

**SKRIPSI**

**APLIKASI BAKTERI *METANOTROF* PADA BERBAGAI DOSIS PUPUK  
NPK TERHADAP PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI SAWAH  
(*Oryza sativa* L.)**

**JAMALUDDIN**

**G011 17 1557**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**SKRIPSI**

**APLIKASI BAKTERI *METANOTROF* PADA BERBAGAI DOSIS PUPUK  
NPK TERHADAP PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI SAWAH  
(*Oryza sativa* L.)**

**Disusun dan diajukan oleh**

**JAMALUDDIN**

**G011 17 1557**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2022**

**APLIKASI BAKTERI *METANOTROF* PADA BERBAGAI DOSIS PUPUK  
NPK TERHADAP PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI SAWAH**

*(Oryza sativa L.)*

**JAMALUDDIN**

**G011 17 1557**

**Skripsi Sarjana Lengkap  
Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**Pada  
Departemen Budidaya Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin  
Makassar**

**Makassar, 1 Maret 2022**

**Menyetujui :**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

**Prof. Dr. Ir. H. Ambo Ala, MS.**  
NIP. 19541231 198102 1 006

**Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc.**  
NIP. 19600222 198503 1 002

**Mengetahui  
Ketua Departemen Budidaya Pertanian**

**Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si**  
NIP. 19591103 199103 1 002

**LEMBAR PENGESAHAN**

**APLIKASI BAKTERI *METANOTROF* PADA BERBAGAI DOSIS PUPUK  
NPK TERHADAP PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PADI SAWAH  
(*Oryza sativa* L.)**

**Disusun dan Diajukan oleh**

**JAMALUDDIN**

**G011 17 1557**

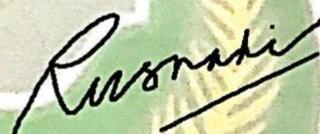
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal 1 Maret 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

**Menyetujui,**

**Pembimbing I**

**Pembimbing II**

  
**Prof. Dr. Ir. H. Ambo Ala, MS.**  
**NIP. 19541231 198102 1 006**

  
**Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc.**  
**NIP. 19600222 198503 1 002**

**Ketua Program Studi**

  
**Dr. Ir. Abd Haris B., M.Si.**  
**NIP. 19670811 199403 1 003**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : JAMALUDDIN  
NIM : G011171557  
Program Studi : AGROTEKNOLOGI  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa tulisan saya yang berjudul

**“Aplikasi Bakteri *Metanotrof* Pada Berbagai Dosis Pupuk NPK Terhadap Peningkatan Produktivitas Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya dari orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 1 Maret 2021

Yang menyatakan

  
  
Jamaluddin

## ABSTRAK

**JAMALUDDIN (G011171557).** Aplikasi Bakteri *Metanotrof* Pada Berbagai Dosis Pupuk NPK Terhadap Peningkatan Produktivitas Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). Dibimbing oleh **Ambo Ala** dan **Rusnadi Padjung**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mempelajari efisiensi bakteri *metanotrof* dan efektifitas pupuk NPK dalam pertanaman padi sawah. Penelitian ini dilaksanakan di lahan persawahan Kecamatan Tellu Limpoe, Kabupaten Sidenreng-Rappang, Sulawesi Selatan pada bulan Juni sampai dengan Agustus 2020. Penelitian ini dilaksanakan dalam bentuk percobaan dalam Rancangan Petak Terpisah (RPT), dimana petak utama adalah pupuk NPK yang terdiri atas 4 taraf yaitu kontrol (tanpa perlakuan NPK), 187,5 kg/ha, 250 kg/ha, dan 312,5 kg/ha, sedangkan anak petak adalah koloni bakteri *metanotrof* yang terdiri atas 4 taraf perlakuan yaitu kontrol (tanpa perlakuan bakteri *metanotrof*),  $10^6$  CFU/mL,  $10^7$  CFU/mL dan  $10^8$  CFU/mL dengan 16 kombinasi perlakuan, masing-masing kombinasi perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 48 unit percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi antara perlakuan koloni bakteri *metanotrof*  $10^8$  CFU/mL dan dosis pupuk NPK 312,5 kg/ha memiliki rata-rata tinggi tanaman tertinggi yaitu 108,73 cm. Perlakuan koloni bakteri *metanotrof*  $10^8$  memberikan rata-rata hasil terbaik yaitu pada parameter Panjang malai 25,89 cm, bobot 100 butir dengan 3,39 g, hasil gabah kering giling per petak dengan 4,36 kg dan produksi per hektar dengan 3,64 ton/ha. Perlakuan dosis pupuk NPK 312,5 kg/ha memberikan rata-rata hasil terbaik yaitu pada parameter Jumlah anakan produktif dengan 12,02 batang, bobot 100 butir dengan 3,38 g, hasil panen per petak dengan 7,20 kg, hasil gabah kering giling per petak dengan 5,47 kg dan produksi per hektar dengan 4,56 ton/ha. Sedangkan Perlakuan dosis pupuk NPK 250 kg/ha memberikan pengaruh terbaik pada parameter jumlah anakan dengan 14,56 batang.

Keywords: *Padi, Metanotrof, NPK*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Aplikasi Bakteri *Metanotrof* Pada Berbagai Dosis Pupuk NPK Terhadap Peningkatan Produktivitas Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)” yang sekaligus menjadi syarat untuk menyelesaikan studi di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin. Semoga shalawat serta salam juga selalu tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak jarang penulis menemukan kesulitan dan hambatan, namun berkat dorongan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, walaupun masih terdapat banyak kekurangan. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya. Atas perhatian dari semua pihak yang membantu penulisan ini saya ucapkan terima kasih kepada:

1. Ayahanda Pamassangi dan Ibunda Rosmiati, beserta Kakanda Sainu yang selalu memberikan bantuan yang sangat besar, dukungan, doa, perhatian, serta kasih sayang kepada penulis yang tak ternilai dan tak pernah usai.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Ambo Ala, MS selaku pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc. selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan, banyak arahan dan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.
3. Bapak Dr.Ir. Amir Yassi, M.Si., Bapak Ir. Rinaldi Sjahril, M.Agr., Ph.D. dan Ibu Ir. Ifayanti Ridwan Saleh, S.P., M.P selaku dosen penguji yang telah

memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

4. Bapak Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si. selaku ketua Departemen Budidaya Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, beserta seluruh dosen dan staf pegawai khususnya Ibu Astina Tambung, S Si. atas segala bantuan yang telah diberikan.
5. Bapak Mursalim dan seluruh Staf Pegawai kantor BPP Tellulimpoe, Uwae Langi serta para Petani Tellulimpoe yang telah banyak membantu dalam melaksanakan penelitian sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
6. Teman-teman terkhusus kepada saudara Reno Rinaldi S.P. dan Nur Pratiwa S.P. yang telah bersama melakukan penelitian. Kepada Faradillah Yakub S.P. , Muh. Faried S.P., Uzair Moch Syaputra S.P., Anggi Anugrah S.P., Wastita Rahmi S.P., Dian Eka Safitri S.P., Aini Mulyani Rahman dan teman- teman Agroteknologi 2017 yang tidak bisa disebutkan satu persatu.
7. Kepada teman-teman Kaliptra, BPT FMA, HIMAGRO, A2kt, BTP dan Royal Spring Squad serta teman-teman di Relawan Pendidikan Indonesia yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Kepada segenap pihak-pihak yang tidak sempat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak berjasa dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Makassar, 1 Maret 2022

**Penulis**

## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Hipotesis .....	4
1.3. Tujuan dan Kegunaan .....	5
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1. Tanaman Padi .....	6
2.2. Budidaya Padi Sawah.....	8
2.3. Bakteri <i>Metanotrof</i> .....	9
2.4. Pupuk Anorganik .....	11
<b>BAB III. METODOLOGI .....</b>	<b>13</b>
3.1. Tempat dan Waktu .....	13
3.2. Alat dan Bahan .....	13
3.3. Metode Penelitian .....	13
3.4. Pelaksanaan Penelitian .....	14
3.5. Parameter Pengamatan .....	16
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>19</b>
4.1 Hasil .....	19
4.2 Pembahasan .....	27
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>35</b>

## DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Rata-rata tinggi tanaman (cm) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	18
2.	Rata-rata jumlah anakan (batang) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	19
3.	Rata-rata jumlah anakan produktif (batang) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	20
4.	Rata-rata jumlah panjang malai (cm) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	21
5.	Rata-rata bobot 100 butir (g) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	23
6.	Rata-rata hasil panen per petak (kg) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	24
7.	Rata-rata hasil gabah kering giling per petak (kg) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	25
8.	Rata-rata produksi per hektar (ton/ha) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	26

## LAMPIRAN TABEL

No.	Teks	Halaman
1a.	Rata-rata tinggi tanaman padi (cm) .....	35
1b.	Sidik ragam data hasil rata-rata tinggi tanaman padi (cm) .....	35
2a.	Rata-rata jumlah anakan padi (batang).....	36
2b.	Sidik ragam data hasil rata-rata jumlah anakan padi (batang) .....	36
3a.	Rata-rata jumlah anakan produktif padi (batang).....	37
3b.	Sidik ragam data hasil rata-rata jumlah anakan produktif padi (batang) .....	37
4a.	Rata-rata panjang malai padi (cm) .....	38
4b.	Sidik ragam data hasil rata-rata panjang malai padi (cm) .....	38
5a.	Rata-rata presentase gabah berisi padi (%) .....	39
5b.	Sidik ragam data hasil rata-rata presentase gabah berisi padi (%) .....	39
6a.	Rata-rata bobot 100 butir padi (g) .....	40
6b.	Sidik ragam data hasil rata-rata bobot 100 butir padi (g) .....	40
7a.	Rata-rata hasil panen per petak padi (kg) .....	41
7b.	Sidik ragam data hasil rata-rata hasil panen per petak padi (kg) .....	41
8a.	Rata-rata hasil gabah kering giling per petak padi (kg) .....	42
8b.	Sidik ragam data hasil rata-rata hasil gabah kering giling per petak padi (kg) .....	42
9a.	Rata-rata produksi per hektar padi (kg) .....	43
9b.	Sidik ragam data hasil rata-rata produksi per hektar padi (kg) .....	43

## DAFTAR GAMBAR

No	Teks	Hal
1.	Rata-rata presentase gabah berisi (%) pada perlakuan dosis pupuk NPK dan koloni bakteri <i>metanotrof</i> .....	22

## Lampiran

1.	Denah percobaan penelitian di lapangan .....	44
2.	Deskripsi Varietas Padi.....	45
3.	Pelaksanaan dan pengamatan penelitian.....	46

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Tanaman Padi merupakan komoditas tanaman pangan penghasil beras yang memegang peranan penting dalam kehidupan ekonomi Indonesia. Permintaan beras terus meningkat seiring bertambahnya penduduk di Indonesia. Keberadaan beras menjadi prioritas utama masyarakat dalam memenuhi kebutuhan asupan karbohidrat yang dapat mengenyangkan dan merupakan sumber karbohidrat utama yang mudah diubah menjadi energi.

Jumlah kebutuhan beras yang tinggi setiap tahunnya hingga diperlukan 65,9 juta ton gabah kering giling pada tahun 2025 merupakan tantangan yang tidak mudah. Hal ini disebabkan sejumlah kendala dalam budidaya tanaman padi seperti penurunan produktivitas lahan, tingginya laju konversi lahan pertanian ke non-pertanian, serta terjadinya degradasi kualitas sumber daya alam akibat dari proses pembangunan yang tidak ramah lingkungan (Syukhril,2014).

Nitrogen merupakan salah satu unsur hara penting bagi pertumbuhan tanaman. Bakteri *Metanotrof* memiliki kemampuan untuk memfiksasi nitrogen di udara, sehingga dapat digunakan sebagai sumber nitrogen alternatif di lahan sawah. Selain itu, bakteri *metanotrof* merupakan bakteri pengoksidasi metana yang memanfaatkan CH<sub>4</sub> sebagai donor elektron untuk menghasilkan energi dan sebagai sumber karbonnya. Aktivitas oksidasi metana oleh bakteri metanotrof mampu menurunkan 80% metana yang diproduksi oleh bakteri metanogen di lahan sawah (Etty, 2018).

Penggunaan pupuk yang efisien merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produksi dan produktivitas padi. Pemberian pupuk NPK ditujukan untuk memenuhi kebutuhan tanaman agar dapat tumbuh dengan optimal sehingga menghasilkan produksi yang maksimal. Hara N, P, dan K merupakan hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah banyak. Hara N dalam tanaman berfungsi sebagai pembentuk zat hijau daun (klorofil) dan unsur pembentuk protein. Hara P yang berfungsi sebagai penyimpan dan transfer energi, merupakan komponen penting dalam asam nukleat, koenzim, nukleotida, fosfoprotein, fosfolipid dan gula fosfat. Hara K berfungsi dalam pembentukan pati, mengaktifkan enzim dan katalisator penyimpanan hasil fotosintesis (Hartatik, 2015).

Nutrisi tanaman tergantung pada ketersediaan dan serapan unsur hara makro dan mikro terkandung di dalam tanah. Nitrogen (N) bertanggung jawab untuk perkembangan luas daun dan merupakan elemen mineral utama yang digunakan dalam pemupukan pertanian. Kelebihan ataupun kekurangan unsur hara nitrogen memiliki dampak negatif bagi tanaman seperti peningkatan kerentanan terhadap serangan hama dan pathogen, terjadi penurunan kualitas nutrisi pada hasil panen. Untuk meminimalisir terjadinya hal tersebut maka dibutuhkan pemberian dosis pupuk nitrogen yang efektif sesuai dengan kebutuhan tanaman (Vicente et al, 2014).

Selain nitrogen, fosfor merupakan hara yang penting dan sangat diperlukan tanaman padi sejak awal pertumbuhan. P berfungsi memacu pembentukan akar dan penambahan jumlah anakan, disamping itu juga mempercepat pembungaan dan pemasakan gabah (Doberman dan Fairhust, 2000).

Penggunaan pupuk kalium dengan jenis dan komposisi yang tepat diharapkan dapat mempengaruhi pertumbuhan serta meningkatkan produksi padi. Peran K pada tanaman berkaitan erat dengan proses biofisika dan biokimia. Dalam proses biofisika, K berperan penting dalam mengatur tekanan osmosis dan turgor, yang pada gilirannya akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan sel serta membuka dan menutupnya stomata. Gangguan pada pembukaan dan penutupan stomata akibat tanaman kahat (*deficiency*) K akan menurunkan aktivitas fotosintesis karena terganggunya pemasukan CO<sub>2</sub> ke daun. Tanaman yang cukup K dapat mempertahankan kandungan air dalam jaringannya, karena mampu menyerap lengas dari tanah dan mengikat air sehingga tanaman tahan terhadap cekaman kekeringan (Subandi, 2013).

Penggunaan pupuk anorganik berlebihan akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan oleh karena itu dibutuhkan dosis yang tepat untuk pertumbuhan padi yang optimum dan tidak menambahkan pencemaran lingkungan

Lahan sawah yang menghasilkan gas metan CH<sub>4</sub> dipandang sebagai salah satu sumber emisi gas rumah kaca (GRK). Sektor pertanian memberikan kontribusi 5% dari total emisi GRK nasional dan 46,2% berasal dari lahan sawah (Environmental Ministry 2010). Peningkatan konsentrasi GRK menyebabkan pemanasan global yang diperkirakan meningkatkan frekuensi dan intensitas kejadian iklim ekstrem. Sebagai negara kepulauan yang beriklim tropis, Indonesia berada pada posisi yang rentan terhadap perubahan iklim. Berbagai dampak perubahan iklim tersebut antara lain adalah kenaikan suhu dan perubahan musim, naiknya permukaan air laut, punahnya beberapa spesies flora dan fauna yang

terdapat di hutan, terancamnya ketahanan pangan, dan meningkatnya frekuensi penyakit tropis seperti malaria dan demam berdarah (Wihardjaka, 2015).

Metanotrof merupakan bakteri gram negatif yang bersifat aerobik yang mampu mengoksidasi metana menjadi CO<sub>2</sub> dan bakteri tersebut menggunakan metana sebagai sumber karbon dan energinya (Dubey 2005). Bakteri metanotrof dapat hidup di tanah sawah maupun di dalam tanaman padi sebagai endofit dan filofit. Bakteri endofit merupakan mikroorganisme simbiotik yang hidup di dalam jaringan tanaman dan tidak menimbulkan efek negatif pada tanaman inangnya (Mano dan Morisaki 2008). Umumnya bakteri endofit masuk ke dalam jaringan tanaman melalui akar, stomata dan lentikula. Bakteri metanotrof endofit padi menggunakan CH<sub>4</sub> yang berdifusi ke dalam jaringan pembuluh tanaman padi untuk pertumbuhannya. Kemampuan bakteri metanotrof dalam mengoksidasi CH<sub>4</sub> dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan untuk menurunkan emisi gas metan di lahan sawah Mano *et al.* (2007).

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui dan mempelajari efisiensi bakteri *metanotrof* dan efektifitas pupuk NPK terhadap peningkatan produktivitas padi sawah.

## **1.2 Hipotesis**

Hipotesis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara bakteri *metanotrof* dengan dosis pupuk NPK yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produktivitas padi sawah.
2. Terdapat koloni bakteri *metanotrof* yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produktivitas padi sawah.

3. Terdapat dosis pupuk NPK yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produktivitas padi sawah.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui dan mempelajari efisiensi bakteri *metanotrof* dan efektifitas pupuk NPK dalam peningkatan produktivitas padi sawah.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tanaman Padi**

##### 2.1.1 Taksonomi Padi

Menurut data *United States Department of Agriculture* (2012), tanaman padi dalam sistematika tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotiledoneae
Ordo	: poales
Famili	: Graminae
Genus	: <i>Oryza</i>
Species	: <i>Oryza sativa L.</i>

##### 2.1.2 Morfologi Padi

Padi merupakan tanaman semusim dengan sistem perakaran serabut. Akar primer (radikula) yang tumbuh sewaktu berkecambah bersama akar-akar lain yang muncul dari janin dekat bagian buku skutellum disebut akar seminal. Akar seminal kemudian digantikan oleh akar sekunder yang tumbuh dari buku terbawah batang. Akar ini disebut adventif atau akar buku karena tumbuh dari bagian tanaman yang bukan embrio. Bagian akar yang telah dewasa dan telah mengalami perkembangan berwarna coklat, sedangkan akar yang masih muda berwarna putih (Suhartatik, 2010).

Daun padi terdiri dari helai daun yang berbentuk memanjang seperti pita dan pelepah daun yang menyelubungi batang. Pada perbatasan antara helai daun dan upih terdapat lidah daun. Panjang dan lebar dari helai daun tergantung kepada varietas padi yang ditanam dan letaknya pada batang. Daun ketiga dari atas biasanya merupakan daun terpanjang. Daun bendera mempunyai panjang daun terpendek dan dengan lebar daun yang terbesar. Banyak daun dan besar sudut yang dibentuk antara daun bendera dengan malai, tergantung kepada varietas- varietas padi yang ditanam. Besar sudut yang dibentuk dapat kurang dari  $90^0$  atau lebih dari  $90^0$  (Norsalis, 2011).

Bunga padi adalah bunga telanjang artinya mempunyai perhiasan bunga. Berkelamin dua jenis dengan bakal buah yang diatas. Jumlah benang sari ada 6 buah, tangkai sarinya pendek dan tipis, kepala sari besar serta mempunyai dua kandung serbuk. Putik mempunyai dua tangkai putik dengan dua buah kepala putik yang berbentuk malai dengan warna pada umumnya putih atau ungu (Hanum, 2008).

Buah padi yang sehari-hari kita sebut biji padi atau bulir/gabah, sebenarnya bukan biji melainkan buah padi yang tertutup oleh lemma dan palea. Lemma dan palea serta bagian lain akan membentuk sekam atau kulit gabah, lemma selalu lebih besar dari palea dan menutupi hampir  $2/3$  permukaan beras, sedangkan sisi palea tepat bertemu pada bagian sisi lemma. Gabah terdiri atas biji yang terbungkus sekam. Sekam terdiri atas gluma rudimenter dan sebagian dari tangkai gabah (*pedicel*) (Suhartatik, 2010)

## 2.2 Budidaya Padi Sawah

Tanaman Padi sawah merupakan komoditas pangan yang penting bagi manusia, karena merupakan salah satu sumber makanan pokok sebagian besar penduduk dunia. Kebutuhan akan beras cenderung meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dunia termasuk Indonesia.

Intensifikasi lahan terutama tanah-tanah sawah dalam upaya peningkatan produksi padi dengan mengutamakan pemakaian pupuk kimia dan kurang memperhatikan penggunaan bahan organik, membuat banyak tanah sawah telah berkurang kesuburannya. Salah satu indikator penurunan kesuburan tanah adalah dari kadar C-organiknya. Hasil analisis Balai Penelitian Tanah, yang menghimpun 1.577 contoh tanah sawah yang tersebar di seluruh Indonesia, menunjukkan bahwa dari 8,1 juta ha lahan sawah, sekitar 65% tanah sawah mempunyai kandungan C-organik rendah sampai sangat rendah (C-organik < 2%), dan hanya 35% yang mempunyai kandungan C-organik > 2 % (Kasno *et al.*, 2000).

Pengembangan padi sawah biasa ditanam pada lahan sawah dengan ciri tanah berlempung yang berat atau tanah yang memiliki lapisan keras sekitar 30 cm di bawah permukaan tanah, menghendaki tanah berlumpur yang subur dengan ketebalan berkisar 18-22 cm, keasaman tanah berkisar diantara pH 4,0-7,0. Pada padi sawah, karakteristik lainnya dapat diketahui secara langsung melalui penggenangan atau pengairan yang akan mengubah pH tanah sehingga sesuai dengan karakteristik tanaman padi.

Tanaman padi dapat tumbuh pada iklim tropis dan subtropis. Tanaman padi tumbuh pada daerah berhawa panas dan banyak mengandung uap air (daerah iklim

panas yang lembab). Curah hujan yang dikehendaki rata-rata 200 mm/bulan dengan distribusi selama 4 bulan. Curah hujan per tahun rata-rata 1500 mm – 2000 mm. Suhu yang dikehendaki untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi adalah 23° C atau lebih. Suhu sangat berpengaruh terhadap pembentukan gabah di mana suhu yang tidak cocok dapat mengakibatkan gabah hampa (Rozen dan Kasim, 2018).

Ketinggian tempat untuk tanaman padi antara 0 sampai dengan 650 m dpl dengan suhu antara 22,5 sampai 26,5<sup>0</sup> C. Daerah antara 650 sampai 1500 m dpl dengan suhu antara 22,5 sampai 18,7<sup>0</sup> C masih cocok untuk tanaman padi. Tanaman padi dapat ditanam dan tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi (Rozen dan Kasim, 2018).

#### **2.4 Bakteri *Metanotrof***

Bakteri *metanotrof* adalah bakteri Gram negatif, bersifat aerob dan menggunakan metan sebagai sumber karbon dan energi (Auman 2001). Karakteristik penting dari *metanotrof* ini ialah memiliki enzim metan monooksigenase yang dapat mengkatalisis metan menjadi metanol. Jenis *metanotrof* yang telah dilaporkan ialah *metanotrof* obligat dan fakultatif. *Metanotrof* obligat hanya tumbuh dengan menggunakan metan (CH<sub>4</sub>) dan metanol (CH<sub>3</sub>OH), sedangkan *metanotrof* fakultatif dapat tumbuh dengan menggunakan senyawa multikarbon seperti etanol dan propanol.

Gas metan (CH<sub>4</sub>) adalah salah satu gas rumah kaca (GRK) yang konsentrasinya di atmosfer semakin meningkat setiap tahun, peningkatan konsentrasi tersebut menyebabkan peningkatan suhu secara global. Gas tersebut

terbentuk pada kondisi anaerob di lahan basah termasuk lahan sawah dan ditentukan oleh aktivitas dua bakteri yang berbeda yang hidup di rhizosfer tanaman padi, yaitu bakteri metanogen sebagai organisme yang berperan dalam pembentukan metan dan bakteri metanotrof yang menggunakan metan sebagai sumber karbonnya. Kehadiran bakteri metanotrof pada daerah rhizosfer tanaman padi sangat dibutuhkan untuk mereduksi metan yang dihasilkan oleh bakteri metanogen sebelum lepas ke atmosfer (Nonci et al, 2015).

Gas metan dapat dimetabolisme oleh bakteri metanotrof karena bakteri ini memiliki sistem enzim spesifik yaitu metan monooksigenase (MMO) yang mampu menambahkan satu atom oksigen ke dalam molekul metan untuk membentuk senyawa metanol. Oksidasi metan tahap pertama oleh enzim MMO menghasilkan metanol, kemudian metanol dehidrogenase mengkatalis reaksi oksidasi metanol menjadi formaldehid. Reaksi selanjutnya yaitu oksidasi formaldehid menjadi format oleh formaldehid dehidrogenase. Asimilasi formaldehid dapat terjadi melalui dua lintasan utama, yaitu lintasan serin atau lintasan ribulosa monophosphat (RuMP) (White, 2008). Lahan sawah yang tergenang dan banyak mengandung metan menyebabkan perbedaan gradien konsentrasi air di sekitar akar dengan ruang antar sel pada akar sehingga  $\text{CH}_4$  terlarut terdifusi ke dalam jaringan-jaringan pembuluh tanaman (Wiryaningtyas, 2011).

Pada pembuluh aerenkim daun, batang, dan akar padi terjadi pertukaran gas dari dalam tanah ke udara. Perbedaan gradien konsentrasi air di sekitar akar dengan ruang antar sel pada akar menyebabkan  $\text{CH}_4$  terlarut terdifusi ke dalam jaringan-jaringan pembuluh. Proses oksidasi metan pada bakteri metanotrof dikatalisis oleh

enzim metan monoksigenase (MMO). Enzim ini mampu memutus ikatan O-O. Satu atom oksigennya akan berikatan dengan metan membentuk metanol, sedangkan atom oksigen yang lain akan direduksi menjadi H<sub>2</sub>O. Terdapat dua jenis enzim metan monoksigenase, yaitu enzim metan monoksigenase terlarut (sMMO) dan enzim metan monoksigenase terikat membran (pMMO) (Wiryaningtyas, 2011).

## **2.5 Pupuk Anorganik**

Peningkatan produksi dari segi budidaya dilakukan dengan pemberian pupuk anorganik terutama pupuk unsur makro tanpa adanya penambahan bahan organik. Penggunaan pupuk kimia yang secara terus menerus tanpa diikuti pemberian pupuk organik dapat menurunkan kualitas sifat fisik, kimia dan biologi tanah. Penambahan bahan organik khususnya pada tanah sawah sangat diperlukan karena, 95% lahan-lahan pertanian di Indonesia mengandung bahan organik kurang dari 1%, padahal batas minimal kandungan bahan organik yang dianggap layak untuk lahan pertanian adalah 4 - 5% (Musnamar, 2006).

Pertanian organik belum dapat diterapkan secara murni. Pada tahap awal penerapan pertanian organik masih perlu dilengkapi dengan pupuk anorganik, hal ini disebabkan karena pada pupuk organik mengandung kadar unsur hara sangat rendah sehingga memerlukan dosis yang sangat tinggi yang menyebabkan kurang ekonomis. Pupuk anorganik masih tetap diperlukan agar takaran pupuk organik tidak terlalu banyak diberikan (Sutanto, 2002).

Pupuk anorganik merupakan pupuk yang dibuat di pabrik secara kimia. Pupuk anorganik dapat dikelompokkan berdasarkan jumlah hara yang menyusunnya, yaitu pupuk tunggal dan pupuk majemuk. Pupuk tunggal merupakan pupuk yang

mengandung hanya satu unsur hara. Contoh pupuk tunggal adalah urea (N), SP-26 (super phospat-unsur P) dan KCl (Kalium Chlorat-unsur K) Sedangkan pupuk majemuk merupakan pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur. Pupuk memenuhi syarat sebagai pupuk majemuk NPK apabila total pupuk N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> dan K<sub>2</sub>O minimal 30%. Contoh pupuk majemuk Phonska 15-15-15, Pelangi 20-10-10, dan Mutiara 16-16-16. Pupuk majemuk juga dapat ditambah dengan hara S, Mg atau unsur hara mikro (Cu dan Zn) (Kasno, 2000).