

**EFEKTIVITAS PUPUK NPK DAN BAKTERI METANOTROF PADA
PERTUMBUHAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)**

**INDAH PURNAMASARI
G011 18 1388**



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

2023

SKRIPSI
EFEKTIVITAS PUPUK NPK DAN BAKTERI METANOTROF PADA
PERTUMBUHAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)

Disusun dan diajukan oleh
Diajukan Untuk Menempuh Ujian Sarjana
Program Studi Agroteknologi Departemen Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin

INDAH PURNAMASARI
G011 18 1388



DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023

EFEKTIVITAS PUPUK NPK DAN BAKTERI METANOTROF PADA
PERTUMBUHAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)

INDAH PURNAMASARI
G011 18 1388

Skripsi Sarjana Lengkap

Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana

Pada

Program Studi Agroteknologi
Departemen Budidaya Pertanian

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

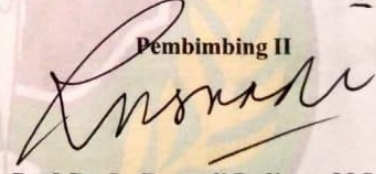
Makassar

Makassar, 02 Februari 2023
Menyetujui:

Pembimbing I


Dr. Ir. Nurlina Kasim, M.Si.
NIP. 19620618 199103 2 001

Pembimbing II


Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padiung, M.Sc.
NIP. 19600222 198503 1 002

Mengetahui:
Kepala Departemen Budidaya Pertanian


Dr. Hari Iswoyo, SP. MA
NIP. 19760508 200501 1 003

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**EFEKTIVITAS PUPUK NPK DAN BAKTERI METANOTROF PADA
PERTUMBUHAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)**

Disusun dan diajukan oleh

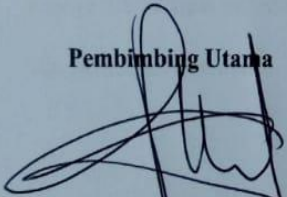
INDAH PURNAMASARI

G011 18 1388

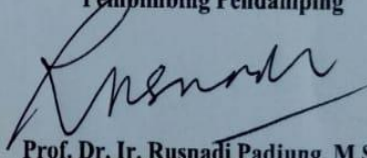
Telah dipertahankan dan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama


Dr. Ir. Nurlina Kasim, M.Si
NIP. 19620618 199103 2 001

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Rusnadi Padiung, M.Sc
NIP. 19600222 198503 1 002

Ketua Program Studi

Dr. H. Abdul Hasis, B. M.Si
NIP. 19670811 199403 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Indah Purnamasari

NIM : G011181388

Program Studi : Agroteknologi

Jenjang : S1

Meyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

“Efektivitas Pupuk NPK dan Bakteri Metanotrof pada Pertumbuhan Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)” Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

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

Makassar, 02 Februari 2023

Indah Purnamasari



ABSTRAK

Indah Purnamasari (G011 18 1388). Efektivitas Pupuk NPK dan Bakteri Metanotrof pada Pertumbuhan Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) dibimbing oleh **Nurlina Kasim dan Rusnadi Padjung.**

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan mengetahui pengaruh dan interaksi dosis pupuk NPK dengan bakteri *metanotrof* terhadap pertumbuhan padi sawah. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Baring, Kecamatan Segeri, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, sejak awal bulan Mei sampai dengan akhir bulan Agustus 2021. Penelitian disusun dalam bentuk percobaan Rancangan Petak Terpisah (RPT). Petak utama yaitu dosis pupuk NPK yang terdiri atas 3 taraf yaitu tanpa pupuk NPK, pupuk NPK dengan dosis 62,5 kg/ha, dan pupuk NPK dengan dosis 125 kg/ha. Anak petak adalah bakteri *metanotrof* dengan lima taraf yaitu tanpa bakteri *metanotrof*, bakteri *metanotrof* asal Gowa, bakteri *metanotrof* asal Maros, bakteri *metanotrof* asal Pangkep, dan bakteri *metanotrof* asal Sidrap. Hasil penelitian menunjukkan bahwa interaksi tanpa pupuk NPK dengan bakteri *metanotrof* asal Gowa terbaik di parameter panjang malai yaitu (23,29 cm). Perlakuan pupuk NPK 125 kg/ha terbaik pada tinggi tanaman 6 MST (66,17 cm), jumlah anakan 6 MST (14,24/batang), jumlah anakan produktif (17,85/batang). Perlakuan pupuk NPK 62,5 kg/ha terbaik pada parameter gabah berisi (1408.81/batang). Perlakuan bakteri *metanotrof* asal Pangkep terbaik pada tinggi tanaman 4 MST (49,13 cm), 6 MST (71,14 cm), 8 MST (92,48 cm), jumlah anakan 8 MST (22,22/batang), dan jumlah anakan produktif (20,56/batang).

Kata Kunci: *Bakteri metanotrof, Padi sawah, Pupuk NPK*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* yang telah memberikan nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul “Pemanfaatan Pupuk NPK dan Bakteri Metanotrof Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)”.

Shalawat serta salam penulis panjatkan kepada baginda tercinta yaitu Nabi Muhammad *Shallallahu alaihi wasallam* yang dinanti-nantikan syafa'atnya di akhirat nanti.

Penulis tentu menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, penulisan skripsi ini tidak akan terselsaikan dengan baik, karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terimah kasih kepada :

1. Kedua orang tua tercinta Ayahanda **Sukardi** dan Ibunda **Kasmi**, saudaraku tercinta **Salmiah**, **Rasmika** dan **Sarmila**, juga kepada ponakanku **Desy Anggriani** serta kepada semua keluarga yang telah mendoakan, memberikan dukungan, motivasi serta kasih sayang kepada penulis.
2. **Dr. Ir. Nurlina Kasim, M.Si.** selaku pembimbing I dan **Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc.** selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan dukungan, masukan, motivasi, serta membimbing penulis dalam sejak penyusunan skripsi hingga penulis menyelesaikan skripsi ini.
3. **Dr. Ir. Hj. Syatrianty A. Syaiful, MS., Prof. Ir. Rinaldi Sjahril, M. Agr, P.hD.,** dan **Dr. Ir. Katriani Mantja, MP.** selaku penguji yang telah

memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

4. **Ibu Asty, pak Inggit**, bapak petani di Pangkep **pak Idris**. Yang sempat membimbing, memberikan motivasi, masukan atas penelitian penulis.
5. Seluruh Staf Pengajar dan Staf Akademik Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin atas setiap ilmu pengetahuan dan segala bentuk jasa yang penulis terima selama kuliah di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin.
6. Kepada teman-teman di kos **Kiki Widya Sari, Sulfiana Abbas, Salsabila Attahira, Asrina, Andi Maya Masita, kak Iis, Ita**, yang senantiasa membantu selama proses penelitian di Pangkep. Penulis bersyukur dipertemukan teman yang baik ada yang rela membantu melakukan pengukuran di lahan dengan panasnya terik matahari.
7. Kepada kakak-kakak, sahabat tercinta dan teman-teman Agroteknologi 2018 yang telah membantu penulis selama penyusunan skripsi hingga selesai, dan juga untuk teman-teman seperbimbingan yang senantiasa memberikan motivasi, bantuan dan selalu menyemangati penulis selama penyusunan skripsi.
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah berjasa memberi segala bantuan, kerjasama, dan dukungan selama penulis melaksanakan penelitian dan menyelesaikan skripsi.

Makassar, Januari 2023

Indah Purnamasari

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Hipotesis Penelitian	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Tanaman Padi.....	7
2.2 Bakteri Metanotrof	8
2.3 Peranan Metanotrof Bagi Tanaman	11
2.4 Pupuk NPK	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Rancangan Penelitian.....	15
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	16
3.5 Teknik Pengambilan Sampel.....	17
3.6 Parameter Pengamatan.....	18
3.7 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil	19
4.2 Pembahasan	28
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	42

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) 4 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	19
2.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) 6 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	20
3.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	21
4.	Rata-rata Jumlah Anakan 4 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	21
5.	Rata-rata Jumlah Anakan 6 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	22
6.	Rata-rata Jumlah Anakan 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	23
7.	Rata-rata Jumlah Anakan Produktif (batang) 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	24
8.	Rata-rata Panjang Malai (cm) dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	25
9.	Rata-rata Gabah Berisi (batang) dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	26

No.	Lampiran	Halaman
1a.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) 4 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	45
1b.	Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman 4 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	45
2a.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) 6 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	4
2b.	Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman 6 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	46
3a.	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	47
3b.	Sidik Ragam Rata-rata Tinggi Tanaman 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	47
4a.	Rata-rata Jumlah Anakan (batang) 4 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	48
4b.	Rata-rata Jumlah Anakan 4 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	48
5a.	Rata-rata Jumlah Anakan (batang) 6 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	49
5b.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Anakan 6 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	49
6a.	Rata-rata Jumlah Anakan (batang) 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	50
6b.	Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Anakan 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	50

7a. Rata-rata Jumlah Anakan Produktif (batang) 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	51
7b. Sidik Ragam Rata-rata Jumlah Anakan Produktif 8 MST dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	51
8a.Rata-rata Panjang Malai (cm) dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	52
8b.Sidik Ragam Rata-rata Panjang Malai dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	52
9a.Rata-rata Gabah Berisi (batang) dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	53
9b.Sidik Ragam Rata-rata Gabah Berisi dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	53
10a.Rata-rata Berat per 100 Biji (g) dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	54
10b.Sidik Ragam Rata-rata Berat per 100 Biji (g) dengan Perlakuan Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	54

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Grafik Rata-Rata Berat per 100 Biji Interaksi Pupuk NPK dan Bakteri <i>Metanotrof</i>	26
2a.	Pengaplikasian Bakteri Metanotrof.....	55
2b.	Pengukuran di Lapangn.....	55
3a.	Pemanenan.....	55
3b.	Pengukuran Pasca Panen.....	56
No.	Lampiran	Halaman
1.	Denah Penelitian di Lapangan	47
2.	Denah Pengambilan Sampel.....	48
3.	Deskripsi Varietas Padi Inpari 32	49

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Beras sebagai hasil olahan padi merupakan salah satu makanan pokok bagi lebih dari separuh penduduk dunia karena mengandung zat gizi yang dibutuhkan tubuh (Mahmud, 2018). Bertambahnya jumlah penduduk dari tahun ke tahun maka Indonesia membutuhkan beras semakin banyak. Jumlah penduduk Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat. Pada tahun 2020, jumlah penduduk Indonesia mencapai 270,2 juta jiwa, dengan laju pertumbuhan penduduk nasional sebesar 1,25% (Badan Pusat Statistik, 2020).

Indonesia adalah importir beras terkemuka di dunia, menyumbang 14% dari total perdagangan beras. Indonesia merupakan produsen beras terbesar ketiga di dunia, dan jumlah penduduk Indonesia yang terus meningkat, sehingga Indonesia masih perlu mengimpor beras dari luar negeri, karena hampir 100% penduduk Indonesia mengonsumsi beras sebagai makanan pokok (Utama, 2015). Kebutuhan beras semakin meningkat dari tahun ke tahun. Di sisi penawaran, produksi beras berfluktuasi secara musiman, sehingga pada suatu saat akan terjadi kelebihan pasokan (musim panen) dan kelebihan permintaan (kelaparan). Situasi ini sering menyebabkan ketidakstabilan pasar (Gurning, 2019).

Meningkatkan produksi merupakan tantangan berkelanjutan dalam konteks memberi makan populasi yang terus bertambah. Salah satu upaya yang dilakukan

adalah penerapan secara intensif terutama pada lahan produktif. Di lahan kering, rendahnya produktivitas lahan akibat erosi tanah dan rendahnya pendapatan petani menjadi kendala utama pembangunan pertanian. Selain itu, penggunaan pupuk anorganik juga merupakan salah satu upaya petani untuk meningkatkan produksi padi. Namun penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan juga dapat merusak lingkungan, yaitu merusak sifat fisik, kimia dan biologi tanah, mencemari tanah, air dan udara, serta menurunkan kualitas pangan (Pratiwi, 2018).

Pupuk merupakan salah satu input utama untuk budidaya padi. Pupuk majemuk (NPK) merupakan pupuk anorganik yang secara efektif dapat meningkatkan tingkat pemanfaatan unsur hara makro (N, P dan K), menggantikan pupuk tunggal seperti Urea, SP-36 dan KCl yang terkadang sulit didapatkan di pasaran dan sangat mahal IPTTP (2000 dalam Sulastri,2012). Rekomendasi pemupukan umum cenderung menghasilkan peningkatan penggunaan pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium, yang menghabiskan unsur hara makro lainnya seperti S, Ca, Mg, serta unsur hara lain seperti Zn, Cu, Mn, dan Mg, jika sisa tanaman tidak dikembalikan atau zat organik seperti besi dan unsur silikon yang bermanfaat tidak digunakan (Sulastri, 2012).

Pemupukan harus berdasarkan anjuran pemupukan berdasarkan batas kecukupan hara. Batas kecukupan hara untuk ekstraksi P dengan HCl 25% adalah < 20, 20 – 40 dan > 40 mg P₂O₅/100 g tanah, masing-masing disebut rendah, sedang dan tinggi (Moersidi, 1991). Hasil Sahara dan Idris, 2005 menunjukkan bahwa untuk memaksimalkan keuntungan, tanah dengan status hara fosfor tinggi harus mengurangi penggunaan pupuk fosfor. Batas kecukupan hara K untuk

ekstraksi padi sawah dengan HCl 25% adalah < 10, 10 – 20 dan > 20 mg K₂O/100 g tanah, masing-masing diklasifikasikan sebagai rendah, sedang dan tinggi.

Untuk pertumbuhan padi yang baik, petani sering cenderung menggunakan pupuk nitrogen yang berlebihan. Cara ini tidak hanya boros, tetapi tanaman peka terhadap hama dan penyakit serta mencemari lingkungan (Balitbangtan 2006). Seiring berkembangnya teknologi, rekomendasi pemupukan N, P, K untuk padi sawah akan lebih didasarkan pada pengujian tanah dengan menilai status hara awal tanah dan kebutuhan hara tanaman. Pengujian N dalam tanah lebih sulit dan kurang berkembang dibandingkan pengujian P dan K karena sekitar 97-99% N dalam tanah berupa senyawa N organik yang ketersediaannya relatif lambat karena bergantung pada laju dekomposisi oleh mikroorganisme (Setyorini et al, 2003).

Aplikasi pupuk nitrogen yang berlebihan dapat menyebabkan efisiensi pemupukan berkurang dan membahayakan tanaman dan lingkungan. Pemanfaatan unsur hara pupuk secara efisien merupakan bagian yang sangat penting dari sistem pertanian padi intensif. Selain meningkatkan efisiensi agronomi, sistem tersebut juga dapat meningkatkan efisiensi ekonomi dan berdampak positif bagi kesehatan lingkungan (karena penggunaan unsur hara/pupuk menjadi lebih rasional dan terkendali) (Soplanit, 2012). Untuk hasil padi yang baik, penting untuk mengatur dosis dan waktu aplikasi nitrogen yang benar. Waktu pemberian dosis pemupukan akan lebih efisien dan efektif karena pupuk nitrogen diberikan hanya pada saat tanaman membutuhkannya. Selain itu, untuk mengurangi

penggunaan pupuk nitrogen diperlukan alternatif lain agar tanaman tetap dapat memperoleh pupuk, namun dengan dosis yang tepat.

Beberapa bakteri yang diketahui dapat meningkatkan hasil padi adalah metanotrof karena kemampuannya dalam mengikat nitrogen. Metanotrof memiliki potensi untuk bertindak sebagai pemfiksasi nitrogen, tumbuh berlimpah di daerah yang kekurangan nitrogen, dan dapat digunakan sebagai sumber nitrogen alternatif di sawah untuk fotosintesis dan fiksasi nitrogen dalam kondisi aerob dan anaerob. Menurut hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Taopan (2019), kombinasi bakteri *metanotrof* dengan pupuk NPK dapat meningkatkan Gabah Kering Panen (GKP) sebesar 7,0 ton/ha pada perlakuan NPK 50% dengan *metanotrof*, pemberian bakteri *metanotrof* efektif dalam meningkatkan hasil panen di sawah tadah hujan. Selain belum banyak digunakan, penelitian tentang metanotrof sebagai pupuk hayati pengikat nitrogen di Indonesia masih sangat terbatas, sehingga diharapkan penelitian ini dapat mengungkap lebih banyak potensi metanotrof sebagai pupuk hayati.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati dengan bakteri pengoksidasi metana, bakteri denitrifikasi dan bakteri pengikat nitrogen sebagai bahan aktif di sawah tidak hanya dapat mengurangi pupuk kimia nitrogen, fosfor dan kalium sebesar 75%, tetapi juga meningkatkan hasil padi sebesar 67,53% dan menurunkan hasil. Emisi metana berkisar antara 18,31 mmol hingga -19,57 mmol (Pingak et al., 2014). Conrad dan Rothfus (1991 dalam Hapsari, 2008) melakukan penelitian tentang pengurangan emisi gas CH₄ menggunakan metanotrof di persawahan dimana metanotrof mampu mengoksidasi 80% CH₄ yang dihasilkan

oleh metanogen. Hapsari (2008) menerapkan bakteri metanotrof (isolat BGM9) dari sedimen lahan sawah, yang mampu mengoksidasi hingga 66.565,82 mol/hari metana. Rusmana dan Akhdiya (2009) menggunakan tiga isolat metanotrofik, yaitu 161.629.524 mol/hari untuk isolat BMG2 yang mampu mengoksidasi CH₄, 344.958.907 mol/hari untuk isolat BGM9 dan 1.699.750.054 mol/hari untuk isolat SKM14. Sementara itu, Alias (2011) melaporkan bahwa penerapan metanotrof di lahan sawah dapat menurunkan emisi gas CH₄ dari lahan sawah yaitu dari 32,57 mg/m²/hari menjadi 16,44 – 17,88 mg/m²/hari. Penggunaan metanotrof sebagai agen bioremediasi di lahan sawah (lahan basah buatan) membantu mengurangi emisi gas metana (Sulastri, 2012).

Berdasarkan uraian diatas, petani masih sangat membutuhkan upaya untuk meningkatkan produksi padi dengan menggunakan pupuk organik agar dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang dapat berdampak pada lingkungan, selain itu juga dapat memperbaiki kualitas padi sehingga dapat meningkatkan produksi.

1.2 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat satu atau lebih interaksi antara pupuk NPK dan bakteri *metanotrof* yang memberikan pertumbuhan terbaik pada padi sawah.
2. Terdapat pengaruh penggunaan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman padi sawah.
3. Terdapat perbedaan pengaruh penggunaan bakteri *metanotrof* dari beberapa asal bakteri terhadap pertumbuhan tanaman padi sawah.

1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara bakteri *metanotrof* dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman padi sawah, mengetahui perbedaan pengaruh penggunaan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman padi sawah, dan mengetahui pengaruh penggunaan pupuk NPK terhadap pertumbuhan tanaman padi sawah

Kegunaan penelitian ini sebagai bahan informasi dan acuan bagi yang membutuhkan terutama mengenai penggunaan pupuk NPK dan bakteri *metanotrof* terhadap pertumbuhan padi dalam budidaya tanaman padi sawah.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Padi

Padi cocok ditanam di daerah tropis seperti Indonesia. Asal usul dan sejarah perkembangan padi sebagai komoditas tanaman pangan penting di dunia tidak dapat ditentukan karena sejarahnya yang panjang dan kuno. Tanaman padi istimewa karena kemampuannya beradaptasi hampir di semua lingkungan, dari dataran rendah sampai dataran tinggi (2000 m dpl), dari daerah tropis sampai subtropis kecuali benua Antartika (kutub), dari daerah lembab (rawa) sampai daerah gersang, dari daerah subur hingga marginal (tekanan garam, aluminium, besi besi, asam organik, kekeringan, dll.). Tanaman padi merupakan rerumputan dengan rumpun yang kuat, dengan banyak anakan perakaran yang tumbuh dari ruas-ruasnya. Tergantung di mana ditanam, padi dapat dibagi menjadi padi dataran rendah, padi gogo (lahan kering), dan padi rawa (yang dapat tumbuh di perairan dalam). Sistem budidayanya lebih awal dibandingkan dengan budidaya padi gogo. Di Indonesia, sistem tanam padi gogo berkembang lebih awal dibandingkan sistem tanam padi sawah (Utama, 2015).

Pada lahan basah (sawah beririgasi), curah hujan bukan merupakan faktor pembatas untuk budidaya padi, tetapi pada budidaya padi lahan kering membutuhkan curah hujan optimum >1.600 mm/tahun. Padi gogo membutuhkan setidaknya 4 bulan basah berturut-turut. Bulan basah adalah bulan dengan curah hujan > 200 mm dan penyebaran normal atau hujan mingguan sehingga tanaman tidak mengalami cekaman kekeringan. Suhu optimal untuk pertumbuhan padi

adalah antara 24-290 derajat Celcius. Padi gogo biasanya ditanam di lahan kering di dataran rendah, sedangkan di daerah yang lebih curam dapat ditanam di antara tanaman keras. Padi dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah. Rentang respon tanah (pH) yang optimal adalah 5,5 hingga 7,5. Permeabilitas sublapisan kurang dari 0,5 cm/jam (BPTP, 2009).

Umumnya petani padi di Indonesia menggunakan cara tanam tradisional dalam kegiatan pertaniannya. Pada cara pindah tanam, bibit padi ditanam rapat dengan jarak tidak lebih dari 20 cm x 20 cm. Teknik budidaya lain yang dapat digunakan untuk meningkatkan hasil padi adalah metode budidaya jajar legowo, yaitu prinsip memberikan kondisi pada setiap baris padi yang akan ditanam untuk mengalami efek tanaman marginal (Juhendi, 2008). Perbedaan praktik budidaya dapat mempengaruhi biaya produksi dan hasil budidaya padi sawah. Selain menggunakan metode penanaman yang tepat, meningkatkan hasil padi membutuhkan aplikasi bahan organik ke tanah tempat padi ditanam. Metode penanaman yang berbeda merespon secara berbeda terhadap tinggi tanaman. Pada perlakuan jajar legowo dan transplantasi jarak tanam yang lebih rapat dan populasi yang lebih banyak menyebabkan persaingan untuk mendapatkan sinar matahari (Pratiwi, 2016).

2.2 Bakteri Metanotrof

Lahan basah merupakan habitat yang cocok untuk bakteri. Pada lahan basah terbentuk dua lapisan tanah, yaitu lapisan permukaan yang masih mengandung oksigen (aerobik), dimana terjadi oksidasi metana oleh bakteri metanotrofik, dan lapisan bawah yang tidak mengandung oksigen (anaerob) dimana pembentukan

gas CH₄ terjadi oleh bakteri metanogen. . Mekanisme bakteri menguraikan bahan organik untuk membentuk gas CH₄ sebenarnya sangat kompleks, melibatkan berbagai reaksi kimia dan aktivitas enzimatik. Menurut Raskin (1977), proses penguraian bahan organik melalui empat tahap, yaitu: hidrolisis, produksi asam, produksi asam asetat, dan produksi metana. Setiap tahap akan melibatkan kelompok bakteri yang berbeda yang akan bekerja sama membentuk konsorsium bakteri.

Bakteri *metanotrof* merupakan bakteri aerob yang hidup pada lapisan permukaan tanah yang terendam dan mampu mengoksidasi CH₄ sebagai sumber energinya (Conrad dan Rothfus, 1991 dalam Sagala, 2009). Bakteri ini memiliki enzim metana monooksigenase (MMO), yang mengkatalisis CH₄ menjadi CH₃OH. Menurut Lynch et al, (1982 dalam Sagala, 2009) ada dua jenis metanotrof, yaitu metanotrof obligat dan fakultatif. Metanotrof obligat hanya dapat tumbuh pada media yang mengandung metana (CH₄) dan metanol (CH₃OH), sedangkan metanotrof fakultatif juga dapat tumbuh pada media yang mengandung polikarbon seperti etanol dan propanol. Rizosfer adalah bagian tanah yang menutupi permukaan akar tanaman dan memiliki aktivitas metabolisme tertinggi, bagian ini merupakan habitat yang sangat baik bagi pertumbuhan mikroorganisme, karena akar tanaman menyediakan berbagai zat organik yang biasanya merangsang pertumbuhan mikroorganisme. Eksudat akar menyebabkan akar tanaman dan mikroorganisme berinteraksi dan merangsang satu sama lain. Gas metana (CH₄) merupakan gas rumah kaca (GRK) yang konsentrasinya di atmosfer semakin meningkat setiap tahunnya, dan peningkatan konsentrasi

tersebut akan menyebabkan kenaikan suhu global. Gas ini terbentuk dalam kondisi anaerob di lahan basah, termasuk sawah, dan ditentukan oleh aktivitas dua bakteri berbeda yang hidup di rizosfer tanaman padi, yaitu metanogen sebagai organisme yang berperan dalam pembentukan metana, dan metanotrof yang menggunakan metana sebagai mikroorganisme. Sumber karbon (Schroder dan Hartman, 2003).

Bakteri *metanotrof* adalah subkelompok metilotrof yang mampu mereduksi senyawa karbon tunggal untuk mendorong pertumbuhan. Bakteri metanotrofik ini dicirikan oleh kemampuannya untuk menggunakan metana sebagai sumber karbon utama dan sebagai sumber energi untuk mengoksidasi metana di lingkungan mikro aerobik zona akar dan di bagian permukaan tanah yang beracun. Proses oksidasi metana diprakarsai oleh metana monooksigenase, yang berperan dalam konversi metana menjadi metanol. Oksidasi metana terjadi. Enzim MMO juga berperan dalam degradasi berbagai senyawa pencemar, seperti trikloroetilen, isomer dikloroetilen, vinil klorida, dan kloroform (Graham et al. 1992). Metanogen di sawah dapat mengoksidasi CH_4 hingga 80% dari CH_4 yang dihasilkan oleh metanogen (Conrad dan Rothfus 1991). Hal ini menunjukkan bahwa aktivitas oksidasi CH_4 tidak hanya dipengaruhi oleh faktor lingkungan, tetapi juga oleh dominasi bakteri metanotrofik pada komunitas mikroba di lahan sawah (Pratiwi, 2018).

Bakteri *metanotrof* dibagi menjadi Gammaproteobacteria (BPM tipe I) dan Alphaproteobacteria (BPM tipe II) menurut struktur membran sitoplasma bagian dalam, jalur asimilasi karbon, profil asam lemak fosfolipid dan posisi filogenetik.

Metanogen memiliki banyak sifat yang menjadikannya ideal sebagai bahan aktif dalam pupuk hayati. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati dengan bakteri pengoksidasi metana, bakteri denitrifikasi dan bakteri pengikat nitrogen sebagai bahan aktif di sawah tidak hanya dapat mengurangi pupuk kimia nitrogen, fosfor dan kalium sebesar 75%, tetapi juga meningkatkan hasil padi sebesar 67,53% dan menurunkan hasil. Emisi metana berkisar antara 18,31 mmol m⁻²hr⁻¹ hingga -19,57 mmol m⁻²hr⁻¹ (Pingak et al., 2014).

2.3 Peranan Bakteri Metanotrof Bagi Tanaman

Bakteri metanotrofik yang terdapat di lahan sawah merupakan satu-satunya mikroorganisme yang dapat menggunakan CH₄ sebagai bagian dari proses metabolismenya dan kemudian mengubahnya menjadi CO₂ (Devi, 2019). Keberadaan metanotrof di rizosfer tanaman padi diperlukan untuk mereduksi gas metana yang dihasilkan oleh metanogen sebelum dilepaskan ke atmosfer. Sejumlah penelitian telah dilakukan pada bakteri methanophyte, dan salah satu cirinya menemukan bahwa bakteri ini memiliki sistem enzim yang spesifik, methane monooxygenase (MMO). Penerapan metanogen sebagai agen pereduksi gas metana dapat menjadi solusi untuk mengurangi emisi gas metana dari lahan persawahan (Nonci, 2015).

Bakteri *metanotrof* dapat mengoksidasi CH₄, dan beberapa bakteri ini memiliki kemampuan untuk mengikat nitrogen di atmosfer, sehingga dapat digunakan sebagai donor nitrogen untuk pertumbuhan padi. Penerapan metanotrof berdampak pada komunitas bakteri di lahan sawah, mengurangi persentase lembah kosong dan meningkatkan produktivitas padi (Devi, 2019).

Bakteri metanotrofik yang terdapat di lahan sawah merupakan satu-satunya mikroorganisme yang dapat memanfaatkan CH_4 sebagai bagian dari proses metabolismenya dan kemudian mengubahnya menjadi CO_2 (Devi, 2019). Keberadaan metanotrof di rizosfer tanaman padi diperlukan untuk mereduksi gas metan yang dihasilkan oleh metanogen sebelum dilepaskan ke atmosfer. Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap bakteri metanofit, salah satunya telah dikarakterisasi dan ditemukan bahwa bakteri tersebut memiliki sistem enzim yang spesifik yaitu metana monooksigenase (MMO). Penggunaan metanogen sebagai agen pereduksi gas metana dapat menjadi solusi untuk mengurangi emisi gas metana dari lahan persawahan (Nonci, 2015).

2.4 Pupuk NPK

Pupuk merupakan salah satu sarana produksi pertanian dan memegang peranan yang sangat penting dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Dalam hal ini, pupuk berperan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Pemupukan adalah upaya penyediaan unsur hara yang cukup untuk mendorong pertumbuhan vegetatif tanaman yang sehat dan produksi yang maksimal tetapi ekonomis, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap hama dan penyakit (Sugiyono, 1999). Rekomendasi pemupukan umum cenderung menghasilkan peningkatan penggunaan pupuk nitrogen, fosfor, dan kalium, yang menghabiskan unsur hara makro lainnya seperti S, Ca, Mg, dan unsur-unsur jejak seperti Zn, Cu, Mn, Fe dan unsur bermanfaat Si.

Pemupukan berimbang merupakan kunci peningkatan hasil padi di lahan sawah intensif. Pemupukan berimbang adalah pemupukan lahan sawah

berdasarkan status hara tanah dan kebutuhan tanaman untuk mencapai keseimbangan hara terbaik untuk hasil yang optimal. Pemupukan harus berdasarkan anjuran pemupukan berdasarkan batas kecukupan hara. Batas kecukupan hara untuk ekstraksi P dengan HCl 25% adalah < 20, 20 – 40 dan > 40 mg P₂O₅/100 g tanah, masing-masing disebut rendah, sedang dan tinggi (Moersidi, 1991). Hasil Sahara dan Idris (2005), menunjukkan bahwa untuk memaksimalkan keuntungan, tanah dengan status hara fosfor tinggi harus mengurangi penggunaan pupuk fosfor. Batas kecukupan hara K untuk ekstraksi padi sawah dengan HCl 25% adalah < 10, 10 – 20 dan > 20 mg K₂O/100 g tanah, masing-masing diklasifikasikan sebagai rendah, sedang dan tinggi.

Untuk pertumbuhan padi yang baik, petani sering cenderung menggunakan pupuk nitrogen yang berlebihan. Cara ini tidak hanya boros, tetapi tanaman peka terhadap hama dan penyakit serta mencemari lingkungan (Balitbangtan, 2006). Seiring berkembangnya teknologi, rekomendasi pemupukan N, P, K untuk padi sawah akan lebih didasarkan pada pengujian tanah dengan menilai status hara awal tanah dan kebutuhan hara tanaman. Pengujian N dalam tanah lebih sulit dan kurang berkembang dibandingkan pengujian P dan K karena sekitar 97-99% N dalam tanah berupa senyawa N organik yang ketersediaannya relatif lambat karena tergantung pada laju dekomposisi mikroba (Cetorini, 2003). Oleh karena itu, penilaian kebutuhan nitrogen tanaman dilakukan dengan menggunakan peta warna daun (BWD). Bagan warna daun memberikan rekomendasi penggunaan pupuk nitrogen berdasarkan tingkat kehijauan warna daun. Semakin pucat warna daun, semakin rendah nilai BWD berarti semakin rendah ketersediaan N dalam

tanah dan semakin banyak pupuk N yang perlu diberikan. Rekomendasi berbasis BWD memberikan jumlah dan waktu pemupukan nitrogen yang dibutuhkan tanaman. Hasil penelitian Tanaka (2012) menunjukkan bahwa pengelolaan bahan organik jangka panjang dapat dicapai melalui mineralisasi nitrogen bahan organik (jerami, sekam padi, gulma, dll).

Pemupukan lahan pertanian dapat menyebabkan fluktuasi emisi gas metana, dan penggunaan pupuk urea dapat menghambat aktivitas metanotrof, mengurangi kelimpahan metanotrof, dan meningkatkan emisi metana (Zheng, 2008). Proses oksidasi metana dapat mengurangi emisi metana. Proses oksidasi metana adalah proses dimana mikroorganisme metanotrofik menggunakan metana monooksigenase untuk memecah senyawa metana, yang dapat mengoksidasi metana menjadi karbon dioksida melalui serangkaian reaksi kimia, sehingga menghasilkan senyawa metabolisme antara seperti metanol, Formol dan formaldehida (Topp, 1997). Proses oksidasi metana dapat dilakukan dalam kondisi aerob maupun anaerob (Smemo, 2010).

Bakteri pengoksidasi metana memiliki banyak sifat yang menjadikannya ideal sebagai bahan aktif dalam pupuk hayati. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi pupuk hayati dengan bakteri *metanotrof*, bakteri denitrifikasi dan bakteri pengikat nitrogen sebagai bahan aktif di sawah tidak hanya dapat mengurangi pupuk kimia nitrogen, fosfor dan kalium sebesar 75%, tetapi juga meningkatkan hasil padi sebesar 67,53% dan menurunkan hasil emisi metana berkisar antara 18,31 mmol m⁻²hr⁻¹ hingga -19,57 mmol m⁻²hr⁻¹ (Pingak, 2014).