

**PENGARUH BAKTERI FOTOSINTETIK ANOKSIGENIK (BFA)
TERHADAP PERTUMBUHAN PADI (*Oryza sativa* L.)
VARIETAS INPARI 34 PADA MEDIA SALIN**

(Skripsi)

Oleh

SITI MARDIANA



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

PENGARUH BAKTERI FOTOSINTETIK ANOKSIGENIK (BFA) TERHADAP PERTUMBUHAN PADI (*Oryza sativa* L.) VARIETAS INPARI 34 PADA MEDIA SALIN

Oleh

SITI MARDIANA

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) terhadap pertumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) varietas Inpari 34. Bagian BFA yang digunakan meliputi supernatan dan pelet sel BFA dari sumber yang sama. Parameter yang diamati adalah daya kecambah, pertumbuhan kecambah, dan pertumbuhan padi pada lumpur mangrove yang salin.

Analisis data daya kecambah dilakukan hanya berdasarkan persentase perkecambahan, sedangkan untuk data pertumbuhan kecambah dan pertumbuhan tanaman di analisis varian (anova) pada $\alpha = 0,05$. Baik perlakuan pelet sel BFA dan supernatan BFA menghasilkan daya kecambah 96 – 100 %. Hasil anova menunjukkan bahwa pemberian isolat BFA baik dalam bentuk pelet dan supernatan memberikan hasil pertumbuhan kecambah yang signifikan. BFA dari pelet isolat meningkatkan panjang kecambah, jumlah akar, panjang akar secara nyata. Sedangkan BFA dari supernatan isolat tidak mempengaruhi pertumbuhan

kecambah. Isolat BFA yang menghasilkan pertumbuhan kecambah yang baik adalah B2BM, B, D, AS, dan L2, sedangkan isolat AM dan L1 tidak menunjukkan pertumbuhan kecambah yang baik. Respon pertumbuhan daun yang baik dihasilkan dari isolat B, AS, dan L2. Adapun parameter berat segar dan berat kering tidak menunjukkan respon yang berbeda terhadap perlakuan pelet isolat BFA.

Kata kunci : Bakteri Fotosintetik Anoksigenik, Biofertilizer, Inpari 34, Lahan Salin, Padi

**PENGARUH BAKTERI FOTOSINTETIK ANOKSIGENIK (BFA)
TERHADAP PERTUMBUHAN PADI (*Oryza sativa* L.)
VARIETAS INPARI 34 PADA MEDIA SALIN**

Oleh

SITI MARDIANA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi

**: PENGARUH BAKTERI FOTOSINTETIK
ANOKSIGENIK (BFA) TERHADAP
PERTUMBUHAN PADI (*Oryza sativa* L.)
VARIETAS INPARI 34 PADA MEDIA SALIN**

Nama Mahasiswa

: Siti Mardiana

Nomor Pokok Mahasiswa : 1517021109

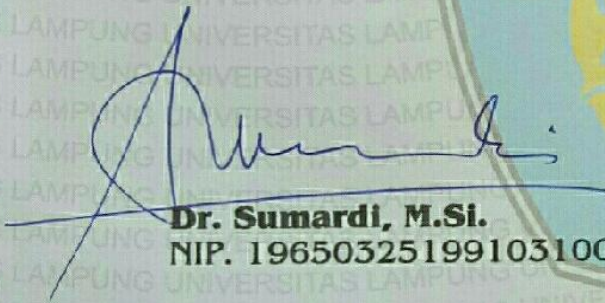
Jurusan / Program Studi : Biologi / S1 Biologi

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

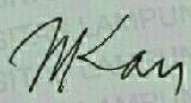

Dr. Sumardi, M.Si.

NIP. 196503251991031003


Rochmah Agustina, Ph.D.

NIP. 196108031989032002

**2. Ketua Jurusan Biologi
FMIPA Unila**


Drs. M. Kanedi, M.Si.

NIP. 196101121991031002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. Sumardi, M.Si.**

Sekretaris : **Rochmah Agustrina, Ph.D.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **Dr. Bambang Irawan, M.Sc.**

2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam

Drs. Suratman, M.Sc.
NIP. 196406041990031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **2 Juli 2019**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Siti Mardiana

NPM : 1517021109

menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya-sungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul:

**“Pengaruh Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA) Terhadap
Pertumbuhan Padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 34
pada Media Salin”**

adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Selanjutnya, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data pada skripsi ini digunakan oleh dosen dan / atau program studi untuk kepentingan publikasi. Jika dikemudian hari terbukti pernyataan saya tidak benar, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar sarjana maupun tuntutan hukum.

Bandar Lampung, 7 Juli 2019
Yang menyatakan,



Siti Mardiana
NPM. 1517021109

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Siti Mardiana, dilahirkan di Way Seputih, Kabupaten Lampung Tengah pada tanggal 5 Desember 1996. Anak pertama dari dua bersaudara pasangan Bapak Ruri Suwadi dan Ibu Mu'awanah. Penulis menyelesaikan pendidikannya di Taman Kanak-Kanak Bustanul Atfal pada tahun 2003.

Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri 1 Sri Budaya dan lulus pada tahun 2009. Penulis melanjutkan jenjang pendidikannya di Madrasah Tsanawiyah Ma'arif 11 Seputih Banyak dan lulus pada tahun 2012, di tahun yang sama penulis tercatat sebagai siswi Madrasah Aliyah Ma'arif 03 Seputih Banyak dan selesai pada tahun 2015. Setelah itu penulis diterima sebagai mahasiswi Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) angkatan 2015.

Selama menjadi mahasiswi, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Struktur dan Perkembangan Hewan (SPH), Fisiologi Tumbuhan, Mikrobiologi Umum FKIP Unila, Fisiologi Mikroba, Bioteknologi FKIP Unila, dan Mikrobiologi Lingkungan. Selain itu, penulis juga aktif di Organisasi Himpunan Mahasiswa

Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila dan pernah menjabat sebagai sekretaris Biro Kesekretariatan dan Logistik pada tahun 2017. Pada tahun 2018 penulis berkesempatan menjadi salah satu penerima beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) Fakultas MIPA Unila.

Tahun 2016 penulis mengikuti Karya Wisata Ilmiah (KWI) di Desa Air Naningan, Tanggamus. Kemudian penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Banyuwangi, Kecamatan Banyumas, Kabupaten Pringsewu pada tahun 2018. Penulis juga melaksanakan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Pusat Penelitian Biomaterial Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) pada bulan Juli - Agustus 2018 dan menyelesaikan laporan praktik kerja lapangan berjudul **“Optimasi Pra-Perlakuan Daun Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Menggunakan Asam Maleat Berbantu Gelombang Mikro di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI”**.

PERSEMBAHAN

Dengan mengucapkan syukur kehadirat Allah SWT yang maha kuasa, saya persembahkan karya kecil ini dengan kesungguhan hati sebagai tanda cinta kasihku kepada :

Kedua orangtuaku tercinta, Bapak Ruri Suwadi dan Ibu Mu'awanah yang telah membesarkanku dengan sepenuh hati, mendo'akan dalam setiap sujudnya, berkorban jiwa raga untuk suatu pengharapan dari jutaan mimpi dan kehidupan yang lebih bermakna;

Adik tersayang Muhammad Faqih dan seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan do'a, semangat dan dukungannya selama menyelesaikan pendidikan;

Almamater tercinta yang menjadi kebanggaanku, Universitas Lampung.

MOTTO

“Bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga dan bertaqwalah kepada Allah supaya kamu menang”

(QS. Ali Imran : 200)

“Angin tidak berhembus untuk menggoyangkan pepohonan, melainkan menguji kekuatan akarnya”

(Ali bin Abi Thalib)

“Yen siro wis TETEG kuwi kudu sing TEKUN, ojo lali gocek an TEKEN lan wani TAKON supaya TEKAN”

(Pitutur Jawa, Anonim)

“Ain’t about how fast I get there, ain’t about what’s waiting on the other side, It’s the climb”

(Miley Cyrus)

“Istirahatlah ketika kamu merasa lelah, jangan mengeluh kepada Mereka yang lebih lelah, apalagi berpikir dan merasa paling lelah”

(Penulis)

SANWACANA

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia, dan hanya dengan kehendak-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA) Terhadap Pertumbuhan Padi (*Oryza Sativa* L.) Varietas Inpari 34 pada Media Salin”** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) di Universitas Lampung. Penelitian ini merupakan bagian dari proyek penelitian Bapak Dr. Sumardi, M.Si. tahun 2018.

Berkat ridho-Nya yang diiringi dengan keyakinan, kerja keras, serta bantuan dari berbagai pihak baik secara moril atau materil, penulis dapat menyelesaikan penelitian. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi ini, namun penulis selalu mengucapkan syukur dan menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Drs. Suratman, M.Sc., selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung serta dosen pembimbing akademik atas segala bimbingan selama kuliah di Universitas Lampung;
2. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung;

3. Ibu Dra. Yulianty, M.Si., selaku Ketua Program Studi S1 Biologi FMIPA Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Sumardi, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing dan meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran selama penelitian maupun proses penyusunan skripsi;
5. Ibu Rochmah Agustrina, Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa memberi dukungan, arahan, dan saran selama penelitian dan penyusunan skripsi;
6. Bapak Dr. Bambang Irawan, M.Sc., selaku pembahas yang telah memberikan masukan, kritik dan saran demi kesempurnaan dalam penelitian maupun penyusunan skripsi;
7. Bapak Ir. Salman Farisi, M.Si., selaku Kepala Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung atas izinnya selama penelitian;
8. Seluruh Dosen Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu selama dibangku perkuliahan;
9. Ibu Oni Mastuti, S.Si., selaku Laboran Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, atas segala dukungan dan kerjasama;
10. Ibu Nunung Cahyawati, A.Md., selaku Laboran Laboratorium Biomolekuler, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung, atas kerjasamanya;
11. Seluruh Staff Kependidikan Jurusan Biologi FMIPA Universitas Lampung atas kerjasamanya selama ini;
12. Ibu Desfika Ardia Putri, S.Pd., mahasiswi magister S2 Biologi sebagai tim penelitian atas bantuan, partisipasi selama penelitian dan kegiatan diluar kampus;

13. *Microbiology Crew (Micrew)* 2015, Muhammad Iqbal, Sundari Ayu Oktalia, Yunita, Cahya Intan Listyorini, Dwi Eka Rahmawati, Edelyn Stephani Salim, Olla Apriyani Isky, Niken Ayuningtyas, Inten Wahyuningtyas, Rachma Fadilla Haq, Nofita Septiana, Wuri Artikasari, Supiyanto, dan Ahmad Nuril Huda atas kebersamaan, semangat, dan bantuan selama penelitian;
14. Sahabat seperjuangan, Dewi Larasati, Inas Fadhilah, Nada Risa Zain, Tia Annisa, Sri Rahmaning Tiya, Winda Yulia Ningtyas, dan Noufallia Fikri Arra, yang senantiasa mendengar keluh kesah penulis dan memberi semangat selama kuliah maupun penelitian;
15. Sahabat dan teman dekat, Walidatul Khoiroh, Indriani, Eriola Maulidya, Isni Uswatun Khasanah, Yulinda Nugraeni, Syaicha Fachrunnisa, Ricky Danang Pratama atas bantuan dan semangatnya selama kuliah;
16. Teman-teman Kuliah Kerja Nyata (KKN) Desa Banyuwangi, Muhammad Riansyah Aksar Tarigan, Muhammad Ariea Pratama, Muhammad Dickson, Pradita Irwandari, Risa Ristiawati, Mega Rukmana Dewi, Rona Majidah atas semangat, kebersamaan, dan pengalaman bersama ketika belajar bermasyarakat;
17. Teman-teman Neofelis (*Nest of Excellent Biologist*) 2015, kakak tingkat, dan adik tingkat yang saling memberi dukungan dan semangat, semoga ilmu yang didapat selama ini menjadi berkah dan manfaat;
18. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis masih menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, masukan, kritik, dan saran yang membangun sangat

dibutuhkan. Namun, penulis berharap semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi siapapun yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Bandar Lampung, 7 Juli 2019

Siti Mardiana

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL DEPAN	i
ABSTRAK	ii
HALAMAN JUDUL DALAM	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	x
MOTTO	xi
SANWACANA	xii
DAFTAR ISI.....	xvi
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR.....	xx
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Manfaat Penelitian	3
D. Kerangka Pikir.....	4
E. Hipotesis	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA)	6
1. Jenis dan Karakterisasi BFA	6

2. BFA untuk Tanaman	10
3. Senyawa Asam 5-Aminolevulinat (ALA) BFA	11
B. Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.)	12
1. Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Padi (<i>Oryza sativa</i> L.)	12
2. Varietas Inpari 34	15
C. Perairan Air Payau (Salin)	17
III. METODE PENELITIAN	19
A. Waktu dan Tempat	19
B. Alat dan Bahan	19
C. Parameter Penelitian	20
D. Prosedur Penelitian	20
1. Persiapan Isolat	21
2. Persiapan Benih Padi	22
3. Persiapan Media Tanam	22
4. Penentuan Kepadatan Populasi Sel Isolat BFA	22
5. Uji Daya Perkecambahan	23
6. Pengujian Pertumbuhan Tanaman Padi	24
F. Pengamatan	26
1. Panjang Tanaman dan Jumlah Daun	26
2. Daya Perkecambahan	26
3. Berat Segar Tanaman	26
4. Berat Kering Tanaman	27
G. Analisis Data	27
H. Diagram Alir	28
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
A. Hasil	29
1. Daya Perkecambahan	29
2. Analisis Pertumbuhan Kecambah Perlakuan Pelet BFA	30
3. Analisis Pertumbuhan Kecambah Perlakuan Supernatan BFA	32
4. Pengamatan Pertumbuhan Padi Varietas Inpari 34 Selama 3 Minggu	35
5. Berat Segar dan Berat Kering Tanaman	37
B. Pembahasan	38
V. SIMPULAN DAN SARAN	46
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	55

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Pertumbuhan tanaman selama 3 minggu.....	36
2. <i>One Way</i> ANOVA rerata parameter pertumbuhan kecambah perlakuan pelet	56
3. Uji lanjut Duncan Panjang kecambah Perlakuan Pelet BFA	56
4. Uji lanjut Duncan jumlah akar perlakuan pelet BFA.....	57
5. Uji lanjut Duncan panjang akar kecambah perlakuan pelet BFA	57
6. <i>One Way</i> ANOVA rerata parameter pertumbuhan kecambah perlakuan supernatan.....	57
7. Uji lanjut Duncan panjang kecambah perlakuan supernatan BFA	58
8. Uji lanjut Duncan jumlah akar perlakuan supernatan BFA	58
9. Uji lanjut Duncan panjang akar kecambah perlakuan supernatan BFA	59
10. <i>One Way</i> ANOVA rerata parameter pertumbuhan pada media salin minggu 1	59
11. Uji lanjut Duncan panjang tanaman minggu 1.....	59
12. <i>One Way</i> ANOVA rerata parameter pertumbuhan pada media salin	60
13. <i>One Way</i> ANOVA rerata parameter pertumbuhan pada media salin minggu 3	60
14. Uji lanjut Duncan jumlah daun minggu 3	61

15. <i>One Way</i> ANOVA berat segar dan berat kering tanaman.....	61
--	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Biosintesis Asam 5-Aminolevulinat (ALA)	12
2. Tata letak nampan perkecambahan benih padi	24
3. Tata letak satuan percobaan setelah pengacakan	25
4. Daya perkecambahan benih padi Varietas Inpari 34 setelah perlakuan menggunakan 7 jenis pelet dan supernatan isolat BFA.....	30
5. Pertumbuhan kecambah padi Varietas Inpari 34 setelah diberi perlakuan pelet isolat BFA	31
6. Pertumbuhan kecambah padi Varietas Inpari 34 setelah diberi perlakuan supernatan isolat BFA	33
7. Berat segar dan berat kering tanaman padi Varietas Inpari 34	38
8. Perendaman benih padi menggunakan pelet BFA	62
9. Perendaman benih padi menggunakan supernatan BFA.....	62
10. Contoh uji daya perkecambahan benih padi	62
11. Analisis daya perkecambahan benih padi	62
12. Percobaan penanaman padi pada media salin	62
13. Hasil penanaman padi setelah 3 minggu penanaman.....	63

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Lahan salin tersebar luas di permukaan bumi terutama di daerah pasang surut dan menjadi cekaman tersendiri bagi tanaman yang tidak toleran (Djukri, 2009). Luas lahan salin daerah pasang surut di Indonesia sekitar 0,44 juta ha dan bersifat kurang menguntungkan dibandingkan dengan lahan pasang surut lahan gambut, lahan sulfat masam, dan lahan potensial (Alihamsyah, 2004). Meskipun demikian, penduduk yang tinggal di sekitar daerah pasang surut salin tetap memanfaatkannya untuk menanam padi, walaupun hasil produksinya rendah karena kualitas perairan pada lahan tersebut memiliki kondisi fisik, kimia, dan biologi berbeda dengan lahan tanam padi sawah irigasi pada umumnya (Saraswati dkk., 2017).

Pemerintah harus tetap berupaya menyediakan cadangan beras nasional dan mengurangi impor beras yang tinggi dari negara lain. Tingginya jumlah impor ditentukan oleh beberapa faktor yaitu produksi dalam negeri yang rendah, meningkatnya harga beras dunia setiap tahun, dan jumlah konsumsi beras masyarakat per kapita semakin tinggi setiap tahunnya (Christianto, 2013).

Di Indonesia sendiri, 95 % bahan pangan utama bersumber dari beras (Swastika dkk., 2007).

Produksi beras di Indonesia khususnya pada daerah di sekitar pesisir terkendala oleh tingginya salinitas air sehingga perlu adanya penambahan biofertilizer.

Biofertilizer atau pupuk hayati mampu meningkatkan produktivitas tanaman secara alami. Beberapa penelitian tentang jenis-jenis bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) seperti *Rhodospirillum*, *Rhodopseudomonas*, *Rhodomicrobium*, *Rhodobacter*, dan anggota Rhodospirillaceae memiliki kemampuan dalam menambat N₂ (Brock dan Madigan 1991, Richards 1987), sehingga BFA berpotensi sebagai agen biofertilizer penyubur tanaman.

Selain mampu menambat N₂, BFA jenis ungu non sulfur menghasilkan senyawa asam 5-aminolevulinat (ALA) yang berguna untuk mengurangi stres garam pada tanaman (Nunkaew dkk., 2014). Varietas padi Mashuri yang ditanam secara hidroponik dengan penambahan isolat *Rhodobacter capsulatus* menunjukkan peningkatan pertumbuhan batang dan persentase kandungan nitrogen (Merugu dkk., 2012).

Dalam penelitian ini akan diujikan isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) pada benih padi Varietas Inpari 34. BFA mampu hidup pada kondisi salin dan menghasilkan senyawa penyubur tanaman. Sedangkan, padi Varietas Inpari 34 bersifat salin agritan (toleran salinitas) sehingga mampu bertahan hidup pada lahan salin (Wahab, 2018). Oleh karena itu, penggunaan

BFA sebagai biofertilizer pada padi tersebut diharapkan dapat meningkatkan daya kecambah, pertumbuhan kecambah, pertumbuhan tanaman padi pada media lumpur mangrove salin, berat segar, dan berat kering tanaman.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. mengetahui pengaruh isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) terhadap pertumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 34 pada media lumpur mangrove salin, daya kecambah, pertumbuhan kecambah, berat segar, dan berat kering tanaman
2. mendapatkan isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) yang baik sebagai agen biofertilizer tanaman padi Varietas Inpari 34 pada lahan salin.

C. Manfaat Penelitian

Manfaat dari hasil penelitian ini yaitu diperolehnya informasi ilmiah tentang pemanfaatan bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) sebagai alternatif untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas tanaman padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 34 pada lahan salin. Informasi yang diperoleh kemudian dapat menjadi salah satu rujukan upaya peningkatan produksi padi pada lahan salin.

D. Kerangka Pikir

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan bahan makanan pokok penduduk Indonesia dan menjadi sumber karbohidrat yang penting untuk membangun energi dalam tubuh. Padi yang ditanam di sekitar daerah pesisir memiliki sedikit masalah terkait produktivitas yang disebabkan oleh ketidakseimbangan metabolik tanaman. Menurut Sembiring dan Gani (2010), penyebab ketidakseimbangan metabolik tanaman padi yang ditanam pada lahan salin disebabkan karena faktor cekaman osmotik, kekurangan hara, dan keracunan ion-ion, sehingga berpengaruh pada kualitas pertumbuhan akar, batang, dan luas daun.

Pemupukan secara hayati sangat membantu dalam menyelesaikan masalah tersebut. Penggunaan pupuk kimia bisa saja dilakukan, namun penggunaan yang berkelanjutan akan menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara dalam tanah (Suryani, 1998). Solusi yang tepat untuk menganggulangi hal tersebut yaitu menggantinya dengan BFA sebagai biofertilizer karena mampu menambatkan N_2 secara hayati. Dari penelitian sebelumnya, diketahui bahwa bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) mampu menambat N_2 dan menghasilkan senyawa asam 5-aminolevulinat (ALA) yang dapat dijadikan pupuk hayati dan baik untuk pertumbuhan tanaman Padi (*Oryza sativa* L.).

Dalam penelitian ini akan diuji beberapa isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) terhadap tanaman padi Varietas Inpari 34. BFA yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Unila yang telah diketahui karakteristiknya. BFA akan diaplikasikan pada media tanam padi

dengan cara menginokulasikan secara langsung pada media salin berupa lumpur yang diambil dari daerah sekitar hutan mangrove pesisir pantai.

E. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu :

1. BFA mampu meningkatkan pertumbuhan padi (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 34 pada media lumpur mangrove salin, daya kecambah, pertumbuhan kecambah, berat segar, dan berat kering tanaman
2. didapat isolat BFA yang paling baik sebagai agen biofertilizer.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Bakteri Fotosintetik Anoksigenik (BFA)

1. Jenis dan Karakteristik BFA

Bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) mampu melakukan fotosintesis secara anoksigenik yaitu dengan produk reaksinya tidak menghasilkan oksigen. Bakteri ini termasuk prokariot yang dominan terdapat pada lingkungan perairan seperti perairan darat, payau, laut, limbah cair, sawah, bahkan lingkungan ekstrim seperti antartika, dan ditemukan pula di habitat darat (Aristiawan, 1999). BFA mempunyai pigmen fotosintetik yang berbeda-beda tergantung sifat, susunan, dan kualitas pigmen. Dalam suspensi pekat tampak berwarna hijau, hijau kebiruan, lembayung, merah, coklat, atau merah muda (Schlegel dan Schmidt, 1994).

BFA dapat tumbuh sebagai fotoautotrof atau fotoorganotrof secara anaerob atau mikroaerobik dalam kondisi cahaya atau sebagai kemoorganotrof aerob dalam kondisi gelap (Kantha dkk., 2012). *Photosyntetic apparatus* yang dimiliki BFA merupakan mesin seluler khusus di dalam sel dan digunakan dalam proses fotosintetik anoksigenik. Pigmen fotosintetik yang berbeda dikarenakan adanya bacteriochlorophyll a atau b dan karotenoid

(spirilloxanthin, rhodopinal, sphaeroidene, dan beberapa seri okenon) yang berasal dari membran sitoplasma (Imhoff dkk., 2005).

Bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) golongan ungu fototropik memiliki nilai ekologi penting karena sifatnya yang peka terhadap perubahan lingkungan (Feng dkk., 2014). Salah satu jenis BFA yaitu *Rhodobacter sphaeroides* termasuk ke dalam bakteri ungu non-sulfur, bersifat gram negatif, dan mampu hidup dengan menunjukkan beberapa jalur metabolisme tergantung kondisi pertumbuhannya (Calvano dkk., 2014).

Macam-macam bakteri fotosintetik yaitu bakteri ungu dan bakteri hijau. Bakteri ungu terdiri dari 3 famili yaitu Chromatiaceae (bakteri ungu sulfur), Ectothiorhodospiraceae, dan Rhodospirillaceae (bakteri ungu non sulfur). Bakteri hijau terdiri dari 2 famili yaitu Chlorobiaceae (bakteri hijau sulfur) dan Chloroflexeaceae (bakteri hijau berfilamen multiseluler) (Pfennig dan Truper, 1989). Kelompok bakteri fotosintetik ungu sulfur dan hijau sulfur memiliki beberapa karakter seperti bentuk sel yang beragam (bulat, batang, koma, atau berbentuk spiral) dan bersifat gram negatif. Sedangkan, bakteri ungu sulfur fotosintetik dapat dicirikan dengan bentuk sel berupa batang (Sadi dkk., 2016).

Proses toleransi pada bakteri hijau sulfur berbeda dari proses toleransi cyanobacteria, algae, atau tanaman hijau tingkat tinggi yang menggunakan air sebagai donor elektron dan hasil sampingnya berupa oksigen. Donor

elektron BFA saat fotosintesis berasal dari reduksi senyawa sulfur dan molekul hidrogen (Overmann, 2001). Sama halnya seperti bakteri hijau sulfur, bakteri ungu non sulfur juga melakukan fotositesis dengan menggunakan energi cahaya dan senyawa organik yang digunakan sebagai sumber karbon serta elektron (Gordon dan McKinlay, 2014).

Secara filogenetik, Bakteri ungu sulfur dan ungu non sulfur dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis. Bakteri ungu non sulfur termasuk *Alphaproteobacteria* dan *Betaproteobacteria*, sedangkan bakteri ungu sulfur termasuk kedalam *Gammaproteobacteria*. Ketiga jenis tersebut termasuk ke dalam bakteri yang mampu berfotosintetik namun tidak menghasilkan oksigen. *Alphaproteobacteria* fototropik memiliki karakteristik yang khas pada membran sel nya. Di dalam membran sel terdapat komposisi perbandingan antara fosfolipid dan asam lemak C_{18:1} (lebih mendominasi), C_{16:1} dan C_{16:0}, C_{16:0} dan C_{18:0}, atau hanya C_{16:0} sebagai tambahan komponen utama. Beberapa genus *Alphaproteobacteria* fototropik yaitu *Rhodopseudomonas*, *Rhodobium*, *Rhodoplanes*, *Blastochloris*, *Rhodoblastus*, dan *Rhodomicrobium*. *Betaproteobacteria* fototropik memiliki kemampuan mengasimiliasi sulfat yang digunakan sebagai sumber sulfur tunggal. Reduksi sulfat dilakukan dengan perantara adenosine-5'phosfosulfate. *Betaproteobacteria* fototropik terdiri atas semua Rhodospirillaceae yang juga termasuk dalam *Alphaproteobacteria* fototropik. *Gammaproteobacteria* yang termasuk bakteri ungu sulfur fototropik yang mampu hidup dalam kondisi anaerob dan mereduksi

senyawa sulfur sebagai donor elektron dalam fotosintesisnya dan mampu tubuh secara fotolithoautotrofik. BFA yang termasuk jenis ini yaitu Chromaticaeae, Ectothiorhodospiraceae dari Chromatiales (Imhoff dkk., 2005).

Bakteri fotosintetik anoksigenik jenis *Rhodobacter sphaeroides* mampu menurunkan oksigen terlarut, COD, dan BOD pada limbah industri (Merugu dkk., 2014). Selain itu, bakteri fotosintetik tersebut mampu mengoksidasi Fe (II) dengan memutus formasi ikatan Fe pada air laut yang rendah oksigen (Wu dkk., 2014). Dalam kondisi stres abiotik dengan paparan ion kobalt (Co), bakteri *R. sphaeroides* mampu tumbuh dengan meningkatkan cardiolipins (CLs) dan sulfoquinovosyldiacylglycerols (SQDGs) yang merupakan bagian dari membran lipid dari bakteri tersebut yang digunakan sebagai pertahanan (Calvano dkk., 2014).

Beberapa jenis BFA diketahui mampu menggunakan thioarsen yang merupakan jenis arsen (As) melimpah seperti di perairan alkali dan sulfida. Thioarsen dapat dimanfaatkan BFA secara langsung dalam fotosintesis dan monothioarsen digunakan sebagai donor elektron (Edwarson dkk., 2014). Perairan tawar merupakan jenis perairan yang dapat mengakumulasi H_2S sehingga menyebabkan kematian pada biota air meskipun dalam konsentrasi yang sangat rendah 0,1 mg/mL, Bakteri fototropik ungu sulfur mampu melakukan bioremediasi pada perairan dengan merombak sulfida menjadi sulfur kembali (Firmansyah dkk., 2012).

2. BFA untuk Tanaman

Tanah sawah digunakan sebagai media tumbuh bagi tanaman, khususnya padi. Tanah sawah yang bersifat salin dan mengandung metana (CH_4) menjadi permasalahan tersendiri bagi produktivitas hasil pertanian. Emisi metana (CH_4) yang mencemari tanah juga mampu menyebabkan pemanasan global. Bakteri ungu non sulfur adalah salah satu jenis BFA yang menghasilkan senyawa asam 5-aminolevulinat (ALA) dan berperan penting dalam mengurangi stres garam pada tanaman serta kompetitor yang baik bagi senyawa metanogen pada lahan sawah (Nunkaew dkk., 2014).

Rhodopseudomonas palustris misalnya, menghasilkan asam 5-aminolevulinat (ALA) sehingga mampu menurunkan emisi metana dan karbon dioksida, dapat digunakan sebagai biofertilizer pada tanaman padi yang sensitif terhadap garam, bahkan bakteri tersebut mampu tumbuh dibawah tekanan garam hingga 0,25% (Kantha dkk., 2015).

Bakteri fotosintetik anoksigenik mampu digunakan sebagai kandidat pupuk hayati pada tanaman padi karena berpengaruh positif terhadap pertumbuhan. Hasil kajian pada campuran BFA dengan isolat bakteri *P. azotofixans* dan *B. polymyxa* menunjukkan pengaruh yang beragam dalam meningkatkan beberapa parameter pertumbuhan tanaman padi (Suryani, 1998).

Rhodobacter capsulatus termasuk salah satu jenis bakteri fototropik ungu non sulfur yang mampu meningkatkan produktivitas pada lahan sawah. Lahan sawah yang tergenang air dan diberi inokulasi bakteri *Rhodobacter*

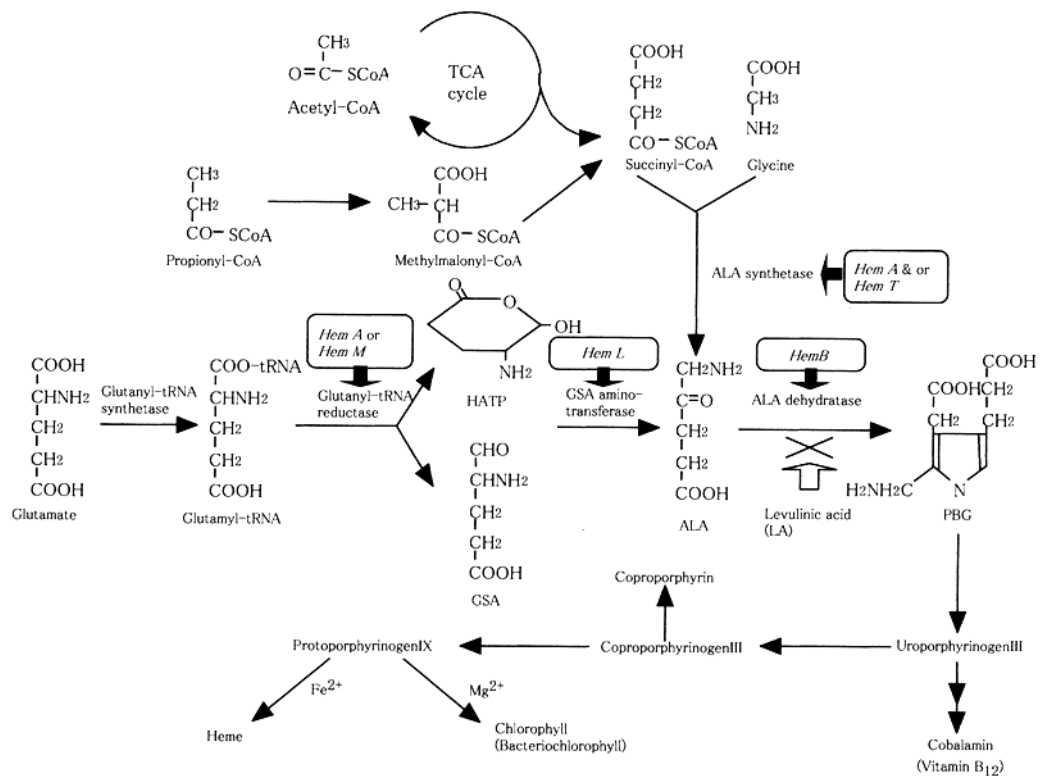
capsulatus menghasilkan bulir padi lebih banyak dibandingkan lahan tanpa inokulasi bakteri (Elbanna dan Gamal, 2011). Menurut Pavitra dkk. (2014), inokulasi *Rhodobacter* sp. pada media hidroponik padi varietas abhilasha menghasilkan panjang batang, panjang akar, berat kering, seta kadar nitrogen tanaman yang maksimal, sehingga bakteri ini dapat dikembangkan sebagai biofertilizer.

3. Senyawa Asam 5-Aminolevulinat (ALA) BFA

Senyawa asam 5-aminolevulinat (ALA) dalam bakteri *Rhodobacter* sp. tersusun atas sakarida, protein, asam amino, asam organik, dan ion metal (Tripetch dkk., 2013). Secara umum asam 5-aminolevulinat (ALA) disintesis melalui 2 jalur metabolik, yaitu jalur C-4 atau jalur Shemin (suksinil-CoA dan glisin) dan jalur C-5 (glutamat). ALA merupakan prekursor tetrapirel seperti porfirin, vitamin B₁₂, dan klorofil. Pada jalur Shemin, suksinil-CoA dihasilkan pada siklus kreb. Pada beberapa bakteri suksinil-CoA disintesis dari propionil-CoA melalui jalur metilmalonil-CoA. Suksinil-CoA dan glisin dikatalis dengan ALA sintetase (ALAS) yang diatur regulasi umpan balik oleh gen Hem A atau Hem T. Bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA) mensintesis ALA menggunakan jalur Shemin (Sasaki dkk., 2002).

Pada jalur C-5 glutamat menjadi sumber dari sintesis ALA. Glutamat diubah menjadi glutamil-tRNA dengan glutamil-tRNA sintetase. Kemudian, sintesis ALA dikatalis oleh isozym dari glutamil-tRNA reduktase yang

dikode oleh gen Hem A dan Hem M yang juga berfungsi untuk regulasi ALA. Senyawa LA (levulinic acid) bersifat inhibitor terhadap enzim ALA dehidratase. Berikut gambar biosintesis ALA secara umum :



Gambar 1. Biosintesis 5-aminolevulinic acid (ALA) (Sasaki dkk., 2002)

B. Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

1. Klasifikasi dan Deskripsi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)

Padi merupakan bahan makanan pokok yang banyak dibudidayakan di Asia khususnya di Indonesia. Selain unik karena mampu hidup di daerah kering dan tergenang air, padi sangat bernilai ekonomis dan dapat diproduksi

secara melimpah di daerah tropis. Menurut Siregar (1981), klasifikasi tanaman padi adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
 Divisi : Magnoliophyta
 Kelas : Liliopsida
 Bangsa : Poales
 Suku : Poaceae
 Marga : *Oryza*
 Jenis : *Oryza sativa* L.

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) termasuk ke dalam rumput-rumputan berumur pendek sekitar 5-6 bulan. Batang tanaman beruas-ruas dan berongga dengan tinggi mencapai kurang lebih 1,5 meter (Hardjodinomo, 1987). Batang berbentuk bulat dan terdapat ruas yang dipisahkan oleh buku. Ruas pangkal memiliki ukuran terpendek, sedangkan ruas kedua, ketiga dan seterusnya lebih panjang. Pada bagian bawah ruas terdapat daun pelepah yang membalut ruas hingga buku bagian atas. Pada buku ujung pelepah terdapat percabangan pendek (ligula) dan yang terpanjang menjadi kelopak (Fitri, 2009).

Akar tanaman padi berbentuk serabut dan membentuk rumpun dengan mengeluarkan anakan-anakan. Duduk daun berseling dengan bangun garis berpelepah yang terbuka (Hardjodinomo, 1987). Ciri khas daun padi yaitu bersisik dan terdapat telinga daun. Dalam setiap buku terdapat satu daun,

pelelah daun berfungsi sebagai penguat bagian ruas yang jaringannya lurus dengan telinga daun dan lidah daun. Fungsi lidah daun adalah untuk mencegah masuknya air hujan di antara batang dan pelelah daun (Suhartatik, 2008).

Bunga terletak di ujung batang berupa suatu malai dengan bulir kecil yang pipih, masing-masing terdiri atas satu bunga. Setiap bunga disamping *gluma* memiliki *palae inferior*, 2 *palae superior*, 2 *lodicae*, 3 benang sari dan satu putik berbentuk seperti bulu (Tritrosoepomo, 1994). Bunga padi termasuk bunga lengkap. Pada satu tanaman memiliki dua kelamin dengan bakal buah terletak pada bagian atas. Benang sari memiliki 2 kantong serbuk, sedangkan putik memiliki 2 tangkai putik dan 2 kepala putik berwarna putih atau ungu (Sumartono dan Hardjono, 1980). Buah pada padi berupa *endosperm* (putih lembaga) yang erat berbalut kulit ari atau yang biasa disebut sebagai biji padi. Bentuk, warna, dan ukuran biji padi tergantung pada jenis padi itu sendiri. (Hardjodinomo, 1987).

Fase pertumbuhan padi dibedakan menjadi tiga, yaitu fase vegetatif, fase generatif, dan fase pemasakan. Fase vegetatif dimulai dari saat biji berkecambah hingga anakan aktif, bertambah tinggi, dan tumbuh secara teratur. Fase generatif atau disebut juga fase reproduksi bermula dari inisiasi primordia malai diikuti dengan bertambah panjangnya pada ruas batang, jumlah anakan berkurang, daun bendera mulai muncul, bunting dan pembungaan. Fase yang terakhir yaitu fase pemasakan biji yang dimulai dari

berbunga hingga panen. Fase pemasakan biji diawali dengan fase masak susu, masak tepung, masak kuning, serta masak fisiologis (Yoshida, 1981). Tanaman padi mampu hidup di lahan kering atau tergenang air. Aerenkim atau jaringan turbulan yang dimiliki tanaman merupakan bentuk adaptasi padi hingga mampu hidup di tanah tergenang air. Jaringan turbulan membantu tanaman yang tergenang melakukan proses oksidasi (Sanchez, 1992).

2. Varietas Inpari 34

Inbrida merupakan varietas tanaman yang telah dikembangkan dari satu spesies atau varietas tanaman melalui penyerbukan sendiri dan memiliki tingkat kemurnian atau homozigositas tinggi. Beberapa varietas spesifik telah dirakit sesuai dengan kondisi lahan atau lingkungan tanam di Indonesia seperti Inpari (inbrida padi sawah irigasi), Inpara (inbrida padi rawa), Inpago (inbrida padi gogo), dan Hipa (padi hibrida). Varietas Inpari sendiri dari pihak pengembang sudah mulai dikeluarkan dalam berbagai macam varietas kepada petani. Adapun yang termasuk varietas Inpari yaitu Varietas Ciherang, Varietas Mekong, Varietas Inpari 1 – 44 dan lain-lain (Balitbangtan, 2017).

Inbrida padi sawah irigasi varietas Inpari 34 bersifat salin agritan, sudah dilepas dan mulai dipasarkan sejak tahun 2014. Pemulia varietas ini bernama Nafisa, Priatna Sasmita, Cucu Gunarsih, Trias Sitaresmi, Moch. Yamin Samaullah, Suroto, dan I made Jana Mejaya. Varietas ini cocok

ditanam pada lahan sawah daratan rendah sampai sedang (0 - 500 mdpl) dan toleran terhadap salin pada fase bibit cekaman 12 dSm^{-1} (Wahab dkk., 2018).

Umur tanam Varietas Inpari 34 kurang lebih sekitar 102 hari setelah sebar. Ciri morfologi antara lain memiliki bentuk tanaman yang tegak dengan tinggi kurang lebih 107 cm. Memiliki daun bendera berbentuk tegak. Gabah berbentuk panjang ramping dengan warna kuning bersih, kerontokan sedang dan sedikit tahan kerabahan. Setelah dipanen, varietas ini menghasilkan beras dengan kandungan amilosa sebanyak kurang lebih 22,8%, dengan berat 1000 butirnya 24,9 gram. Tekstur nasi yang dihasilkan yaitu sedikit pera. Rata-rata hasil yang didapatkan sekitar 5,3 t/ha GKG dan berpotensi menghasilkan sebesar 8,3 t/ha GKG (Wahab dkk., 2018).

Inpari 34 memiliki respon yang baik terhadap hama dan penyakit. Sedikit tahan terhadap wereng batang cokelat biotipe 1, biotipe 2, dan biotipe 3. Selain wereng, varietas ini juga sedikit tahan terhadap beberapa penyakit yang disebabkan oleh bakteri dan virus seperti hawar daun bakteri patotipe III, hawar daun bakteri patotipe IV, dan hawar daun bakteri patotipe VIII. Rentan terhadap virus tungro ras dari Subang dan tahan terhadap penyakit blas ras 003, 073, 133, dan 173 (Wahab dkk., 2018).

Pemuliaan tanaman yang menghasilkan varietas baru dilakukan dengan metode yang beragam. Metode pemuliaan pada tanaman padi dalam merakit

varietas yang mampu toleran terhadap kadar garam antara lain dengan pemuliaan konvensional, variasi somaklonal, mutasi genetik dengan seleksi *in vitro*, dan transformasi genetik. Namun, untuk mendapatkan varietas yang tahan garam atau salinitas dapat pula menggunakan rekayasa genetik dengan menyisipkan gen yang mengendalikan sifat toleransi terhadap garam. Padi Varietas Inpari 34 didapatkan melalui cara konvensional. Indonesia sudah menghasilkan dua varietas toleran salinitas yaitu Inpari 34 dan Inpari 35 (Yunita, 2014).

C. Perairan Air Payau (Salin)

Air payau atau *brackish water* merupakan air yang memiliki salinitas 0,5 ppt - 17 ppt, sedangkan air laut memiliki salinitas sebesar 35 ppt. Salinitas yaitu jumlah garam yang terkandung dalam satu kilogram air. Perairan payau banyak dijumpai di daerah pertambakan, sumur-sumur penduduk yang tinggal di pesisir atau pulau kecil yang telah terintrusi air laut, dan daerah pertemuan air laut dan air tawar atau *estuary*. Air payau memiliki beberapa kandungan logam seperti Cl, Ca, Mg, dan Na. Kandungan natrium yang terlalu tinggi dapat berdampak buruk pada tanaman sehingga menurunkan hasil panen (Astuti dkk., 2006).

Menurut Alihamsyah (2004), berdasarkan tipologi lahan pasang surut pada daerah salin di Indonesia yang mencapai luas sekitar 440.000 ha atau 2,19 % dari keseluruhan lahan pasang surut termasuk paling kecil dibanding lahan

gambut 10.890.000 ha (54,26%), lahan sulfat masam 6.670.000 ha (33,24%), dan lahan potensial 2.070.000 ha (10,31%). Karyaningsih dan Samijan (2017) menjelaskan bahwa, menjelaskan bahwa produktivitas pertanian di lahan pasang surut kurang baik karena memiliki karakter fisik dan kimia berbeda dari lahan lainnya. Lahan sawah dapat dikatakan salin apabila mengandung kadar garam dan biasanya terjadi saat musim kemarau atau kekeringan. Kadar garam terlarut lebih dari 4 dSm^{-1} pada lahan sawah sudah mempengaruhi produksi tanaman menjadi kurang maksimal.

Lahan yang bersifat salin perlu dimanfaatkan sebagai upaya untuk meningkatkan produktivitas pertanian makanan pokok seperti padi. Produktivitas yang lebih tinggi dapat dicapai dengan pemilihan benih yang toleransi terhadap kandungan garam yang tinggi. Toleransi salinitas pada tanaman padi dapat terjadi melalui dua mekanisme yaitu adaptasi inklusi dan eksklusi (Yunita, 2014). Adaptasi terhadap kadar garam secara eksklusi disebut juga mekanisme adaptasi dengan cara menghindari (*Avoidence*) dari deficit air internal, sedangkan adaptasi secara inklusi disebut juga mekanisme toleran (*tolerance*) yaitu mekanisme tanaman yang memiliki toleransi tinggi terhadap ion Na^+ dan Cl^- atau jaringan dalam tanaman tersebut memiliki kemampuan menghindari dari konsentrasi garam yang tinggi (Djukri, 2009).

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Maret 2019 di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain : botol tanam untuk media tanam benih padi; nampan untuk uji daya perkecambahan; *autoclave* dan *biosafety cabinet* untuk preparasi inokulum secara aseptik; oven untuk penyimpanan alat steril; anaerobik jar untuk inkubasi BFA; penggaris untuk mengukur pertumbuhan tanaman; jangka sorong untuk analisis pertumbuhan daya perkecambahan; lampu Tungsten 40 watt untuk penyinaran saat inkubasi BFA; neraca analitik untuk menimbang media tumbuh, berta segar, dan berat kering; neraca Ohaus untuk menimbang media tanam; gelas objek untuk pengecatan bakteri; mikroskop untuk pengamatan sel; gas-pak jar untuk menyerap O₂ saat inkubasi untuk mendukung kondisi anaerobik jar; dan

beberapa peralatan pendukung lainnya yang digunakan dalam preparasi, penanaman, dan kultur inokulum bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA).

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain : benih padi varietas Inpari 34; isolat bakteri fotosintetik anoksigenik (BFA); media SWC (*Sea Water Complete*) dengan komposisi : agar, *neutralized bacteriological peptone*, gliserol, akuades, dan air laut sebagai media tumbuh bakteri; cat gram A (Kristal violet, etil alkohol, ammonium oksalat, akuades), gram B (yodium, kalium iodida, akuades), gram C (aseton, etil alkohol), dan gram D (safranin, etil alkohol, akuades); garam fisiologis untuk mencuci bakteri; H₂O₂ untuk sterilisasi benih; akuades steril untuk membilas benih dan menyiram tanaman; lumpur air payau steril sebagai media tanam.

C. Parameter Penelitian

Parameter dalam penelitian ini yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, daya perkecambahan, panjang kecambah, jumlah akar, akar kecambah, berat segar, dan berat kering tanaman.

D. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan isolat BFA koleksi Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Lampung. Metode yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan modifikasi dari metode yang

digunakan oleh Suryani (1998), yang meliputi beberapa tahap pelaksanaan yaitu persiapan isolat BFA, persiapan benih, persiapan media tanam, penentuan kepadatan populasi sel isolat BFA, uji daya perkecambahan dan pengujian pertumbuhan tanaman padi.

1. Persiapan Isolat BFA

Isolat BFA yang digunakan adalah koleksi Laboratorium Mikrobiologi, FMIPA, Universitas Lampung. 7 isolat dengan kode AS, B2DM, AM, L1, L2, B, dan D, masing-masing isolat diremajakan pada agar miring tabung ulir selama 7 hari secara anaerobik, pada suhu ruang dengan penyinaran lampu tungsten 40 watt pada jarak 30 - 40 cm (Widiyanto, 1996). Isolat kemudian diperkaya dalam media SWC (*Sea Water Complete*) cair dan diinkubasi kembali dengan kondisi yang sama. Sumber BFA yang digunakan sebagai perlakuan dalam penelitian ini diambil baik dari pelet maupun supernatan isolat diatas.

Keterangan kode isolat berdasarkan sumber isolasi :

AS	: Akar serabut mangrove
B2DM	: Seresah daun, koloni merah (<i>Bacillus</i> sp.)
AM	: Akar mangrove
L1	: Lumpur mangrove
L2	: Lumpur mangrove
B	: Bunga mangrove
D	: Daun mangrove

2. Persiapan Benih Padi

Benih padi yang digunakan yaitu Varietas Inpari 34 salin agritan di peroleh dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP), Lampung. Sterilisasi benih dilakukan dengan merendam dalam H_2O_2 5 % selama 10 menit dan dibilas dengan akuades steril selama 1 menit.

3. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah lumpur perairan payau, diambil dari daerah hutan mangrove Desa Hanura, Kecamatan Teluk Pandan, Kabupaten Pesawaran, Lampung. Sebanyak ± 100 gram lumpur dengan pH alami 7,4 dan salinitas sekitar 14 ppt. Kemudian, dimasukkan ke dalam botol tanam dan disterilkan menggunakan autoklaf selama 30 menit pada suhu 121°C , tekanan 2 atm.

4. Penentuan Kepadatan Populasi Sel Isolat BFA

Isolat BFA yang telah diremajakan kemudian diperkaya dalam media SWC (*Sea Water Complete*) cair dan di inkubasi pada kondisi anaerob dengan penyinaran lampu Tungsten selama 7 hari pada suhu ruang. Penentuan jumlah kepadatan bakteri dilakukan dengan metode perhitungan langsung di bawah mikroskop dengan pengecatan gram. Caranya yaitu dengan mengambil 1 mL suspensi bakteri yang telah ditumbuhkan dalam media cair kemudian ditambahkan ke dalam 9 mL akuades steril lalu dihomogenkan dengan *vortex mixer* hingga didapatkan pengenceran 10^{-1} .

Gelas benda yang digunakan untuk perhitungan langsung diberi garis 1 cm x 1 cm. Kemudian, diambil 0,01 mL suspensi bakteri 10^{-1} dan diletakkan dalam gelas benda yang telah diberi garis untuk dilakukan pengecatan gram. Menurut Sutrisna dkk. (2013), perhitungan jumlah sel bakteri dilakukan dengan melihat dan menghitung jumlah sel pada luas lapang pandang mikroskop. Diameter areal pandang mikroskop diukur menggunakan mikrometer objektif yang mempunyai skala terkecil 0,01 mm untuk menentukan luas lapang pandang mikroskop. Setelah nilai diameter areal pandang mikroskop diketahui dan diketahui nilai jari-jarinya (r) dalam cm, lalu dimasukkan dalam rumus dibawah ini :

$$\begin{aligned}\text{Luas areal pandang mikroskop} &= \pi r^2 \text{ mm}^2 \\ &= \pi r^2 \times 10^{-2} \text{ cm}^2\end{aligned}$$

Rumus penentuan perhitungan jumlah sel bakteri secara langsung yaitu sebagai berikut :

$$\text{Konsentrasi sel} = \frac{\bar{x}}{\text{Luas lapang pandang mikroskop (cm}^2\text{) x t (cm)}}$$

Keterangan :

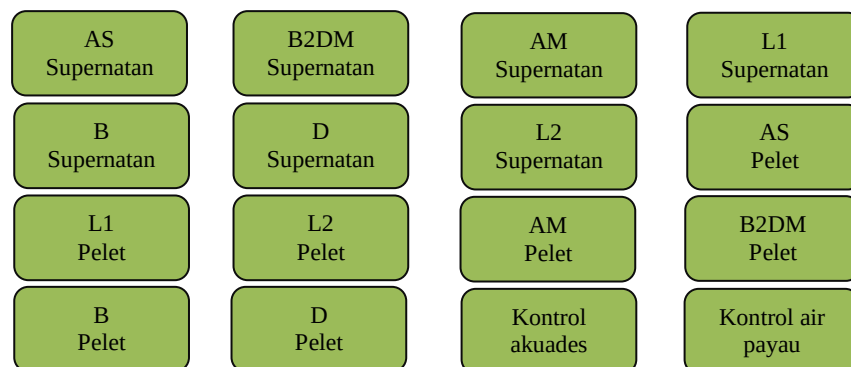
$\bar{x}$ = rata-rata jumlah bakteri

t = tinggi

5. Uji Daya Perkecambahan

Benih padi hasil seleksi dimasukkan ke dalam 16 gelas beaker (masing-masing 100 benih per gelas). Uji daya perkecambahan dilakukan terhadap pemberian 7 supernatan dan 7 pelet isolat BFA. Supernatan BFA diperoleh dari media perkaya SWC yang telah disentrifuge, sedangkan pelet BFA

diperoleh dari media perkaya SWC yang telah dihitung kepadatannya (10^7 sel/mL) dan dicuci menggunakan garam fisiologis 0,85% sebanyak 2 kali menggunakan sentrifuse 10.000 rpm suhu 4°C selama 10 menit (Pavitra dkk., 2015). Kontrol positif yang digunakan yaitu akuades, sedangkan kontrol negatif berupa air payau. Masing-masing perlakuan dan kontrol direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam masing-masing cairan perendam benih dibuang. Benih yang telah diberi perlakuan diletakkan pada nampan yang telah dialasi tisu yang dibasahi akuades steril, kemudian benih disemprot kembali menggunakan akuades steril setiap hari selama pengujian. Tata letak nampan dapat dilihat pada Gambar 1.

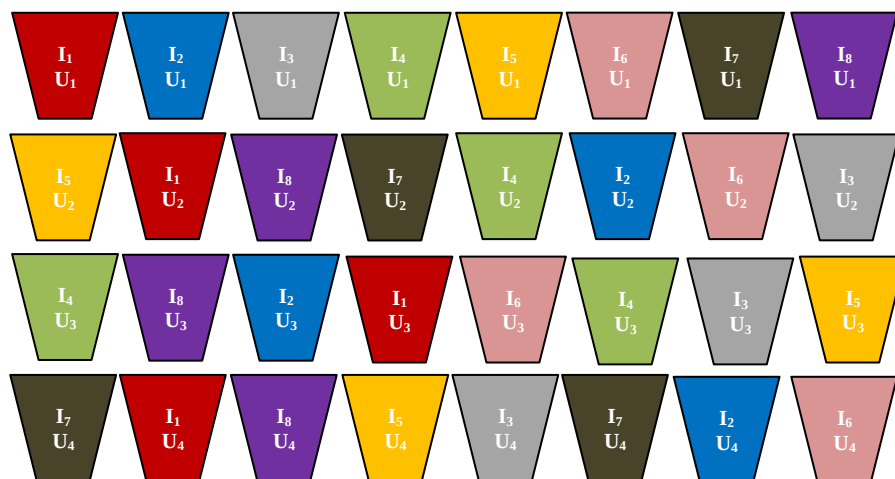


Gambar 2. Tata letak nampan perkecambahan benih padi

6. Pengujian Pertumbuhan Tanaman Padi

Benih padi dikecambahkan dalam nampan selama 4 hari. Kecambah berukuran 1 cm dipilih dan dipindahkan dalam botol tanam yang berisi media lumpur air payau atau lumpur mangrove steril lalu diberi perlakuan isolat BFA. Pelet isolat BFA yang digunakan telah dihitung kepadatannya

hingga 10^7 sel/mL dan selnya telah dicuci. Pelet tersebut diberikan secara langsung pada media setelah benih padi ditanam pada botol tanam. Perlakuan yang sama tanpa penambahan isolat BFA dijadikan sebagai kontrol. Pengamatan dilakukan pada hari ke 7, 14, dan 21. Kemudian, pada hari ke 21 seluruh bagian tanaman dipanen dan dicuci hingga bersih lalu dikering anginkan untuk ditimbang berat segarnya. Setelah itu, tanaman dikeringkan di oven selama ± 7 jam pada suhu 120°C untuk dihitung berat keringnya (Suryani, 1998). Berikut tata letak botol tanam yang diletakkan secara acak pada Gambar 3.



Gambar 3. Tata letak satuan percobaan setelah pengacakan

Keterangan :

	: AS		: B
	: B2DM		: D
	: AM		: Kontrol
	: L1	I ₁ -I ₇	: isolat BFA
	: L2	U ₁ -U ₄	: Ulangan

E. Pengamatan

1. Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Pertambahan tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dalam satuan sentimeter (cm), diukur mulai dari bagian titik tumbuh tanaman hingga bagian ujung tanaman saat seluruhnya ditegakkan. Sedangkan, jumlah daun diamati secara langsung. Pengukuran tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan selama 21 hari, yaitu hari ke 7, 14, dan 21.

2. Daya Perkecambahan

Daya perkecambahan dihitung menggunakan rumus Sadjad dkk. (1999) :

$$\text{Daya Kecambah (\%)} = \frac{\sum \text{KN}}{N} \times 100 \%$$

Keterangan :

$\sum \text{KN}$: Jumlah benih yang berkecambah

N : Jumlah benih yang dikecambahkan

Selanjutnya, analisis uji daya perkecambahan dilakukan dengan mengambil secara acak 12 kecambah untuk mengetahui perbedaan pertumbuhan pada masing-masing perlakuan maupun kontrol. Kemudian, diukur panjang kecambah dan panjang akar menggunakan jangka sorong dengan satuan sentimeter (cm) serta jumlah akarnya.

3. Berat Segar Tanaman

Pengukuran berat segar tanaman padi dilakukan dengan menimbang seluruh bagian tanaman setelah dicuci bersih dan dikering anginkan. Kemudian, seluruh bagian tanaman yang sudah bersih ditimbang menggunakan neraca

analitik dalam satuan gram (g).

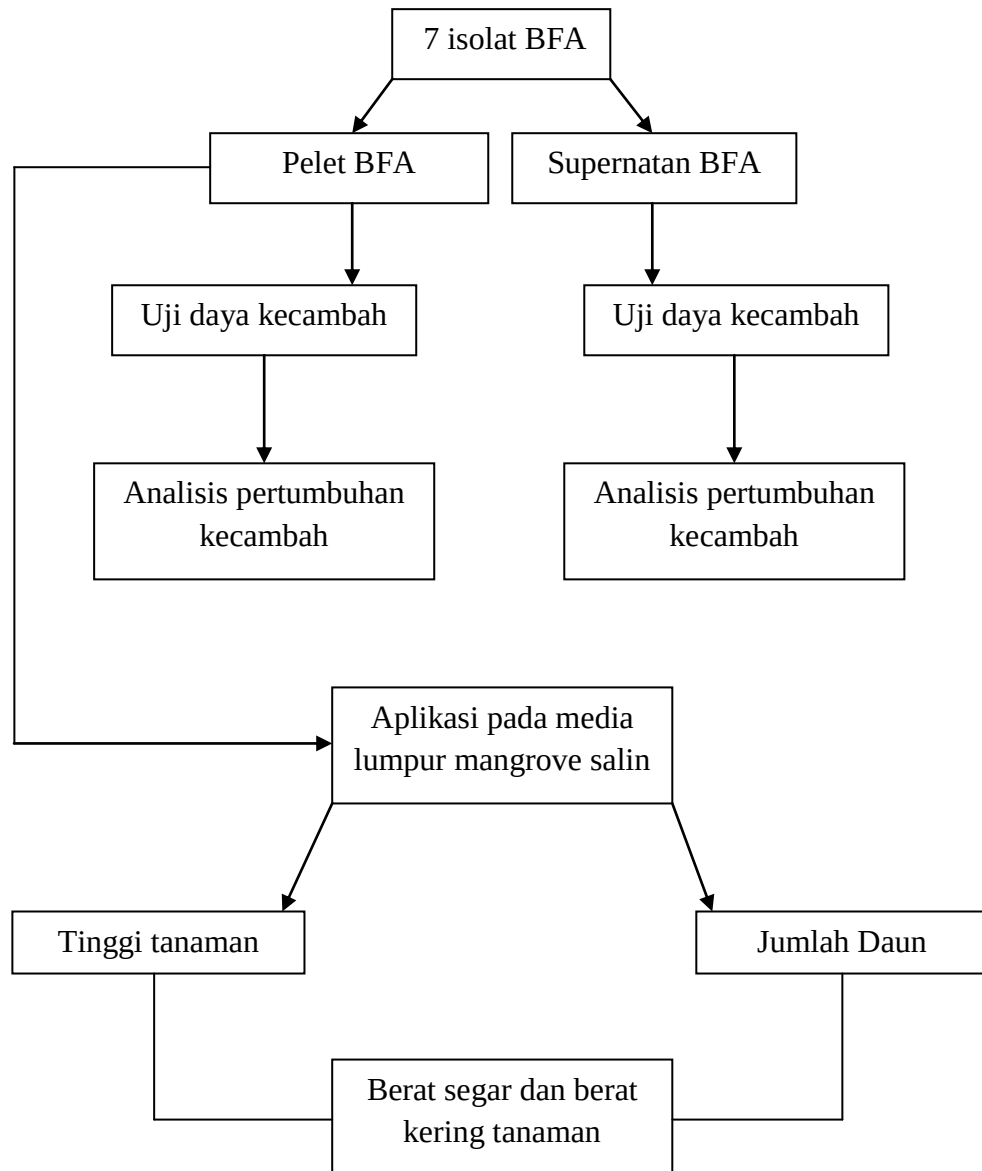
4. Berat Kering Tanaman

Pengukuran berat kering dilakukan setelah mengukur berat segar tanaman.

Pengeringan dilakukan menggunakan oven selama ± 7 jam pada suhu 60° untuk menghilangkan kadar air. Lalu, tanaman ditimbang kembali menggunakan neraca analitik sebagai berat kering dan dinyatakan dengan satuan gram (g).

F. Analisis Data

Penelitian dirancang secara acak lengkap (RAL). Data yang didapat dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila terdapat beda nyata maka analisis data dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dengan taraf 5 % ($p \leq 0,05$).

G. Diagram Alir

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. a. pelet sel isolat BFA meningkatkan pertambahan panjang kecambah, jumlah akar, panjang akar yang nyata, sedangkan supernatan isolat BFA tidak mempengaruhi pertumbuhan kecambah
- b. isolat yang menghasilkan pertumbuhan kecambah padi yang baik adalah B2BM, B, D, AS, dan L2, sedangkan isolat AM dan L1 tidak menunjukkan pertumbuhan kecambah yang baik
2. a. penambahan isolat BFA pada media lumpur mangrove salin berpengaruh nyata pada tinggi tanaman pada minggu 1 dan jumlah daun pada minggu 3
- b. isolat yang menghasilkan jumlah daun tinggi dari padi yang ditanam pada lumpur mangrove salin isolat B, AS, dan L2 sebaliknya isolat B2DM menghasilkan daun terendah
- c. parameter berat segar dan berat kering tidak menghasilkan respon yang berbeda nyata terhadap perlakuan isolat.

B. Saran

Adapun beberapa saran yang mungkin dapat menjadi penelitian lanjutan yaitu :

1. identifikasi genus masing-masing isolat BFA
2. uji daya perkecambahan menggunakan 5-*aminolevulinic acid* hasil pemurnian dari supernatan atau uji daya perkecambahan menggunakan beberapa konsentrasi (%) supernatan BFA
3. pengujian pada media non salin untuk mengetahui potensi sebagai biofertilizer pada media umum tanam padi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alihamsyah, T. 2004. *Potensi dan Pendayagunaan Lahan Rawa untuk Peningkatan Produksi Padi*. Ekonomi Padi dan beras Indonesia. Dalam Faisal Kasrino, Effendi Pasandaran dan A.M. Fagi (Penyunting). Badan Litbang Pertanian. Jakarta.
- Andersen, T., T. Briseid, T. Nesbakken, J. Ormerod, R. Sirevag, dan M. Thorud. 1983. Mechanisms of Synthesis of 5-Aminolevulinate in Purple, Green and Blue-Green Bacteria. *FEMS Microbiology Letters*. 19 : 303–6.
- Andini, S.N., dan R.N. Sesanti. 2018. Upaya Mempercepat Perkecambahan Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) dan Kopi Robusta (*Coffea canephora* var. robusta) dengan Menggunakan Air Kelapa. *Jurnal Wacana Pertanian*. 14(1) : 10–16.
- Anggreani, Karlisa. 2017. Studi Stimulasi Perkecambahan dan Pertumbuhan Kecambah Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Varietas Inpari 30 dengan Ekstrak Air Bawang Merah (*Allium cepa* L.). Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung.
- Aristiawan, Rifai. 1999. Kajian Kebutuhan Intensitas Cahaya Oleh Bakteri Fotosintetik Anoksigenik pada Kultivasi Menggunakan Media Kompleks. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Astuti, W., A. Jamali, dan M. Amin. 2006. Desalinitas Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ), in *Desalinitas Air Payau Menggunakan Surfactant Modified Zeolite (SMZ)*. ISBN : 9791521301
- Badan Litbang Pertanian Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2017. <http://www.litbang.pertanian.go.id/berita/one/2017/>. Diakses pada tanggal 3 November 2018 pukul 13.25 WIB.

- Brock, T.D., dan M. T. Madigan. 1991. *Biology of Microorganisms*. Ed. Ke-6. Prentice Hall. New Jersey.
- Calvano, D.D., F. Italiano, L. Catucci, A. Agostiano, T.R.I. Cataldi, F. Palmisano, dan T. Massimo. 2014. The lipidome of the photosynthetic bacterium *Rhodobacter sphaeroides* R26 is affected by cobalt and chromate ions stress. *Biometals*. 27 : 65–73. doi: 10.1007/s10534-013-9687-2.
- Christianto, E. 2013. Faktor yang Memengaruhi Volume Impor Beras di Indonesia. *Jurnal JIBEKA* 7(2) : 38–43.
- Djukri. 2009. Cekaman Salinitas Terhadap Pertumbuhan Tanaman dalam *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*. 49–55.
- Edwardson, C. F., B.P. Friedrich, dan J.T. Hollibaugh. 2014. Transformation of monothioarsenate by haloalkaliphilic, anoxygenic photosynthetic purple sulfur bacteria. *FEMS Microbiology Ecology*. 90 : 858–868. <https://doi.org/10.1111/1574-6941.12440>.
- Elbadry, M. dan K. Elbana. 1999. Response of Four Rice Varieties to *Rhodobacter capsulatus* at Seedling Stage. *World Journal of Microbiology & Biotechnology* 15 : 363–367.
- Feng, Y., P. Grogan, J.G. Caporaso, H. Zhang, X. Lin, R. Knight, H. Chu. 2014. Soil Biology & Biochemistry pH is a Good Predictor Of The Distribution Of Anoxygenic Purple Phototrophic Bacteria In Arctic Soils. *Soil Biology And Biochemistry*. 74 : 193–200.
- Firmansyah, F., N.H. Sadi, dan O. Komala. 2012. Isolasi dan Uji Aktivitas Bakteri Ungu Sulfur Penurun Kadar Senyawa Hidrogen Sulfida di Perairan Tawar.
- Follet, R.H., L.S. Murphy, dan R L. Donahue. 1981. *Fertilizers and soil amendments*. New Yersey. Prentice-Hall.
- Fitri, H. 2009. Uji Adaptasi Beberapa Padi Ladang (*Oryza Sativa* L.). *Skripsi*. Universitas Sumatra Utara. Medan.

- Gamal-Eldin, H., dan K. Elbana. 2011. Field evidence for the potential of *Rhodobacter capsulatus* as biofertilizer for flooded rice. *Current Microbiology*. 62(2) : 391–395. doi: 10.1007/s00284-010-9719-x.
- Gordon, G.C., dan J.B. Mckinlay. 2014. Calvin Cycle Mutants of Photoheterotrophic Purple Nonsulfur Bacteria Fail To Grow Due to an Electron Imbalance Rather than. *Journal of Bacteriology*. 196(6) : 1231–1237. doi: 10.1128/JB.01299-13.
- Hardjodinomo, Soekirno. 1987. *Bertanam Padi*. Binacipta. Bandung.
- Harjadi, S.S., dan S. Yahya. 1988. *Fisiologi Stres Tanaman*. PAU IPB. Bogor.
- Hotta, Y., T. Tanaka, H.Takaoka, Y. Takeuchi, dan M. Konnai. 1997. Promotive Effects of 5-Aminolevulinic Acid on the Yield of Several Crops. *Plant Growth Regulation* 22 : 109–14.
- Hotta, Y., T. Tanaka, H.Takaoka, dan Y. Takeuchi. 1997. New Physiological Effects of 5-Aminolevulinic Acid in Plants : The Increase of Photosynthesis, Chlorophyll Content, and Plant Growth. *Biosci Biotech Biochem* 61(12) : 2025–28.
- Imhoff, Johannes F., S. Jorg, A. Hiraishi. 2005. *Anoxygenic Phototropic Purple Bacteria*. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. John Wiley & Sons, Inc., in association with Bergey's Manual Trust. Doi : 10.1002/9781118960608.bm00002.
- Kantha, T., C. Chaiyasut, D. Kantachote, S. Sukrong, dan A. Muangprom. 2012. Synergistic Growth Of Lactic Acid Bacteria And Photosynthetic Bacteria For Possible Use As A Bio-Fertilizer. *African Journal Of Microbiology Research*. 6(3): 504–11.
- Kantha, T., D. Kantachote, dan N. Klongde. 2015. Potential of biofertilizers from selected *Rhodopseudomonas palustris* strains to assist rice (*Oryza sativa* L. subsp. indica) growth under salt stress and to reduce greenhouse gas emissions. *Ann Microbiol*. doi: 10.1007/s13213-015-1049-6.
- Karyaningsih, S., dan Samijan. 2017. Uji Adaptasi Varietas Padi Toleran Salin Di Lahan Sawah Terdampak Kadar Garam Di Kabupaten Kendal. *Semnas*

BAPPEDA Provinsi Jawa Tengah. 258–266.

- Kaya, M. E., dan H. Rehatta. 2013. Pengaruh Perlakuan Pencelupan dan Perendaman Terhadap Perkecambahan Benih Sengon (*Paraserianthes falcataria* L.). *Jurnal Agrologia*. 2(1) : 10–16.
- Kobayoshi, M., dan M. Kobayoshi. 1995. *Waste Remediation and Treatment Using Anoxygenic Phototropic Bacteria*. page 1269-1270. Kluwer Academic Publishers. Printed in The Netherlands.
- Merugu, R., M.P.P. Rudra, S. Girisham, dan S.M. Reddy. 2012. Effect Of Bioinoculation Of Rhodobacter Capsulatus Ku002 On Two Rice Varieties Of India. *International Journal Of Applied Biology And Pharmaceutical Technology* 3(1) : 373–75.
- Merugu, R., Y. Prashanthi., T. Sarojini dan N. Badgu. 2014. Bioremediation of Waste Waters by the Anoxygenic Photosynthetic Bacterium Rhodobacter sphaeroides SMR 009. *International Journal of Research in Environmental Science and Technology*. 4 : 16–19.
- Nunkaew, T., D. Kantachote, T. Nitoda, dan H. Kanzaki. 2014. Selection Of Salt Tolerant Purple Nonsulfur Bacteria Producing 5-Aminolevulinic Acid (Ala) And Reducing Methane Emissions From Microbial Rice Straw Degradation. *Applied Soil Ecology* 86 : 113–20.
- Overmann, Jorg. 2001. *Green Sulfur Bacteria*. Bergey's Manual of Systematics of Archaea and Bacteria. John Wiley & Sons, Inc., in association with Bergey's Manual Trust. Doi : 10.1002/9781118960608.gbm00378.
- Pavitra, B.V., M.N. Sreenivasa, V.P. Savalgi, dan G. Shirnalli. 2014. Isolation Of Potential Phototropic Purple Non-Sulphur Bacteria in Paddy and Their Effects On Paddy Seedlings in Hydroponic Cultur. *African Journal Of Microbiology Research* 9(11) : 814-820.
- Pfennig N., dan H.G. Truper. 1989. In: *Staley JT, Bryant MP, Pfennig N, Holt JG (eds) Bergey's manual of systematic bacteriology*. vol 3. Williams and Wilkins. Baltimore. p. 1635.

- Rinanto, H., N. Azizah, dan M. Santosa. 2014. Pengaruh Aplikasi Kombinasi Biourine dengan Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman* 3(7): 581–89.
- Sadi, N.H., M. Maghfiroh, dan T. Widiyanto. 2016. Potential Use of Purple Bacteria as Carotenoid Source in Ornamental Fish Feed, in *ISTB (International Seminar on Tropical Bioresources for Sustainable Bioindustries) 2013 Proceeding* . ISBN 978-602-7861-30-5 : 11.
- Sadjad, S., E. Muniarti, dan E. Ilyas. 1999. Parameter Pengujian Vigor Benih Komparatif ke Simulatif. PT Grasindo. Jakarta.
- Sanchez, P.A. 1992. *Sifat dan Pengelolaan Tanah Tropika*. Penerbit ITB. Bandung.
- Saraswati, N. L. G. R. A., I. W. Arthana, dan I. G. Hendrawan. 2017. Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut, *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 3(2) : 163–170.
- Sasaki, K., I. Satoshi, Y. Nishizawa, H. Mitsunor. 1987. Production of 5-Aminolevulinic Acid by Photosynthetic Bacteria. *Journal of Fermentation Technology*. 65(5) : 511-515. [https://doi.org/10.1016/0385-6380\(87\)90109-9](https://doi.org/10.1016/0385-6380(87)90109-9).
- Sasaki, K., T. Tanaka, Y. Nishizawa, dan M. Hayashi. 1990. Production of a Herbicide, 5-Aminolevulinic Acid, by *Rhodobacter Sphaeroides* Using the Effluent of Swine Waste from an Anaerobic Digester. *Appl Microbiol Biotechnol*. 32 : 727–731.
- Sasaki, K., M. Watanabe, T. Tanaka, dan T. Tanaka. 2002. Biosynthesis, Biotechnological Production and Applications of 5-Aminolevulinic Acid. *Appl Microbiol Biotechnol*. 58 : 23–29. <https://doi.org/10.1007/s00253-001-0858-7>.
- Schlegel, H.G., dan K. Schmidt. 1994. *Mikrobiologi umum*. Edisi keenam Yogyakarta. Gadjah Mada University Press. Halaman 425-450.

Sembiring, H., dan A. Gani. 2010. *Adaptasi Varietas Padi Pada Tanah Terkena Tsunami*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. Jakarta.

Siregar, H. 1981. *Budidaya Tanaman Padi Indonesia*. Sastra Hudaya. Bogor.

Sipayung, Rosita. 2003. Stres Garam dan Mekanisme Toleransi Tanaman. Fakultas Pertanian. Jurusan Budidaya Pertanian Universitas Sumatera Utara. USU digital Library.

Suhartatik, E., dan A.K. Makarim. 2008. Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi. <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/publikasi/artikel-ilmiah/content/item/190-morfologi-dan-fisiologi-tanaman-padi>. Diakses pada 3 November 2018 pukul 13.56 WIB.

Sumartono, B.S. dan Hardjono. 1980. *Bercocok Tanam Padi*. CV. Yasaguna. Jakarta. halaman 56.

Suryani, Siti. I. 1998. Pengaruh Pemakaian Bakteri Fotosintetik Anoksigenik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Padi. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.

Sutrisna, R., C.N. Ekowati, dan D. Rahmawati. 2013. Uji Daya Hambat Isolat Bakteri Asam Laktat Usus Itik (*Anas domestica*) pada Bakteri Gram Positif dan Pola Pertumbuhan Isolat Bakteri Usus Itik pada Media MRS Broth. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 13(1) : 52-59. ISSN 1410-5020.

Swastika, D.K.S., J. Wargiono, Soejitno, dan A. Hasanuddin. 2007. Analisis Kebijakan Peningkatan Produksi Padi Melalui Efisiensi Pemanfaatan Lahan Sawah di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian* 5(1) : 36-52.

Tjitrosoepomo, G. 1994. *Taksonomi Tumbuhan*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Tripetch, P., C. Borompichaichartkul, dan G. Srzednicki. 2013. Promoting radish and carrot seed germination using 5-aminolevulinic acid extract from *Rhodobacter* spp., in *Acta Horticulturae*. 339-342.

Wahab, Ismail. 2018. Deskripsi Varietas 2018. <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/publikasi/buku/content/item/869-deskripsi-varietas-2018>.

Diakses pada 3 November 2018 pukul 14.18 WIB.

- Widiyanto, T. 1996. Bakteri Fotosintetik Anoksigenik sebagai biokondisioner di tambak udang: Pengurangan produksi H₂S dan pengaruhnya pada pertumbuhan *Vibrio harveyi*. *Magister thesis*. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wu, W., E. D. Swanner, L. Hao, F. Zeitvogel, M. Obst, Y. Pan, dan A. Kappler. 2014, Characterization of the physiology and cell–mineral interactions of the marine anoxygenic phototrophic Fe(II) oxidizer *Rhodovulum iodosum* : Implications for Precambrian Fe(II) oxidation. *FEMS Microbiology Ecology*. 88 : 503–515, doi: 10.1111/1574-6941.12315.
- Yoshida, S. 1981. *Fundamentals of Rice Crop Science*. The International Rice Research Institute. Los Banos. Laguna. Philippines.
- Yunita, Rosa. 2014. Metode Pembentukan Varietas Padi Toleran Salinitas dan Mekanisme Toleransinya. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 33(4) : 165-171.
- Zhang, Z. J., H. Z. Li, W. J. Zhou, Y. Takeuchi, dan K. Yoneyama. 2006. Effect of 5-Aminolevulinic Acid on Development and Salt Tolerance of Potato (*Solanum Tuberosum* L.) Microtubers In Vitro. *Plant Growth Regulation*. 49 : 27–34. <https://doi.org/10.1007/s10725-006-0011-9>.