

**PENGARUH APLIKASI CAMPURAN PUPUK KIMIA DAN HAYATI
TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN ZOOPLANKTON
DALAM AIR GENANGAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)**

(Skripsi)

Oleh

**Asha Ananda Arza
NPM 1714181021**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENGARUH APLIKASI CAMPURAN PUPUK KIMIA DAN HAYATI TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN ZOOPLANKTON DALAM AIR GENANGAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)

Oleh

ASHA ANANDA ARZA

Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan kerusakan tanah, pencemaran lingkungan dan mempengaruhi ekosistem organisme air pada genangan air sawah. Organisme air memiliki peran dalam siklus unsur hara air genangan padi sawah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui bahwa pemberian kombinasi pupuk kimia dan pupuk hayati cair dapat meningkatkan populasi dan keanekaragaman zooplankton serta kesuburan tanah dibandingkan dengan hanya pemberian pupuk kimia (kontrol). Penelitian ini dilakukan di lahan sawah Desa Pujoasri, Trimurjo, Lampung Tengah. Analisis sampel genangan air dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, analisis tanah dilakukan di Laboratorium Cogen PT. Great Giant Pineapple, Lampung Tengah, pada bulan Oktober 2020 - Maret 2021. Penelitian disusun dengan Rancangan Acak Kelompok (RAK), terdiri dari 4 perlakuan yaitu P₁ (Pupuk kimia 100%), P₂ (pupuk kimia 100% + pupuk hayati cair 100%), P₃ (pupuk kimia 75% + pupuk hayati cair 100%), P₄ (pupuk kimia 50% + pupuk hayati cair 100%) dan masing-masing perlakuan diambil sampel genangan air 60 HST, 70 HST, 80 HST, 90 HST, 100 HST dan tanah pada 50 HST dan 100 HST secara diagonal sebanyak 3 titik (genangan air) dan 5 titik (tanah). Data dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%, Box Plot, SPSS 26 dan Minitab 19. Untuk menghitung keanekaragaman digunakan Indeks Shannon-Wiener. Hasil menunjukkan bahwa populasi dan keanekaragaman zooplankton menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan P₄, zooplankton dominan di semua plot yaitu *Cladocera*, *Podocopida*, *Cyclopoida*, *Gerris* sp., *Epitchea stella/sepia* dan *Milipede*. C-organik menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan P₁ dan P-tersedia menunjukkan hasil yang lebih tinggi pada perlakuan P₄.

Kata kunci: padi, pupuk hayati, pupuk kimia, zooplankton

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE APPLICATION OF CHEMICAL AND BIOLOGICAL FERTILIZER TO POPULATION AND DIVERSITY OF ZOOPLANKTON IN WATER PADDY FIELD (*Oryza sativa* L.)

By

ASHA ANANDA ARZA

The use of inorganic fertilizers in the long term can cause soil damage, environmental pollution and affect the ecosystem of aerial organisms in the accumulation of paddy air. Air organisms have a role in the cycle of air nutrients to collect paddy rice. The purpose of this study was to find out that the application of a combination of chemical fertilizers and liquid biological fertilizers can increase the population and diversity of zooplankton and soil fertility compared to only the application of chemical fertilizers (control). This research was conducted in the paddy fields of Pujoasri, Trimurjo, Central Lampung. Analysis of air collection samples was carried out at the Laboratory of Soil Science, Faculty of Agriculture, University of Lampung, soil analysis was carried out at the Cogen Laboratory of PT. Great Giant Pineapple, Central Lampung, in October 2020 - March 2021. The research was packaged in a Randomized Block Design (RAK), consisting of 4 treatments, namely P₁ (100% chemical fertilizer), P₂ (100% chemical fertilizer + 100% liquid biological fertilizer), P₃ (75% chemical fertilizer + 100% liquid biofertilizer), P₄ (50% chemical fertilizer + 100% liquid biofertilizer) and for each treatment a sample of air accumulation was taken 60 HST, 70 HST, 80 HST, 90 HST, 100 HST and soil at 50 HST and 100 HST diagonally as many as 3 points (puddles) and 5 points (soil). The data were tested for Honest Significant Difference (BNJ) at the 5% level, Box Plot, SPSS 26 and Minitab 19. The Shannon-Wiener Index was used to calculate the width. The results showed that the population and diversity of zooplankton showed higher results in the P₄ treatment, zooplankton were dominant in all plots namely *Cladocera*, *Podocopida*, *Cyclopoida*, *Gerris* sp., *Epitchea stella/sepia* and *Milipede*. C-organic showed higher yields in the P₁ treatment and available-P showed higher yields in the P₄ treatment.

Key words: chemical fertilizer, liquid biofertilizer, rice, zooplankton

**PENGARUH APLIKASI CAMPURAN PUPUK KIMIA DAN HAYATI
TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN ZOOPLANKTON
DALAM AIR GENANGAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)**

Oleh

ASHA ANANDA ARZA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Ilmu Tanah
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : **PENGARUH APLIKASI CAMPURAN PUPUK KIMIA DAN HAYATI TERHADAP POPULASI DAN KEANEKARAGAMAN ZOOPLANKTON DALAM AIR GENANGAN PADI SAWAH (*Oryza sativa* L.)**

Nama : **Asha Ananda Arza**

No Pokok Mahasiswa : **1714181021**

Program Studi : **Ilmu Tanah**

Fakultas : **Pertanian**



1. **Komisi Pembimbing**

Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.
NIP. 1961041985031004

Dedy Prasetyo, S.P., M.Si.
NIP. 199112212019031016

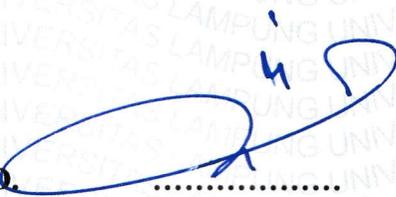
2. **Ketua Jurusan Ilmu Tanah**

Ir. Hery Novpriansyah, M.Si.
NIP 196611151990101001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D.**



Sekretaris : **Dedy Prasetyo, S.P., M.Si.**



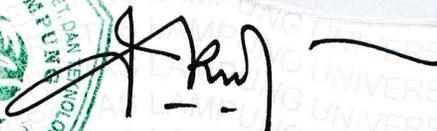
Penguji
Bukan Pembimbing : **Prof. Dr. Ir. Sri Yumnaini, M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP 196110201986031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **03 November 2022**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Campuran Pupuk Kimia dan Hayati Terhadap Populasi dan Keanekaragaman Zooplankton dalam Air Genangan Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)”** merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil karya orang lain.

Penelitian ini merupakan bagian dari hibah penelitian pihak PT Great Giant Pineapple yang diketuai oleh Winih Sekaringtyas Ramadhani, SP., MP. dengan tim dosen yang beranggotakan Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M.S., M.Agr.Sc. (almh), Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., Dedy Prasetyo, S.P., M.Si., dan Prof. Dr. Ir. Sri Yumnaini, M.Si., sehingga publikasi akan ditulis oleh ketua tim peneliti. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari ditemukan bahwa skripsi ini merupakan salinan atau karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 04 September 2023

Yang membuat pernyataan,



Asha Ananda Arza
NPM 1714181021

RIWAYAT HIDUP



Asha Ananda Arza. Penulis dilahirkan di Kalianda, 07 September 1999. Penulis merupakan anak kedua dari pasangan Bapak M. Arfa'i, S.H., dan Ibu Zuliyana, S.Pd. Penulis telah menyelesaikan pendidikan di TK ABA Kalianda pada tahun 2005, kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 1 Way Urang pada tahun 2011. Penulis menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 1 Kalianda pada tahun 2014, Kemudian melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Gadingrejo yang diselesaikan pada tahun 2017.

Penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2017 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di Kumbung Jamur selama 30 hari kerja, penulis juga melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Pekon Gunung Sadar, Kecamatan Abung Tengah, Kabupaten Lampung Utara selama 40 hari kerja. Penulis berperan aktif dalam mengikuti organisasi sebagai Ketua Umum Gabungan Mahasiswa Ilmu Tanah Unila (Gamatala) periode 2019/2020.

Karya tulis ini, penulis persembahkan kepada
Bapak M. Arfa'i, S.H., dan Ibu Zuliyana, S.Pd. tercinta

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan atas ke hadirat Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan nikmat kehidupan, dan anugerah sehat jiwa dan raga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“Pengaruh Aplikasi Campuran Pupuk Kimia dan Hayati terhadap Populasi dan Keanekaragaman Zooplankton dalam Air Genangan Padi Sawah (*Oryza sativa* L.)”**.

Selama penelitian, penulis telah mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Bapak Ir. Hery Novpriansyah, M.Si., selaku Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. M. A. Syamsul Arif, M.Sc., Ph.D., selaku Pembimbing Pertama (pengganti) dari Ibu Prof. Dr. Ir. Ainin Niswati, M. Agr. Sc., (Almh) yang telah meluangkan banyak waktu untuk memberikan bimbingan ilmu, saran, nasehat, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing penulis selama melaksanakan penelitian dan penyelesaian skripsi ini
4. Bapak Dedy Prasetyo, S.P., M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, saran, nasihat – nasihat, serta kesabaran dalam memberikan bimbingannya kepada penulis.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Sri Yusnaini, M.Si., selaku Penguji yang telah memberikan semangat, masukan, kritik dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.

6. Ibu Winih Sekaringtyas Ramadhani, S.P., M.P. selaku Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasihat, ilmu dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
7. Seluruh dosen Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas semua ilmu dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis.
8. Seluruh karyawan Jurusan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas semua bantuan dan kemudahan yang telah diberikan kepada penulis.
9. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak M. Arfa'i, S.H., dan Ibu Zuliyana, S.Pd. yang sangat penulis sayangi atas seluruh dukungan moril dan materil, serta memberikan nasehat, motivasi dan curahan kasih sayang hingga kini penulis dapat menyelesaikan skripsi.
10. Kakak dan adik tersayang penulis yaitu Defa Aulia Arza, S.E., dan Khanza Rafani Arza yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
11. Keluarga tercinta penulis yang tiada henti dalam memberikan motivasi dan dukungan kepada penulis selama perkuliahan berlangsung.
12. Sahabat-sahabat perjuangan kontrakan Ahmad Rizal Muhaimin, Vhico Cheysar Hermawan, Abiza Robbiul Abubakar, Bayu Putra Tri Atmojo, Deo Vernandes, Azan Noer Ramadhan, Novrian Advani Suberto, Ridho Setiawan yang telah menjadi teman terbaik di sisi penulis serta seluruh sahabat Ilmu Tanah angkatan 2017 saling berbagi pengalaman dan ilmu yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Semoga Allah SWT melindungi dan membalas kebaikan yang telah diberikan kepada Penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua. Amin

Bandar Lampung, 04 September 2023

Penulis,

Asha Ananda Arza

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tujuan Penelitian.....	4
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis	10
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1. Padi Sawah	11
2.2. Zooplankton.....	12
2.3. Pupuk Hayati	14
2.4. Organisme di Lahan Sawah.....	15
III. BAHAN DAN METODE.....	17
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2. Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3. Metode Penelitian.....	18
3.4. Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1. Persiapan Lahan	19
3.4.2. Persemaian Bibit	20
3.4.3. Penanaman	20
3.4.4. Pengaplikasian Pupuk	21
3.4.5. Pemeliharaan.....	21
3.4.6. Pemanenan	22
3.5. Variabel Pengamatan.....	22
3.5.1. Sampling Populasi dan Keanekaragaman Zooplankton	22
3.5.2. Pengamatan Zooplankton di Laboratorium.....	23
3.5.3. Analisis Tanah	24
3.5.4. Pengamatan Produksi Padi.....	24
3.6. Analisis Data	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1. Hasil Penelitian.....	26

4.1.1. Jenis-Jenis Zooplankton pada Air Genangan Padi Sawah (<i>Oryza sativa</i> L.).....	26
4.1.2. Perubahan Populasi Zooplankton pada Air Genangan Padi Sawah (<i>Oryza sativa</i> L.).....	30
4.1.3. Perbedaan Struktur Zooplankton pada Air Genangan Padi Sawah (<i>Oryza sativa</i> L.).....	34
4.1.4. Keanekaragaman Zooplankton dalam Air Genangan Padi Sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada Empat Perlakuan	35
4.1.5. Pengaruh Aplikasi Campuran Pupuk Kimia dan Hayati Terhadap C-organik, pH Tanah, N-total, P-tersedia dan Produksi Padi.....	36
4.1.6. Korelasi Antara C-Organik, pH Tanah, N-Total, P-tersedia dan Produksi Padi Sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap Populasi Zooplankton.....	37
4.2. Pembahasan	40
V. SIMPULAN DAN SARAN	51
5.1. Simpulan.....	51
5.2. Saran	51
DAFTAR PUSTAKA.....	52
LAMPIRAN.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kombinasi perlakuan pupuk kimia dan pupuk hayati cair pada tanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.)	18
2. Metode analisis sifat kimia tanah pH tanah, C-organik, N-total, P-tersedia.....	24
3. Jenis-jenis zooplankton pada empat perlakuan dan populasi zooplankton (individu m ⁻²) selama pengamatan.....	27
4. Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (H') zooplankton dalam air genangan padi (<i>Oryza sativa</i> L.) pada empat perlakuan.....	35
5. Ringkasan analisis ragam pengaruh aplikasi campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik, pH tanah, N-total, P-tersedia dan produksi padi pada pengamatan 50 HST dan 100 HST.....	36
6. Pengaruh aplikasi campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik dan P-tersedia pengamatan 100 HST.....	37
7. Uji korelasi antara C-organik, pH tanah, N-total, P-tersedia dan produksi padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi zooplankton.....	38
8. Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 60 HST.....	58
9. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 60 HST.....	58

10.	Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 60 HST.....	59
11.	Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 70 HST.....	60
12.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 70 HST.....	60
13.	Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 70 HST.....	61
14.	Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 80 HST.....	62
15.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 80 HST.....	62
16.	Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 80 HST.....	63
17.	Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 90 HST.....	64
18.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 90 HST.....	64

19.	Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 90 HST.....	65
20.	Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 100 HST.....	66
21.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 100 HST.....	66
22.	Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 100 HST.....	67
23.	Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik pada pengamatan 50 HST.....	68
24.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik pada pengamatan 50 HST.....	68
25.	Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik pada pengamatan 50 HST.....	69
26.	Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik pada pengamatan 100 HST	69
27.	Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik pada pengamatan 100 HST.....	70
28.	Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap C-organik pada pengamatan 100 HST.....	70
29.	Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap pH tanah pada pengamatan 50 HST.....	71

30. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap pH tanah pada pengamatan 50 HST.....	71
31. Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap pH tanah pada pengamatan 50 HST.....	72
32. Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap pH tanah pada pengamatan 100 HST.....	72
33. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap pH tanah pada pengamatan 100 HST.....	73
34. Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap pH tanah pada pengamatan 100 HST.....	73
35. Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap N-total pada pengamatan 50 HST.....	74
36. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap N-total pada pengamatan 50 HST.....	74
37. Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap N-total pada pengamatan 50 HST.....	75
38. Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap N-total pada pengamatan 100 HST.....	75
39. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap N-total pada pengamatan 100 HST.....	76
40. Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap N-total pada pengamatan 100 HST.....	76
41. Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap P-tersedia pada pengamatan 50 HST.....	77

42. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap P-tersedia pada pengamatan 50 HST.....	77
43. Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap P-tersedia pada pengamatan 50 HST.....	78
44. Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza ativa</i> L.) terhadap P-tersedia pada pengamatan 100 HST.....	78
45. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap P-tersedia pada pengamatan 100 HST.....	79
46. Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap P-tersedia pada pengamatan 100 HST.....	79
47. Pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap produksi padi pada pengamatan 100 HST.....	80
48. Uji homogenitas ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap produksi padi pada pengamatan 100 HST.....	80
49. Analisis ragam hasil pengaruh campuran pupuk kimia dan hayati pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) terhadap produksi padi pada pengamatan 100 HST.....	81
50. Hasil uji korelasi antara C-organik (%) dengan populasi zooplankton (individu m ⁻²) pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) 100 HST.....	81
51. Hasil uji korelasi antara pH tanah (H ₂ O) dengan populasi zooplankton (individu m ⁻²) pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) 100 HST.....	81
52. Hasil uji korelasi antara N-total (%) dengan populasi zooplankton (individu m ⁻²) pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) 100 HST.....	82
53. Hasil uji korelasi antara P-tersedia (ppm) dengan populasi zooplankton (individu m ⁻²) pada pertanaman padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) 100 HST.....	82

54. Hasil uji korelasi antara Populasi zooplankton (individu m^{-2}) dengan produksi padi ($ton\ ha^{-1}$) pada pertanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) 100 HST..... 82

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Skema kerangka pemikiran pengaruh aplikasi campuran pupuk kimia dan hayati terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.).....	9
2. Tata letak percobaan di lapangan pengaruh aplikasi campuran pupuk kimia dan hayati terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.).....	18
3. Titik pengambilan sampel di lahan sawah percobaan padi sawah.....	19
4. Foto zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) yang diamati pada penelitian ini.....	28
5. Populasi <i>Cladocera</i> , <i>Podocopida</i> , <i>Cyclopoida</i> pada pengamatan 60 HST, 70 HST, 80 HST, 90 HST dan 100 HST.....	29
6. Penyebaran komunitas zooplankton dalam air genangan padi (<i>Oryza sativa</i> L.) pada tiap perlakuan.....	31
7. Populasi zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada pengamatan 60 HST, 70 HST, 80 HST, 90 HST dan 100 HST.....	32
8. Analisis kluster struktur komunitas zooplankton dalam air genangan padi sawah (<i>Oryza sativa</i> L.) pada setiap sampel perlakuan.....	34
9. Korelasi antara C-organik (%) dengan populasi zooplankton (individu m ⁻²).....	38
10. Korelasi antara P-tersedia (ppm) dengan populasi zooplankton (individu m ⁻²).....	39
11. Korelasi antara populasi zooplankton (individu m ⁻²) dengan produksi padi (ton ha ⁻¹).	39

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan sumber pangan utama masyarakat Indonesia selain jagung. Konsumsi beras rata-rata 133 kg kapita⁻¹ tahun⁻¹ sehingga total kebutuhan beras 26,6 juta ton tahun⁻¹ (Husodo, 2007). Produktivitas padi bersifat fluktuatif, terkadang meningkat bahkan produktivitasnya menurun. Produktivitas padi ditahun 2019 yaitu mengalami penurunan dibandingkan tahun 2018, dengan total produksi padi di Indonesia pada 2019 sekitar 54,60 juta ton mengalami penurunan sebanyak 4,60 juta ton (7,76 persen) dibandingkan dengan tahun 2018 (BPS, 2019).

Provinsi Lampung merupakan urutan ke-5 penghasil padi terbesar di Indonesia, dengan jumlah produksinya mencapai 2.488.642 ton pada tahun 2018, tetapi pada tahun 2019 produksi padi di Provinsi Lampung ini mengalami penurunan yaitu 2.164.089 ton, hal ini terjadi penurunan produksi yaitu 324.553 ton dalam waktu setahun. Hal ini dapat terjadi dikarenakan para petani padi sawah sangat tergantung pada pemakaian pupuk anorganik. Penggunaan pupuk anorganik dalam jangka waktu yang panjang dapat menyebabkan kerusakan tanah dan pencemaran

lingkungan, dengan meningkatnya residu bahan kimia di dalam tanah, menurunnya kandungan bahan organik tanah, rentannya tanah terhadap erosi, menurunnya permeabilitas tanah serta menurunnya populasi mikroba tanah (Herdiyanto dkk., 2015).

Pemakaian pupuk anorganik ini juga dapat memengaruhi ekosistem organisme air pada genangan air sawah, organisme air memiliki peran penting dalam siklus unsur hara di lingkungan air tawar, khususnya pada pertanaman padi sawah. Beberapa alga pada genangan tanah sawah dilaporkan dapat memfiksasi nitrogen yang kuantitasnya sangat dipengaruhi oleh aktivitas organisme lain yang mendiami air genangan tanah sawah tersebut. Selain itu secara langsung protozoa dan alga juga sebagai penyumbang biomassa tanah pada pertanaman padi sawah (Niswati dkk., 2008). Oleh karena itu maka perlu ditambahkan pupuk hayati untuk meningkatkan keanekaragaman organisme air.

Pupuk hayati (biofertilizer) didefinisikan sebagai substansi yang memiliki mikroorganisme hidup dan memacu pertumbuhan tanaman dengan cara meningkatkan pasokan ketersediaan hara primer atau stimulus pertumbuhan tanaman. Pemanfaatan pupuk hayati dilakukan berdasarkan respon positif terhadap peningkatan efektivitas dan efisiensi pemupukan sehingga dapat menghemat biaya pupuk dan penggunaan tenaga kerja (Moelyohadi dkk., 2012). Bakteri di lingkungan rizosfer berperan penting dalam peningkatan nutrisi yang dapat tersedia dan dapat mempertahankan siklus unsur hara makro N. Inokulasi pupuk hayati yang terdiri dari bakteri pemfiksasi nitrogen dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan populasi bakteri pemfiksasi nitrogen di

lingkungan rizosfer yang selanjutnya diharapkan akan meningkatkan hara tanah (Hidayatullah, 2014).

Penelitian tentang organisme pada air genangan tanah sawah belum banyak dilakukan, terutama tentang perubahan populasi dan keanekaragaman organisme air genangan padi sawah. Organisme pada genangan tanah sawah dapat dijadikan indikator dari perubahan ekosistem padi sawah. Beberapa penelitian yang telah dipublikasikan tentang berbagai macam organisme yang hidup di air genangan sawah, mereka berinteraksi satu sama lain untuk membentuk rantai dan jaring makanan yang unik (Niswati dan Purnomo, 2007)

Efek langsung dan tidak langsung dari organisme air genangan dapat mempengaruhi struktur komunitas biologis di lingkungan lahan basah, termasuk protozoa, alga, larva serangga, moluska, oligohorn, nematoda dan mikrokrustasea. Organisme yang mendiami air genangan tanah sawah diantaranya yaitu zooplankton. Zooplankton memiliki peran sebagai bioindikator perubahan lingkungan dan sebagai penyumbang biomassa tanah pada pertanaman padi sawah (Niswati dkk., 2008).

Oleh karena itu perlu ada penelitian tentang perubahan dan dinamika populasi zooplankton yang menghuni air genangan padi sawah akibat aplikasi pupuk hayati.

Berdasarkan latar belakang dan masalah, penelitian ini dilakukan untuk menjawab masalah yang dirumuskan dalam pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah pemberian pupuk hayati dapat meningkatkan keanekaragaman organisme air genangan lahan sawah?
2. Apakah pemberian pupuk hayati dapat meningkatkan kesuburan tanah khususnya unsur hara makro?

1.2. Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dikemukakan, maka penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mempelajari pengaruh pemberian pupuk hayati terhadap keanekaragaman organisme air genangan lahan sawah.
2. Mempelajari pengaruh pemberian pupuk hayati terhadap kesuburan tanah khususnya unsur hara makro.

1.3 Kerangka Pemikiran

Pemberian pupuk anorganik yang berlebihan menyebabkan lahan menjadi terdegradasi rusak secara fisik, kimia, dan biologinya yang mengakibatkan mempersulit tujuan untuk meningkatkan produksi padi. Degradasi lahan sawah akibat rendahnya kandungan bahan organik tanah karena residu pupuk anorganik. Oleh karena itu diperlukan upaya untuk membenahi tanah dan aplikasi pupuk yang berimbang agar pertumbuhan dan hasil tanaman padi dapat optimal kembali.

Pembenah tanah sekaligus penghasil pupuk yang dapat digunakan untuk masalah ini adalah pupuk hayati. Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung sejumlah konsorsium mikroba dan bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman serta meningkatkan kualitas tanah. Pupuk hayati dapat meregulasi ketersediaan unsur hara pada tanah, menyederhanakan senyawa organik kompleks, sebagai agen hayati pengendali penyakit tanaman dan mengandung fitohormon yang memacu pertumbuhan tanaman (Kalay dkk., 2016).

Salah satu penyebab produksi yang tidak optimal adalah buruknya kualitas tanah karena minimnya kandungan bahan organik dan mikroba yang ada di dalam tanah. Lahan sawah memiliki ciri khas yaitu penggenangan yang dapat mempengaruhi sifat-sifat tanah yaitu kimia, fisika dan biologi tanah. Penggenangan tersebut dimulai dari pengolahan tanah hingga periode pertumbuhan baik selama fase vegetatif maupun awal fase generatif. Selama ini petani cenderung menggunakan pupuk anorganik secara terus-menerus. Pemakaian pupuk anorganik yang relatif tinggi dan terus-menerus dapat menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan tanah, sehingga menurunkan produktivitas lahan pertanian. Kondisi tersebut menimbulkan pemikiran untuk kembali menggunakan bahan organik (Herdiyanto dkk., 2015). Salah satu bahan organik yang dapat digunakan untuk menyuburkan tanah adalah pupuk hayati.

Penggunaan pupuk hayati mampu menjaga keseimbangan lahan dan meningkatkan produktivitas lahan serta mengurangi dampak lingkungan tanah. Terdapat beberapa fungsi utama pupuk hayati dalam budidaya tanaman, yakni

sebagai pembangkit kehidupan tanah, penyubur tanah dan penyedia nutrisi tanaman (Sulaeman dan Erfandi, 2017). Menurut Mezuan dkk., 2002 pupuk hayati merupakan suatu bahan amandemen yang mengandung mikroorganisme bermanfaat untuk meningkatkan kesuburan tanah dan kualitas hasil tanaman, melalui peningkatan aktivitas biologi yang akhirnya dapat berinteraksi dengan sifat - sifat fisik dan kimia media tumbuh (tanah). Mikroorganisme yang umum digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati yaitu mikroba penambat nitrogen, pelarut fosfat dan pematap agregat. Oleh karena itu, pemberian pupuk anorganik dan pupuk hayati dapat saling berperan aktif meningkatkan kesuburan tanah dan hasil produksi tanaman.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pupuk hayati memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah anakan total padi gogo dengan nilai rata-rata tertinggi sebesar 2,58 batang pot⁻¹. Hasil yang lebih baik dikarenakan berkaitan dengan kemampuan mikroba dalam membantu menyediakan unsur hara terutama N dan P bagi tanaman padi. Mikroorganisme penambat N dan pelarut fosfat memiliki kemampuan dalam menghasilkan urea reduktase dan enzim fosfatase yang berperan penting dalam penambatan N bebas dari udara dan pelarutan P dari senyawa P sukar larut. Selain itu mikroba tersebut juga mampu menghasilkan sejumlah perekat tanah seperti polisakarida (Mezuan dkk., 2002).

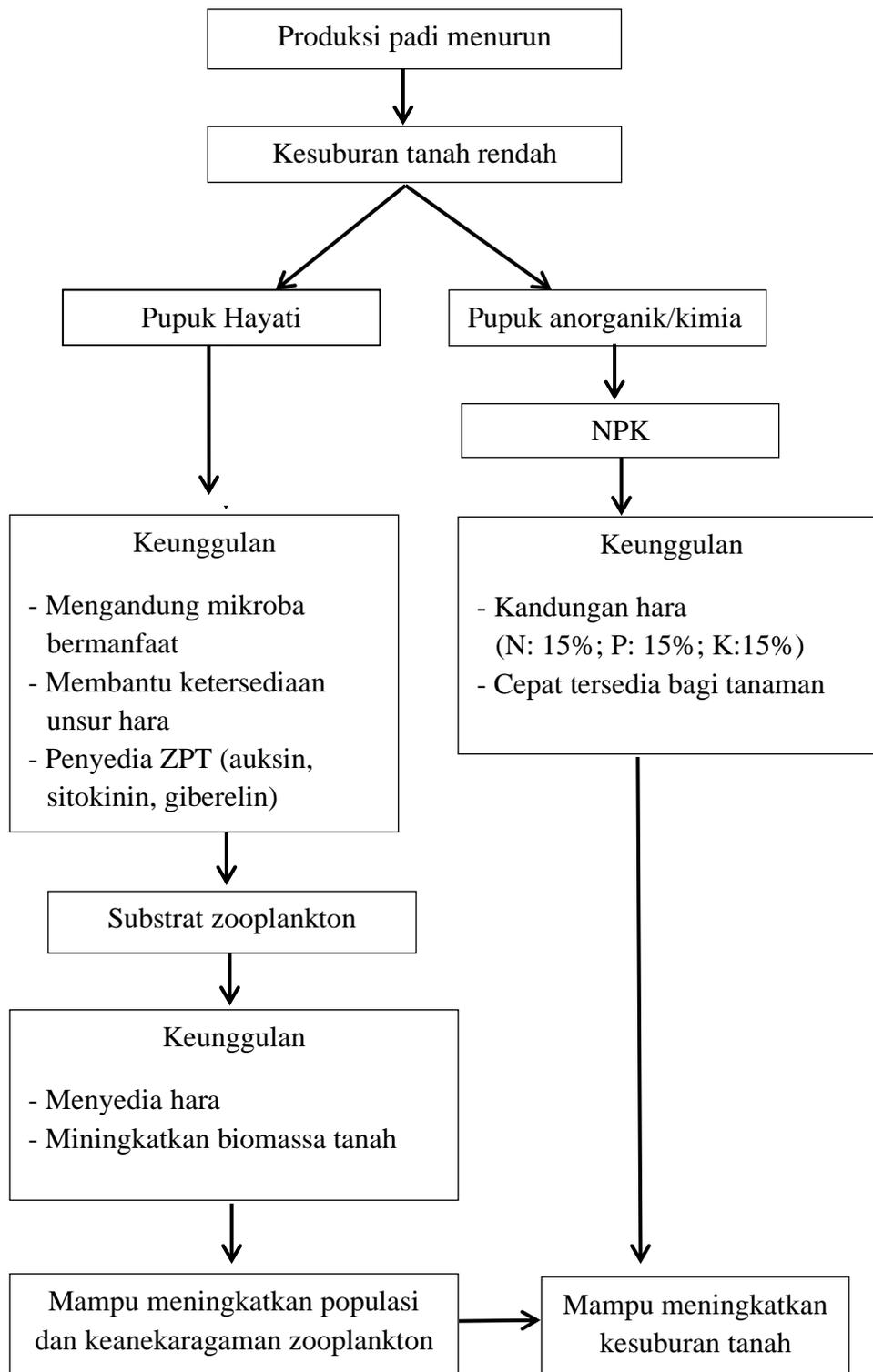
Melihat dari analogi tersebut, maka penggunaan pupuk hayati dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan meningkatkan kesuburan tanah. Analogi dari hasil-hasil penelitian tersebut, maka aplikasi pupuk hayati kemungkinan juga akan meningkatkan populasi dan keanekaragaman organisme pada tanah sawah.

Menurut Yamazaki dkk. (2001) dalam penelitiannya pemberian kompos dalam jumlah besar (22,5 ton ha⁻¹) meningkatkan kepadatan populasi maksimum Cladocera. Kemudian mendeteksi total 40 jenis organisme air genangan padi sawah, di antaranya sepuluh varietas (Chlorococcales, Lemanaceae, Euglenida, Oligotrichida, Pharyngophorida, Sessilida, Turbellaria, Cladocera, Podocopida, dan Cyclopoida) dikarenakan pengaruh aplikasi pupuk organik. Temuan ini menunjukkan bahwa pemupukan merupakan faktor penting yang mengendalikan struktur komunitas organisme air di genangan air sawah.

Pupuk majemuk (NPK) merupakan salah satu pupuk anorganik yang dapat digunakan sangat efisien dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro (N, P, dan K). Keuntungan menggunakan pupuk majemuk (NPK) adalah dapat dipergunakan dengan memperhitungkan kandungan zat hara sama dengan pupuk tunggal, penggunaan pupuk majemuk sangat sederhana, dan pengangkutan dan penyimpanan pupuk ini menghemat waktu, ruangan, dan biaya. Pupuk majemuk ini hampir seluruhnya larut dalam air, sehingga unsur hara yang dikandungnya dapat segera diserap dan digunakan oleh tanaman dengan efektif. (Pirngadi dan Abdurachman, 2005).

Penggunaan pupuk kimia yang terus-menerus tanpa diimbangi pupuk hayati akan menyebabkan keseimbangan ekosistem terganggu, pada genangan air sawah banyak terdapat organisme yang hidup didalamnya seperti bakteri dan fungi. Bakteri dan fungi merupakan substrat kehidupan zooplankton sebagai bioindikator perubahan lingkungan. Sehingga pengaplikasian pupuk hayati juga dipercaya dapat meningkatkan populasi dan terdapat dinamika antara organisme organisme

baik dalam tanah maupun organisme air yang terdapat pada air genangan sawah. Kemudian efek dari pengaplikasian pupuk hayati dapat meningkatkan produktivitas padi. Hasil penelitian Saleh dan Sungkawa (2018) penggunaan teknologi ramah lingkungan yang ditunjukkan dengan penggunaan pupuk hayati yang dikombinasikan dengan penggunaan pupuk organik dengan dosis 5 ton ha⁻¹ memberikan pertumbuhan dan produksi yang lebih baik pada tanaman padi sawah.



Gambar 1. Skema kerangka pemikiran pengaruh aplikasi campuran pupuk kimia dan hayati terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (*Oryza sativa* L.).

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu aplikasi campuran pupuk kimia 50% dan hayati 100% meningkatkan populasi dan keanekaragaman zooplankton pada genangan air padi sawah dan kesuburan tanah (unsur hara makro).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Padi Sawah

Tanaman padi (*Oryza sativa L*) merupakan golongan tanaman semusim yang termasuk golongan rumput-rumputan dari famili Gramineae dengan batang tersusun dari beberapa ruas. Secara morfologi tanaman padi mempunyai tiga fase perkembangan yaitu fase vegetatif (perkecambahan sampai inisiasi malai), fase reproduktif (inisiasi malai sampai pembungaan) dan fase pemasakan (pembungaan sampai pemasakan). Bagian vegetatif terdiri dari akar, batang, dan daun (Masdar, 2010).

Menurut Departemen Pertanian (2008), produksi padi pada tingkat petani masih rendah, karena lahan kering yang ditanami tergolong marginal, salah satunya lahan Ultisol. Lahan Ultisol bercirikan tanah mineral masam tersebar luas di Indonesia mencapai 45,8 juta hektar (Prasetyo dan Suriadikarta, 2006). Ultisol merupakan tanah mineral masam yang potensial yang memiliki luas mencapai 45,8 juta hektar atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia. Pada umumnya Ultisol mempunyai produktifitas yang rendah karena tingkat kesuburannya yang juga tergolong rendah.

Rendahnya produktifitas ultisol menurut Subagyo dkk., (2000) dikarenakan umumnya tanah ini mempunyai horizon A yang tipis, dengan kandungan bahan organik dan hara yang rendah.

Menurut Hanum (2008), padi dalam sistematika tumbuh diklasifikasikan kedalam botani adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Poales
Famili	: Gramineae (Poaceae)
Genus	: <i>Oryza</i>
Spesies	: <i>Oryza sativa</i> L.

2.2 Zooplankton

Plankton dibagi menjadi dua yaitu fitoplankton dan zooplankton. Zooplankton merupakan kelompok plankton yang terdiri dari kelompok hewan-hewan yang berukuran kecil. Organisme ini mampu bergerak namun tidak terlalu kuat untuk menahan gerakan air yang begitu besar, sehingga gerakannya tergantung pada gerakan air. Plankton dibagi kedalam lima kelompok yaitu ultra nanoplankton memiliki ukuran kurang dari 0,002 mm, nanoplankton 0,002 - 0,02 mm, mikrop plankton antara 0,02 - 0,2 mm, mesoplankton 0,2 - 2 mm, dan

megaplankton diatas 2 mm. Kelimpahan zooplankton dalam suatu perairan dapat menggambarkan jumlah ketersediaan makanan, maupun kapasitas lingkungan yang dapat menunjang kehidupan biota. Oleh karenanya perubahan yang terjadi pada suatu wilayah perairan dapat diketahui dengan melihat perubahan kelimpahan zooplankton (Augusta, 2013).

Pada zona limnetik hanya terdiri dari beberapa spesies tetapi jumlah individu mungkin besar, *Copepoda*, *Cladocera*, dan Rotifera umumnya paling penting dan spesies ini berbeda dari yang dijumpai pada zona litoral. Rotifera dan Crustacea merupakan kelompok utama dari zooplankton air tawar selain Protozoa. Rotifera mempunyai ukuran tubuh yang kecil. Nama Rotifera berasal dari karakter silia yang bergerak dan berotasi yang letaknya dekat dengan mulut. Silia mengarahkan partikel yang tersuspensi dalam air ke usus. Beberapa rotifera mekanisme makannya dengan cara gathering (mengumpulkan). Rotifera memakan partikel yang berukuran 1 - 20 μm (Barus, 2002).

Cladocera merupakan penyaring (*filter feeders*) yang dilengkapi dengan bulu-bulu yang sangat halus pada rongga mulut berfungsi untuk menyaring air yang masuk dan menyerap partikel yang berukuran antara 1 - 50 μm . Kebanyakan Crustacea termasuk *Cladocera* memiliki karapak yang menutupi tubuhnya. Kelompok *Daphnia* termasuk Crustacea yang herbivora dan *Bosmina* termasuk Crustacea yang karnivora pada zooplankton kecil. *Leptodora* dan *Polyphemus* merupakan contoh zooplankton yang bersifat predator. Crustacea mengumpulkan partikel kecil dengan tungkai torak yang dilengkapi dengan setae yang sangat rapat. Setae mempertahankan partikel kecil kemudian memasukkan ke mulut.

Kebanyakan Rotifera dengan cepat akan melepas telur, beberapa Asplanchna bertelur secara internal, *Cladocera* betina membawa telur mereka di dalam karapak, *Cyclopoid* betina membawa telurnya pada kantung berpasangan pada bagian abdomen. *Calanoid Copepoda* memiliki kantung telur yang tidak berpasangan (Agusta, 2013).

2.3 Pupuk Hayati

Pupuk hayati merupakan pupuk yang berfungsi untuk memfasilitasi tersedianya hara dalam tanah bagi tanaman. Pupuk hayati bermanfaat untuk mengurai residu kimia, mensuplai sebagian N bagi tanaman, melarutkan senyawa fosfat.

Pemanfaatan mikroorganisme dalam pupuk hayati juga dapat meningkatkan produksi tanaman dan kualitas lingkungan serta merupakan salah satu usaha untuk mengembalikan lingkungan yang rusak (Wolf dan Wagner, 2005).

Pupuk hayati berperan meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dalam tanah karena mikroorganisme dalam pupuk hayati melakukan dekomposisi dan mineralisasi hara dari bahan organik tanah, pelarutan hara dari unsur anorganik yang kompleks, dan memperbaiki sifat fisik tanah (James dkk., 2000). Pupuk hayati juga dapat meningkatkan mikroorganisme tanah yang bermanfaat, meningkatkan ketersediaan hara, memperbaiki agregat tanah, menghasilkan zat pemacu tumbuh dan tidak berbahaya bagi lingkungan (Syahputra dan Sarbino, 2011).

Mikroorganisme yang umum digunakan sebagai bahan aktif pupuk hayati ialah mikroorganisme penambat N, pelarut P, dan mikroorganisme penghasil zat pengatur tumbuh (ZPT). Mikroorganisme yang teridentifikasi sebagai bahan aktif pupuk hayati ialah mikroorganisme penambat N, pelarut P, dan mikroorganisme penghasil zat pengatur tumbuh (ZPT) (Syarifudin, 2002).

2.4 Organisme di Lahan Sawah

Berbagai jenis mikroorganisme tanah yang menguntungkan bagi tanaman, mikroorganisme penambat N, pelarut P, dan pemantap agregat tanah, dapat dikemas sebagai salah satu pilar nutrisi tanaman melalui pupuk hayati. Peranan terpenting organisme tanah ialah fungsinya yang membawa perubahan kimiawi pada substansi substansi di dalam tanah, terutama pengubahan persenyawaan organik yang mengandung karbon, nitrogen, sulfur dan fosfor menjadi persenyawaan anorganik atau disebut mineralisasi, demikian peranan mikroba juga berpengaruh terhadap sifat kimia dan fisik tanah serta pertumbuhan tanaman (Saraswati, 2007).

Menurut Lantoi dkk. (2016) total mikroba dalam tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah dan ketersediaan bahan organik. Peran dan fungsi organisme tanah sangat menentukan berhasilnya keberlanjutan sistem produksi pertanian.

Organisme tanah bertanggungjawab pada berbagai transformasi hara dalam tanah yang berhubungan dengan kesuburan dan kesehatan tanah. Pada tanah sawah, genangan air sangat berpengaruh terhadap proses metabolisme mikroba,

sedangkan tanaman padi, termasuk akar dan rizosfir merupakan tempat beraktivitas mikroba.

Aktivitas organisme dalam tanah sawah dapat menyebabkan terjadinya perubahan fungsi biokimia tanah seperti pelarutan (solubilisasi), pengikatan (fiksasi), mineralisasi, imobilisasi, oksidasi dan reduksi, sehingga belakangan ini banyak yang dimanfaatkan untuk memperbaiki struktur tanah, serta perombakan bahan organik bagi perbaikan kesuburan tanah (Saraswati dkk., 2004).

Lahan sawah memiliki genangan air yang didalamnya terdapat ekosistem bagi organisme air. Hasil penelitian Niswati dan Purnomo (2007) menunjukkan bahwa terdapat sedikitnya terdapat 23 jenis organisme air dengan ukuran antara 50 μm sampai 1 cm di empat lokasi pengamatan. Organisme dari kelompok Cladocera, Cyclopoida, Ploima, Zygnemetales, Nematoda, Diptera, Podocopida, Volvocida, dan Archipora yang ditemukan. Kemudian terdapat perubahan organisme di setiap pengamatannya yaitu menunjukkan bahwa Cladocera, Cyclopoida, Ploimida, dan Volvocida teramati sepanjang pertanaman padi sawah, sedangkan organisme lainnya tidak. Ada beberapa organisme yang teramati pada awal pertumbuhan padi saja seperti Nematoda, Ephemera, dan Chlorococcum dan tidak teramati pada fase akhir penggenangan. Sedangkan Bdelloida, Turbellaria, dan Archipora hanya teramati pada akhir penggenangan. Sementara itu beberapa organisme seperti Podocopida, Spyrogira, Zygnematales, Diptera, Closterium, kepik, dan Haplatoxida tidak konsisten keberadaannya.

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2020 sampai dengan bulan Desember 2020 di daerah Trimurjo, Kabupaten Lampung Tengah. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini botol sampel, penggaris, *coolbox*, gelas ukur, saringan, cawan petri, pipet tetes, mikroskop dan botol film.

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel air genangan sawah, pupuk hayati, aquades, pupuk kimia (anorganik) majemuk dengan kandungan N: 15%, P: 15%, K: 15% dan ZA dengan kandungan N: 21% S: 24%.

Liquid Organic Biofertilizer (LOB) merupakan pupuk organik hayati cair yang mengandung mikroba dengan fungsi untuk menyuburkan lahan dan meningkatkan pertumbuhan tanaman. LOB mengandung berbagai bakteri baik diantaranya

Pseudomonas sp., *Bacillus* sp., *Azospirillum* sp., *Lactobacillus* sp., *Azotobacter* sp.,

mikroba penambat N, biokontrol dan Yeast yakni *Saccharomyces* sp.
(Hanna dkk., 2020).

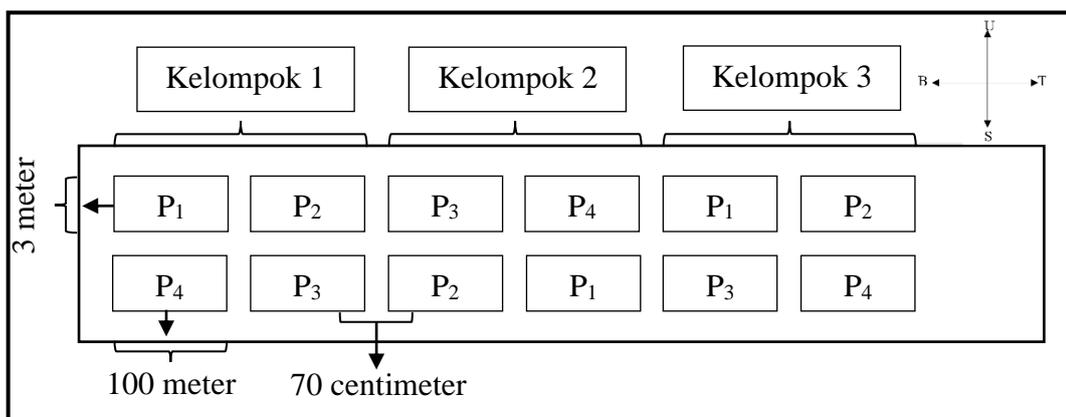
3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah dengan metode dadu acak di setiap plot. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan dan 3 kelompok masing-masing kelompok dilakukan 3 kali ulangan.

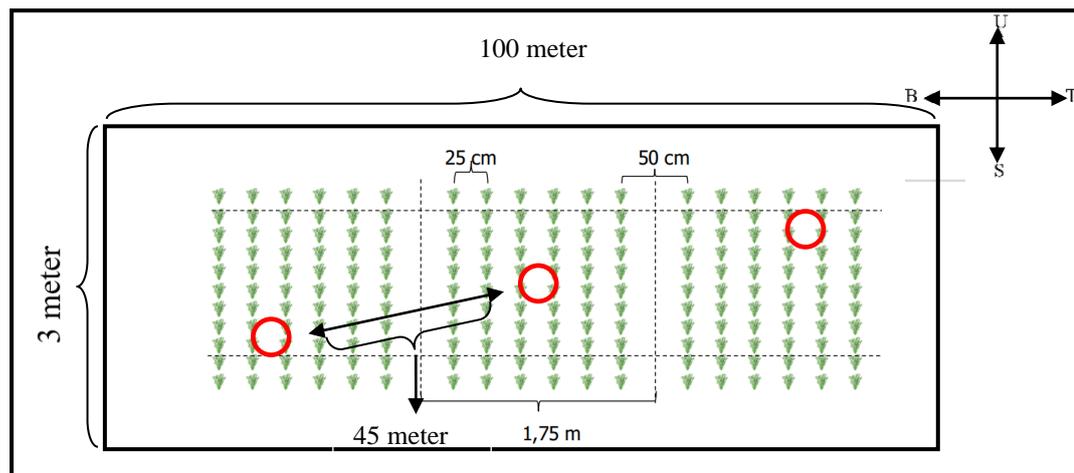
Tabel 1. Kombinasi perlakuan pupuk kimia dan pupuk hayati cair pada tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.).

Kode	Perlakuan	Dosis per petak		
		Pupuk Majemuk (kg)	ZA (kg)	Pupuk Hayati (ml)
P ₁	Pupuk Kimia 100%	8	8	-
P ₂	Pupuk Kimia 100% + Pupuk Hayati 100%	8	8	450
P ₃	Pupuk Kimia 75% + Pupuk Hayati 100%	6	6	450
P ₄	Pupuk Kimia 50% + Pupuk Hayati 100%	4	4	450

Keterangan : Dosis Pupuk Kimia (N: 15% P: 15%, K: 15%) = 267 kg.ha⁻¹, ZA (N: 21% S: 24%) = 267 kg.ha⁻¹ dan Pupuk Hayati = 15 L.ha⁻¹.



Gambar 2. Tata letak percobaan di lapangan pengaruh aplikasi campuran pupuk kimia dan hayati terhadap populasi dan keanekaragaman zooplankton dalam air genangan padi sawah (*Oryza sativa* L.).



Gambar 3. Titik pengambilan sampel di lahan percobaan padi sawah.

Keterangan: ○ = Titik pengambilan sampel;

▼ ▼ = Padi sawah.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Persiapan Lahan

Lahan dibersihkan dari sisa jerami yang ada dengan mencabut sisa jerami.

Pengelolaan tanah dilakukan sebanyak dua kali. Pada pengelolaan pertama, tanah diolah dengan menggunakan bajak jenis *rotary* dan kemudian diberikan pupuk kompos dengan dosis 2 ton ha⁻¹. Pada pengelolaan kedua, tanah digaru untuk memecahkan tanah menjadi bongkahan lebih kecil. Kemudian diberikan kombinasi pupuk hayati cair dengan dosis 20 liter ha⁻¹ dan *charcoal* diperkaya dengan asam humat dengan dosis 20 ton ha⁻¹.

3.4.2 Persemaian Bibit

Persemaian bibit padi dilakukan dengan tahapan: pemilihan benih, perendaman benih, pemeraman benih, pemilihan tanah/media tanam, pengisian tray/dapog, pemasangan sekat, penaburan benih, pemidahan bibit ke lahan penelitian, dan perawatan persemaian. Saat penaburan benih dilakukan, terdapat hal-hal yang mempengaruhi pertumbuhan persemaian padi, diantaranya adalah jumlah benih yang ditanam dan cara penebaran benih yang tidak merata. Jarak benih yang presisi dapat memberikan hasil yang maksimal, terutama untuk memberikan ruang untuk setiap benih, mengurangi kompetisi dalam mendapatkan nutrisi (Djoyowasito dkk., 2019).

3.4.3 Penanaman

Penanaman bibit padi dilakukan setelah pengaplikasian pupuk hayati cair dikombinasikan dengan *charcoal* diperkaya. Sebelum dilakukan penanaman padi, terlebih dahulu benih padi dilakukan penyemaian. Bibit yang siap ditanam adalah sekitar berumur 8-12 hari. Bibit padi ditanam pada titik sudut dari garis yang telah dibuat. Jarak tanam menerapkan sistem tanam legowo dengan jarak tanam yaitu 25 cm × 25 cm antar rumpun dalam baris dan 50 cm sebagai jarak antar barisan/lorong.

3.4.4 Pengaplikasian Pupuk

Pupuk yang diaplikasikan adalah pupuk kimia dan pupuk hayati cair. Pupuk kimia diaplikasikan 3 kali dengan cara disebar, yaitu pada 7 HST, 30 HST dan 45 HST dengan dosis sesuai dengan perlakuan. Sedangkan pupuk hayati cair diaplikasikan dengan cara disemprot ke lahan sebanyak 3 kali, yaitu pada 7 HST, 30 HST dan 45 HST masing-masing sebanyak 5 L ha⁻¹. Dosis 450 ml petak⁻¹ pupuk hayati cair dicampurkan dengan 7,5 L air untuk diaplikasikan dalam satu petak lahan.

3.4.5 Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman dilakukan setelah penanaman bibit di lahan. Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan, pengairan, pengendalian gulma, hama dan penyakit. Pemupukan dilakukan berdasarkan dosis pada masing-masing perlakuan. Sedangkan untuk pengendalian hama dan penyakit dilakukan pada 60 HST dengan menggunakan insektisida dan fungisida. Untuk pengendalian gulma dilakukan penyiangan dengan cara mencabut gulma yang tumbuh disekitar tanaman. Pengairan dilakukan dengan membuka saluran air ketika dibutuhkan, karena kondisi lahan tidak selalu tergenang air atau macak-macak sehingga pengairan harus terus dikontrol.

3.4.6 Pemanenan

Pemanenan padi dilakukan pada saat tanaman padi memasuki fase generatif periode pemasakan bulir yaitu berumur 100 HST. Pemanenan dilakukan dengan memotong pangkal batang padi pada ketinggian 4 cm di atas permukaan tanah.

3.5 Variabel Pengamatan

Variabel utama yang diamati dalam penelitian ini yaitu populasi dan keanekaragaman zooplankton pada air genangan air sawah. Sedangkan untuk variabel pendukung yang diamati C-organik, N-total, P-tersedia, pH tanah pada saat sesudah perlakuan.

3.5.1 Sampling Populasi dan Keanekaragaman Zooplankton

Pada tiap-tiap satuan pengamatan diambil 3 (tiga) titik sampel dari air genangan yang berada diantara baris tanaman padi sawah. Sampel diambil secara berkala selama pertanaman padi, yaitu 60 HST, 70 HST, 80 HST, 90 HST dan 100 HST pada saat fase generatif. Sebelum pengambilan sampel terlebih dahulu dilakukan pengukuran ketinggian muka air genangan sawah dengan menggunakan penggaris panjang. Sampling dilakukan antara pukul 8.30 WIB sampai dengan 10.00 WIB di setiap plot percobaan. Kedalaman air yang diambil adalah berkisar antara 1-15 cm

sebanyak 250 ml tiap sampel. Setiap sampel air dimasukkan ke dalam botol plastik dan dimasukkan dalam *coolbox* yang berisi pendingin untuk meminimalkan perubahan data selama pengangkutan dari lapangan ke laboratorium.

3.5.2 Pengamatan Zooplankton di Laboratorium

Di laboratorium, sampel air dituangkan ke cawan petri secara sedikit demi sedikit untuk diamati organisme yang terdapat pada sampel tersebut. Dalam pengamatan dan penghitungan organisme yang teramati dipisahkan dengan bantuan pipet yang diamati di bawah mikroskop stereo dengan perbesaran 20– 40 kali. Kepadatan masing-masing organisme (jumlah m^{-2}) dihitung berdasarkan persamaan: jumlah $m^{-2} = \text{jumlah per 250 ml} \times \{(\text{kedalaman air} \times 10.000)/250\}$. Organisme diidentifikasi setidaknya sampai pada level ordo (Niswati dan Purnomo, 2007).

Untuk menghitung keanekaragaman digunakan Indeks Shannon-Wiener untuk diversitas (H') menggunakan rumus:

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

Keterangan: p_i = perbandingan jumlah individu suatu jenis dengan keseluruhan jenis.

3.5.3 Analisis Tanah

Analisis yang dilakukan untuk mengetahui pH tanah dan jumlah hara N-Total, P-Tersedia dan C-Organik Tanah. Analisis dilakukan dengan metode sebagai berikut (Tabel 2):

Tabel 2. Metode analisis sifat kimia tanah pH tanah, C-organik, N-total, P-tersedia

Parameter	Metode	Waktu
pH tanah	H ₂ O	50 HST dan 100 HST
C-organik	<i>Walkley and Black</i>	50 HST dan 100 HST
N-total	<i>Kjeldahl</i>	50 HST dan 100 HST
P-tersedia	<i>Bray-1</i>	50 HST dan 100 HST

Keterangan: HST (Hari Setelah Tanam).

3.5.4 Pengamatan Produksi Padi

Pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui hasil produksi padi sawah yaitu pengamatan destruktif (merusak) dengan parameternya yaitu Bobot Gabah Kering pada 100 HST.

3.6 Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian pengaruh pupuk hayati terhadap organisme air genangan tanah sawah akan diuji homogenitas ragam dengan Uji Bartlett dan aditivitasnya dengan Uji Tukey, apabila asumsi terpenuhi maka dilakukan analisis ragam. Selanjutnya apabila perlakuan berpengaruh nyata akan

dilakukan Uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5% serta Box Plot dengan menggunakan Program SPSS 26. Sedangkan komposisi organisme air genangan tanah sawah diuji dengan analisis kluster yang dilakukan dengan program Minitab

19. Kemudian untuk mengetahui hubungan antara C-organik, N-total, P-tersedia, pH tanah dengan populasi dan keanekaragaman zooplankton dilakukan Uji Korelasi.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perlakuan perlakuan P₄ memiliki jumlah populasi dan keanekaragaman zooplankton yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan P₁, perlakuan P₂ dan perlakuan P₃. Didapatkan 6 jenis zooplankton dominan di semua plot yaitu *Cladocera*, *Podocopida*, *Cyclopoida*, *Gerris sp.*, *Epitcheca stella/sepia* dan *Milipede*.
2. Pada penelitian ini didapatkan hasil berbeda nyata, pada parameter C-organik perlakuan P₁ (pupuk kimia 100% + pupuk hayati 100%) dan parameter P-tersedia perlakuan P₄ (pupuk kimia 50% + pupuk hayati 100%).
3. Terdapat korelasi antara populasi zooplankton pada pengamatan 100 HST dengan produksi padi, menunjukkan hubungan korelasi positif dan nyata.

5.2 Saran

Saran penulis agar dilakukan penelitian lanjutan pada kombinasi pupuk anorganik dengan pupuk hayati dengan dosis yang lebih beragam, agar dapat mengetahui nyata atau tidaknya terhadap populasi zooplankton dan dapat mengetahui lebih banyak lagi jenis zooplankton yang terdapat pada genangan air padi sawah (*Oryza sativa* L.).

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad, R.S. 2018. *Bahan organik tanah: Klasifikasi, fungsi dan metode studi*. Lambung Mangkurat University Press. Banjarmasin.
- Aryanto, A. 2015. Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah dan Gogo dengan Pemberian Pupuk Hayati Berbasis Bakteri Pemacu Tumbuh di Tanah Masam. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)*, 20 (3) : 229-235.
- Augusta, T.S. 2013. Struktur komunitas zooplankton di Danau Hanjalutung berdasarkan jenis tutupan vegetasi. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 2 (2) : 68-74.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2017. *Produksi Tanaman Padi Sawah menurut Kabupaten/Kota*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2019. *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2019*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Barrus, T.A. 2002. *Limnologi*. FMIPA USU. Medan.
- Departemen Pertanian. 2008. *Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) Padi Gogo*. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Djoyowasito, G., Ahmad, A.M., Purnomo, D., dan Chotimah, C. 2019. Persemaian Padi Teknik Dapog Menggunakan Media Tanam Organik dengan Penambahan Sekat Satu Jalur Vertikal dan Pengaruhnya terhadap Uji Kinerja Indo Jarwo Rice Transplanter. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*, 5 (2) : 96–107.
- Hanna, Hanifah dan Mukhlis. 2020. *Buku Saku LOB*. PT. Inbio Tani Nusantara. Lampung.
- Hanum, C. 2008. *Teknik Budidaya tanaman Jilid 2*. Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

- Herdiyanto, D.D., dan Setiawan, A. 2015. Upaya Peningkatan Kualitas Tanah Melalui Sosialisasi Pupuk Hayati, Pupuk Organik, Dan Olah Tanah Konservasi Di Desa Sukamanah Dan Desa Nanggerang Kecamatan Cigalontang Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Aplikasi Ipteks untuk Masyarakat*, 4 (1) : 47–53.
- Hidayatullah, I.T. 2014. *Pengaruh Kombinasi Pupuk Hayati Cair dengan Pupuk NPK terhadap Populasi Azotobacter sp., Bakteri Pelarut Fosfat dan Hasil Tanaman Caisim (Brassica juncea, L.) Pada Inceptisol*. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran, Jatinangor.
- Husodo. 2007. *Pengembangan Padi Gogo Unggul Baru*. BPTP Bogor. Bogor.
- Irawati, A., dan Kusnanto, T. 2017. Pengaruh aplikasi pupuk hayati terhadap sifat kimia tanah pada lahan sawah. *Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokasi Untuk Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN*. Hal: 272-278.
- James, E.K., Gyaneshwar, N., Mathan, W.L., Barraquio., dan Ladha. 2000. Endophytic diazotroph associated with rice. In: Ladha J.K., Reddy P.M, editors. The quest for nitrogen fixation in rice. *International Rice Research Institute (IRRI)*, : 119-140.
- Kalay, A.M., Uluputty, M.R., Leklioy, J.M.A., dan Hindersah, R. 2016. Aplikasi Pupuk Hayati Konsorsium Dan Inokulan Padat Trichoderma harzianum Terhadap Produktivitas Tanaman Sawi Pada Lahan Terkontaminasi Rhizoctonia solani Application Of Trichoderma harzianum Solid Inokulan And Biofertilizer Consortium On Choy Sum Product. *Jurnal Agrologia*, 5 (2) : 78– 86.
- Kumar, R., Kumawat, N., dan Sahu, Y.K. 2017. Role of biofertilizers in agriculture. *Jurnal Popular Kheti*, 5 (4) : 63-66.
- Lantoi, R.R., Darman, S., dan Patadungan, Y.S. 2016. Identifikasi Kualitas Tanah Sawah Pada Beberapa lokasi Di Lembah Palu Dengan Metode Skoring Lowery. *Jurnal Agroland*, 23 (3) : 243-250.
- Masdar. 2010. *Produksi Tanaman Pangan*. UPT. Percetakan dan Penerbitan Universitas Andalas. Padang.
- Maulana, I., Bayu, E.S. dan Putri, L.A.P. 2013. Evaluasi karakter morfologis dan produksi mutan padi dengan aplikasi pupuk N dan P yang berbeda. *Jurnal Online Agroteknologi*. 1 (4): 1120 – 1129.
- Mezuan, Handayani, I.P., dan Inorih. E. 2002. Penerapan Formulasi Pupuk Hayati Untuk Budidaya Padi Gogo. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 4 (1) : 27–34.

- Moelyohadi, Y., Harun, M.U., Munandar, R., Hayati dan Gofar, N. 2012. Pemanfaatan Berbagai Jenis Pupuk Hayati pada Budidaya Tanaman Jagung (*Zea mays. L*) Efisien Hara di Lahan Kering Marginal. *Jurnal Lahan Suboptimal*, 1 (1) : 31-39.
- Mohamad., L. 2016. *Biodiversitas Artropoda Pada Pertanaman Padi Organik dan Non Organik*. Ideas Publishing. Gorontalo.
- Murnita dan Taher., Y.A. 2021. Dampak Pupuk Organik dan Anorganik Terhadap Perubahan Sifat Kimia Tanah dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*). *Jurnal Menara Ilmu*, 15 (2) : 67-76.
- Niswati, A., dan Arif, M.A.S. 2008. Perubahan Populasi Protozoa dan Alga Dominan pada Air Genangan Tanah Padi Sawah yang Diberi Bokashi Berkelanjutan. *Jurnal Tanah Trop*, 13 (3) : 225-231.
- Niswati, A., dan Purnomo. 2007. Perubahan Komunitas dan Keanekaragaman Organisme Air Genangan Tanah Sawah pada Tanah Sawah Pagelaran dan Taman Bogo Provinsi Lampung. *Jurnal Akta Agrosia Edisi Khusus*, (2) : 213 – 219.
- Nurida, N.L. 2014. Potensi Pemanfaatan Biochar untuk Rehabilitasi Lahan Kering di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan Edisi Khusus* : 57-68.
- Pirngadi, S., dan Abdulrachman, S. 2005. Pengaruh Pupuk Majemuk NPK (15-15-15) Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Padi Sawah. *Jurnal Agrivigor* 4: 188-197.
- Pradhan, N., and Sukla, L.B. 2005. Solubilization of inorganic phosphate by fungi isolated from agriculture soil. *African J. Biotechnol.* 5:850-854.
- Prasetyo, B. H., dan Suriadikarta, D.A. 2006. Karakteristik, potensi, dan teknologi pengelolaan tanah ultisol untuk pengembangan pertanian lahan kering di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 25 (2) : 39-46.
- Riyanto, R. 2018. Substitusi Pupuk Anorganik dengan Pupuk Organik Hayati pada Budidaya Padi Sawah dengan Metode SRI. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal : 1-41
- Sasminto, A. T dan Sularno. 2017. Efektivitas Konsentrasi Pupuk Cair Hayati terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa L.*). *Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Jakarta "Pertanian dan tanaman herbal berkelanjutan di Indonesia"*. Jakarta, 8 November 2017. Hal : 220 – 228.

- Saleh, I., dan Sungkawa, I. 2018. Peningkatan Produktivitas Padi Sawah Dengan Pemupukan Organik Dan Hayati Di Kabupaten Kuningan, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi*. : 92-100.
- Saraswati, R., Prihatini, T., dan Hastuti, R.D. 2004. Teknologi pupuk mikroba untuk meningkatkan efisiensi pemupukan dan keberlanjutan sistem produksi padi sawah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Agroklimatologi*, 7 (2) : 7-13.
- Saraswati, R. 2007. *Pengembangan Teknologi Mikroflora Tanah Multiguna Untuk Efisiensi Pemupukan Dan Keberlanjutan Produktivitas Lahan Pertanian*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat. Bogor.
- Saraswati, R dan Sumarno. 2008. Pemanfaatan Mikroba Penyubur Tanah Sebagai Komponen Teknologi Pertanian. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*, 3 (1) : 41- 58.
- Siwanto, T., dan Melati, M. 2015. Peran Pupuk Organik dalam Peningkatan Efisiensi Pupuk Anorganik pada Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agron Indonesia*, 43 (1) : 8-14.
- Subagyo, H., Suharta, N dan Siswanto, A.B. 2000. *Tanah-tanah Pertanian di Indonesia: Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya*. Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Suherman, C., Soleh, M.A., Nuraini, A. dan Fatimah, A.N. 2018. Pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum* sp.) yang diberi pupuk hayati pada pertanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) TBM I. *Jurnal Kultivasi* 17 (2) : 648-655.
- Sulaeman, Y., dan Erfandi, D. 2017. Pengaruh Kombinasi Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Sifat Kimia Tanah, dan Hasil Tanaman Jagung di Lahan Kering Masam. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*, 20 (1) : 1-12.
- Syahputra, E., dan Sarbino, D.S. 2011. Weeds Assessment di Perkebunan Kelapa Sawit Lahan Gambut. *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*, 1 : 37-42.
- Syarifudin, A. 2002. Teknik identifikasi mikroorganisme penyedia unsur hara tanaman pada ultisols pulau Buru. *Bulletin Teknik Pertanian*, 7 (1) : 21-24.
- Wahyuni, S., Rianto, S., Muanisah, U., dan Setyanto, P. 2016. Pemanfaatan Pupuk Organik untuk Meningkatkan Populasi Bakteri dan Produksi Tanaman Padi Gogoranch. *Proceeding Biology Education Conference*, 13 (1) : 752-756.

Wolf, D.C., dan Wagner, G.H. 2005. Principle and application of soil microbiology 2nd. Di dalam: Silvia, D.M., Jeffrey, J. F., Peter, G. H., David, A.Z., editors. *Carbon Transformation and Soil Organic Matter Formation*, 285-331.

Yamazaki, M., Hamada, Y., Ibuka, T., Momii, T., dan Kimura, M. 2001. Seasonal Variations in the Community Structure of Aquatic Organisms in a Paddy Field under a Long-Term Fertilizer Trial. *Soil science and plant nutrition*, 47 (3) : 587-599.