang *slow release* sehingga perlu adanya penambahan pupuk lainnya untuk dapat menunjang ketersediaan hara dalam tanah untuk dapat diserap oleh tanaman.

Hal tersebut dikarenakan pupuk anorganik lebih cepat menyediakan unsur yang dibutuhkan oleh tanaman (Putri *et al.*, 2013), sementara sifat pupuk organik maupun bakteri yang memiliki sifat *slow release* dalam menyediakan unsur hara tanaman. Disamping itu interaksi antara bakteri endofit dan pupuk organik maupun anorganik akan terjadi apabila bakteri endofit bekerja secara maksimal. Kinerja

bakteri endofit dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti, sifat tanah, bahan organik dalam tanah, teknik budidaya, pemupukan dan aplikasi pestisida (Munif *et al.*, 2012). Pemupukan berlebih yang dilakukan dengan diimbangi aplikasi bakteri endofit dapat menekan pertumbuhan endofit karena kandungan pupuk yang tinggi mengubah fisiologi tanaman sehingga mengurangi kandungan sukrosa tanaman yang dibutuhkan oleh bakteri endofit sebagai sumber karbon, dan juga kandungan bahan organik dapat mempengaruhi dinamika bakteri endofit dalam tanaman (Munif *et al.*, 2012)



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bakteri endofit konsorsia A, B dan AB ditambah dengan pupuk organik maupun anorganik berpengaruh nyata serta memiliki hasil lebih tinggi dibandingkan dengan pemberian bakteri endofit konsorsia saja tanpa ada pemberian pupuk organik maupun anorganik, terhadap parameter vegetatif seperti rerata tinggi tanaman, rerata jumlah anakan, rerata berat kering akar, rerata berat kering tanaman, rerata berat basah akar, rerata berat basah tanaman, serapan N dan serapan P.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pemberian bakteri endofit ditambah dengan pemberian pupuk organik dan anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap parameter panjang akar, begitupula dengan perlakuan bakteri endofit konsorsia saja tanpa pemberian pupuk organik maupun anorganik.

5.2 Saran

Perlu adanya pengukuran kandungan unsur yang terdapat pada pupuk kandang maupun pupuk kompos. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat menganalisis tanah akhir sehingga dapat mengetahui kandungan hara pada tanah setelah dilakukan perlakuan penelitian. Kemudian dapat dilakukan penelitian lebih lanjut pada skala lapangan dan tetap diimbangi dengan penambahan pupuk organik maupun anorganik. Kemudian dapat diterapkan kepada petani/masyarakat dengan kondisi lahan salin sehingga penelitian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat.

VI. DAFTAR PUSTAKA

- Bachtiar, T., S.H.Waluyo dan Sri Harti S. 2013. Pengaruh Pupuk Kandang dan SP-36 Terhadap. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi* 9: 151-159.
- Baldani J.I., Caruso, L., Baldani, V.L.D., Goi, S.R. dan Dobereiner, J. 1997. Recent Edvance in BNF with Non-Legume. *Soil Biology and Biochemistry*(29;5/6) 911-922.
- Dobermann, A and K.G Cassman. 1996. Precision Nutrient Management in Intensive Irrigated Rice Systems The Need for Another On-Farm Revolution. *Journal Better Crops International* 10 (2): 20-25
- Fitriatin, Betty N., A.Yuniarti, O. Mulyani, FS. Fauziah dan M.D. Tiara 2009. Pengaruh Mikroorganism Pelarut Fosfat dan Pupuk P terhadap P Tersedia, Aktivitas Fosfatase, Populasi Mikroorganism Pelarut Fosfat, Konsentrasi P Tanaman dan Hasil Padi Gogo (*Oryza sativa*. L.) pada Ultisols. *Jurnal Agrikultura* 20(3)
- Gardner, Wayne S., Seitzinger Sybil P, dan John M. Malczyk. 1991. The Effects of Sea Salts on the Forms of Nitrogen Released From Estuarine and Freshwater Sediments: Does Ion Pairing Affect Ammonium Flux. *Estuades* 14(2) : 157-166.
- Golpayegani, A dan H.G. Tilebeni. 2011. *Effect of Biological Fertilizers on Biochemical and Physiological Parameters of Basil (Ocimum basilicm L.) medicine Plant. American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences* 11(3): 411-416.
- Gonggo, Bambang M., Hasanudin dan Yuni Indriani. 2006. Peran Pupuk N dan P Terhadap Serapan N, Efisiensi N dan Hasil Tanaman Jahe Dibawah Tegakan Tanaman Karet. *Jurnal Ilmu Pengetahuan Indonesia* 8(1): 61-68.
- Hartati, S., Sumani dan H.E.A Hendrata. 2014. Pengaruh Imbangan Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Serapan P dan Hasil Tanaman Padi Sawah Pada Dua Sistem Budidaya di Lahan Sawah Sukoharjo. *Caraka Tani – Jurnal Ilmu Ilmu Pertanian* 29 (1): 53-60
- James, E.K. dan F.L. Olivares. 1997. *Infection and colonization of sugar cane and other graminaceous plants by endophytic diazotrophs. Critical Reviews in Plant Science* 17 77-119.
- Jha, Y., R.B. Subramanian, dan Suchita P. 2010. Combination of Endophytic and Rhizospheric Plant Growth Promoting Rhizobacteria in *Oryza sativa* Shows Higher Accumulation Ofosmoprotectant Against Saline Stress. *Acta Physiol Plant* (2011) 33: 789-200.
- Kaya, E. 2013. Pengaruh Kompos Jerami dan Pupuk NPK Terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L). *Jurnal Agrologia* 2 (1): 3-50

- Koesrini, dan Khairil Anwar. 2017. Pengelolaan Air, Bahan Organik dan Varietas Adaptif Untuk Meningkatkan Hasil Padi di Lahan Rawa Pasang Surut. *Jurnal Ilmu Ilmu Hayati* 16 (1): 39-46.
- Muharam, dan Asep Saefudin. 2016. Pengaruh Berbagai Pembenh Tanah Terhadap Pertumbuhan Dan Populasi Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agrotek Indonesia* 1 (2): 141-150.
- Munif, A., Wiyono, Suryo dan Suwarno. 2012. Isolasi Bakteri Endofit Asal Padi Gogo dan Potensinya sebagai Agens Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan. *Jurnal Fitopatologi* 8 (3): 57-64
- Patti, P. S., E. Kaya, dan C.H. Silahooy. 2013. Analisis Status Nitrogen Tanah dalam Kaitannya dengan Serapan N Oleh Tanaman Padi Sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Jurnal Agrologia* 2 (1): 51-58
- Ponmurugan, P dan C. Gopi. 2006. *Distribution Pattern and Screening of Phosphate Solublizing Bacteria Isolated from Different Food and Forage Crops*. *Journal of Agronomy* 5 (4): 600-604
- Puspitawati, Mutiara D., Sugiyanta dan Anas, Iswandi. 2013. Pemanfaatan Mikroba Pelarut Fosfat untuk Mengurangi Dosis Pupuk P Anorganik pada Padi Sawah. *Jurnal Agronomi Indonesia* 41 (3) : 188 - 195
- Putri, Fiolita P., Husni Thamrin Sebayang dan Titin Sumarni. 2013. Pengaruh Pupuk N, P, K, Azolla (*Azolla pinata*) dan Kayu Apu (*Pistia stratiotes*) pada Pertumbuhan dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa*). *Jurnal Produksi Tanaman* 1 (3): 9-19
- Radji, M. 2005. Peranan Bioteknologi dan Mikroba Endofit dalam Pengembangan Obat Herbal. *Majalah Ilmu Kefarmasian* 2(3) 113-126.
- Rahman, R., Muhammad Anshar, Bahrudin. 2015. Aplikasi Bakteri Pelarut Fosfat, Bakteri Penambat Nitrogen dan Mikoriza terhadap Pertumbuhan Cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agrotekbis* 3 (3): 316-328
- Ramadhan, Aria R., Oedjijono dan Ratih Dewi Hastuti. 2017. Efektifitas Bakteri Endofit dan Penambahan *Indole Acetic Acid* (IAA) dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Padi *Oryza sativa* L. *Scripta Biologica* 4 (3): 177–181
- Ruswandi, Saefuddin, A., S.Mangkuprawira, E.Riani dan Priyadi Kardono. 2008. Identifikasi Potensi Bencana Alam dan Upaya Mitigasi yang Paling Sesuai Diterapkan di Pesisir Indramayu dan Ciamis. *Jurnal Riset Geologi dan Pertambangan* 18 (2): 1-19.
- Safitri, H., B.S Purwoko, I.S.Dewi dan Sintho Ardie. 2016. Kultur Antera untuk Mendapatkan Galur Padi Toleran Salinitas. *Jurnal Agronomi Indonesia* 44 (3): 221-227.
- Sakinah, Nur, M.H.B Djoefrie, Hariyadi dan Dyah Manohara. 2014. Pemanfaatan Limbah Kulit Biji Mete sebagai Pupuk Organik untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Tanaman Mete. *Jurnal Agronomi Indonesia* 42 (3): 250-255.

- Saraswati, Rasti dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. *Iptek Tanaman Pangan* 3 (1): 41-58.
- Setiawati, Mieke R., Dedeh H. Arief, Pujawati Suryatmana dan Ridha Hudaya. 2008. Aplikasi Bakteri Endofit Penambat N₂ untuk Meningkatkan Populasi Bakteri Endofitik dan Hasil Tanaman Padi Sawah. *Jurnal Agrikultura* 19 (3): 13-19
- Setyanti, Y.H., S. Anwar dan W. Slamet. 2013. Karakteristik Fotosintetik dan Serapan Fosfor Hijauan Alfalfa (*Medicago sativa*) pada Tinggi Pemotongan dan Pemupukan Nitrogen yang Berbeda. *Animal Agriculture Journal* 2(1): 86-96
- Sheng, Min, M. Tang,, Hui Chen, Baowei Yang, Fengfeng Zhang, dan Yanhui Huang. 2008. Influence of Arbuscular Mycorrhizae on Photosynthesis. *Mycorrhiza* 18: 287-296..
- Stierle, A., dan Gary Strobel. 1995. The Search for a Taxol-Producing Microorganism Among The Endophytic Fungi Of The Pacific Yew, *Taxus Brevifolia*. *Journal of Natural Products* 58 (9): 1315-1324.
- Strobel, Gary, dan Bryn Daisy. 2003. Bioprospecting for Microbial Endophytes and Their Natural Products. *Microbiology and Molecular Biology Reviews* 67 (4): 491-502.
- Suartini, Ni Luh Putu E., I.B.G. Darmayasa dan Ardhana, I.P.G. 2013. Uji Keberadaan dan Karakterisasi Mikroba Pelarut Fosfat Pada Berbagai Merek Pupuk Organik. *Jurnal Biologi* 17 (2): 42-46
- Sulistyorini, Lilis. 2005. Pengelolaan Sampah Dengan Cara Menjadikan Kompos. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2 (1): 77-84.
- Sumarno, Kartasmita, G. Unang dan Djuber Pasaribu. 2009. Pengayaan Kandungan Bahan Organik Tanah Mendukung Keberlanjutan Sistem Produksi Padi Sawah. *Iptek Tanaman Pangan* 4(1): 19-32
- Suratmini, Putu. 2009. Kombinasi Pemupukan Urea dan Pupuk Organik pada Jagung Manis di Lahan Kering. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 28 (2): 83-88.
- Susilowati, D. N., R. Saraswati, R.D. Hastuti dan Yuniarti, E. 2007. Peningkatan Serapan N pada Kedelai yang Diinokulasi Bakteri Diazotrof Endofit di Medium Vermiculit. *Indonesian Soil and Climate Journal* 26: 41-46.
- Syahril, Noni Malini, Yulia Nuraini, Jati Purwani. 2017. Pengaruh Sianobakteri dan Dosis Pupuk Nitrogen Terhadap Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* (4) 2 : 599-608
- Toharudin, Masta dan Harwan Sutomo. 2013. Pengaruh Pemberian Pupuk Nitrogen dan Zat Pengatur Tumbuh Giberelin Terhadap Serapan N, Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) Kultivar Inpari 10. *Jurnal Agrowagati* 1 (2): 71-80
- Thohiron, Moch. dan Heru Prasetyo. 2012. Pengelolaan Lahan dan Budidaya Tanaman Lahan Terdampak Lumpur Marine Sidoarjo. *J-PAL* 3 (1): 19-27.

- Tufaila, M. dan Syamsu Alam. 2014. Karakteristik Tanah dan Evaluasi Lahan untuk Pengembangan Tanaman Padi Sawah di Kecamatan Oheo Kabupaten Konawe Utara. *Jurnal Agriplus* 24(2): 184-194
- Wahid, Abdul Salam. 2003. Peningkatan Efisiensi Pupuk Nitrogen pada Padi Sawah dengan Metode Bagan Warna Daun. *Jurnal Litbang Pertanian* 22 (4): 156-161.
- Yamin, Mayasari, dan Rahman Hairuddin. 2016. Respon Embrio Kakao (*Theobroma cacao* L.) Pada Kondisi Cekaman NaCl dan PEG Secara In Vitro. 2 (1): 890-896.
- Yuniati, Ratna. 2004. Penapisan Galur Kedelai (*Glycine max* L.) Merrill Toleran terhadap NaCl Untuk Penanaman di Lahan Salin. *Makara Sains* 8 (1): 21-24.
- Zaman, Badrus dan Endro Sutrisno. 2007. Studi Pengaruh Pencampuran Sampah Domestik, Sekam Padi dan Ampas Tebu Dengan Metode Mac Donald Terhadap Kematangan Kompos. *Presipitasi* 2 (1): 1-7.

