

**KAJIAN KETERSEDIAAN UNSUR HARA MIKRO (Fe, Cu,  
dan Zn) PADA LAHAN SAWAH DENGAN PERLAKUAN  
PENGELOLAAN AIR DAN BAHAN ORGANIK**

Oleh

**YOAN LAURENCIUS GULTOM**



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS PERTANIAN  
MALANG  
2024**





**KAJIAN KETERSEDIAAN UNSUR HARA MIKRO (Fe, Cu, dan Zn)  
PADA LAHAN SAWAH DENGAN PERLAKUAN PENGELOLAAN AIR  
DAN BAHAN ORGANIK**

Oleh:

**YOAN LAURENCIUS GULTOM**

**195040201111117**

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI**

**MINAT MANAJEMEN SUMBERDAYA LAHAN**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana  
Pertanian Strata Satu (S -1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS PERTANIAN**

**DEPARTEMEN TANAH**

**MALANG**

**2024**



## PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing dan pembimbing lapang. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di perguruan tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang dikutip dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka

Malang, 15 Januari 2024

Yoan Laurencius Gultom

## LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : **KAJIAN KETERSEDIAAN UNSUR HARA MIKRO (Fe, Cu, dan Zn) PADA LAHAN SAWAH DENGAN PERLAKUAN PENGELOLAAN AIR DAN BAHAN ORGANIK.**

Nama Mahasiswa : Yoan Laurencius Gultom

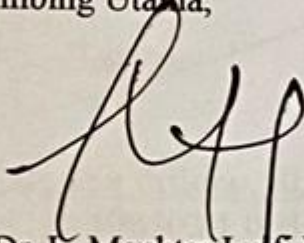
NIM : 195040201111117

Departemen : TANAH

Menyetujui : Dosen Pembimbing

Disetujui

Pembimbing Utama,



Prof. Dr. Ir. Mochtar Lutfi Rayes, M.Sc.  
NIP. 19540505 198003 1 008

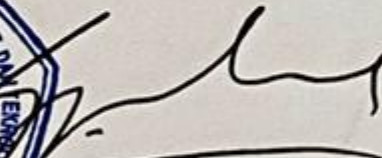
Pembimbing Pendamping,



Ali Pramono, SP., M. Biotech  
NIP. 19731025 200112 1 001

Mengetahui,  
Ketua Departemen Tanah



  
Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D  
NIP. 19791018 200501 1 022

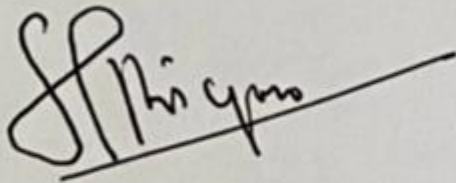
Tanggal Persetujuan: **05 JAN 2024**

# LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

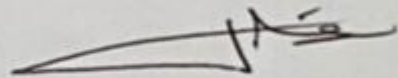
## MAJELIS PENGUJI

Penguji I



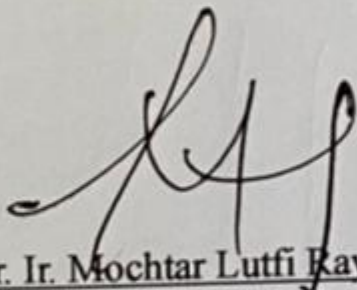
Prof. Dr. Ir. Sugeng Prijono, SU.  
NIP. 19580214 198503 1 003

Penguji II



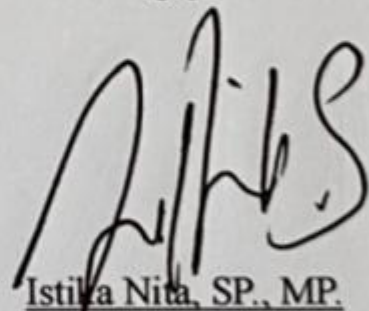
Ali Pramono, SP., M. Biotech.  
NIP. 19731025 200112 1 001

Penguji III



Prof. Dr. Ir. Mochtar Lutfi Kayes, M.Sc.  
NIP. 19540505 198003 1 008

Penguji IV



Istiwa Nita, SP., MP.  
NIP. 19891118 201903 2 012

Tanggal Pengesahan: 28 DEC 2023





## RINGKASAN

### **YOAN LAURENCIUS GULTOM. 195040201111117. Kajian Ketersediaan Unsur Hara Mikro (Fe, Cu, dan Zn) pada Lahan Sawah dengan Perlakuan Pengelolaan Air dan Bahan Organik di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian. Mochtar Lutfi Rayes Selaku Pembimbing Utama dan Ali Pramono Selaku Pembimbing Pendamping.**

Lahan sawah merupakan lahan basah dengan kondisi lahan tergenang terus-menerus yang umumnya ditanami tanaman padi. Tanaman padi dapat tumbuh di lahan tergenang karena tanaman padi memiliki sistem perakaran serabut yang memiliki saluran *aerenchym* yang berperan dalam penyediaan oksigen di dalam akar, selain itu akar tanaman padi juga berperan dalam penyerapan unsur hara di dalam tanah. Tanaman padi menyerap unsur hara makro untuk pertumbuhan tanaman padi. Selain unsur hara makro, unsur hara mikro juga diserap oleh tanaman padi meski dalam jumlah sedikit. Unsur hara mikro memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman padi, kekurangan maupun kelebihan unsur hara mikro dapat menyebabkan gejala yang berdampak pada pertumbuhan tanaman padi. Kekurangan maupun kelebihan unsur hara mikro dipengaruhi kondisi tanah yang tergenang terus-menerus yang menyebabkan perubahan ketersediaan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn. Penggenangan terus menerus dapat menyebabkan keracunan Fe, Cu, dan Zn pada tanah sawah. Oleh sebab itu dibutuhkan metode pengelolaan air AWD (*Alternate Wetting and Drying*) dan MiDi (*Mid-Season Drainage*) dengan penambahan bahan organik jerami untuk mengatasi keracunan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn pada tanah sawah.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2022 hingga Mei 2023 di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Pati, Jawa Tengah. Penelitian ini disusun dengan menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan 2 faktor dan 4 ulangan. Faktor pertama yaitu perlakuan pengelolaan air sebagai berikut 1) pengairan tergenang secara terus menerus atau CF, 2) pengairan basah kering atau AWD-25 cm, 3) pengairan pengeringan pertengahan musim atau MiDi. Faktor kedua yaitu penambahan bahan organik jerami. Varietas padi yang digunakan adalah Inpari 32 dan plot percobaan berukuran 4 m x 4 m yang dilapisi plastik sedalam 40 cm untuk mengurangi rembesan ke samping. Parameter pengamatan meliputi unsur hara mikro (Fe, Cu, dan Zn) KTK, C-Organik, tekstur tanah, pH tanah, serta produksi padi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan CF, AWD, dan MiDi dan penambahan bahan organik serta interaksi antara kedua perlakuan menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap pH, KTK, C-Organik tanah serta ketersediaan unsur hara Fe, Cu, dan Zn pada fase vegetatif maksimum dan masa panen pada tanah sawah. Perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik mampu meningkatkan pH, dan C-Organik tanah setelah perlakuan dan perlakuan AWD dengan penambahan bahan organik meningkatkan KTK tanah. Perlakuan MiDi tanpa penambahan bahan organik mampu menurunkan Fe sebesar 56,98% dan Cu sebesar 12,8%, namun meningkatkan Zn sebesar 4,64%. Perlakuan CF dengan penambahan bahan organik jerami memperoleh hasil Gabah Kering Panen (GKP) tertinggi yaitu sebesar 7,88 ton/ha dan Gabah Kering Giling (GKG) yaitu 6,26 ton/ha.



## SUMMARY

**YOAN LAURENCIUS GULTOM. 19504020111117. Study of the Availability of Micronutrients (Fe, Cu, and Zn) in Paddy Fields with Water and Organic Matter Management Treatment. Under the guidance of Mochtar Lutfi Rayes As The Main Supervisor and Ali Pramono Companion Supervisor**

Paddy fields are wetlands with continuously flooded conditions which are generally planted with rice plants. Rice plants can grow in flooded land because rice plants have a fibrous root system which has aerenchymal channels which play a role in providing oxygen in the roots, apart from that, rice plant roots also play a role in absorbing nutrients in the soil. Rice plants absorb macro nutrients for the growth of rice plants. Apart from macro nutrients, micro nutrients are also absorbed by rice plants, although in small quantities. Micronutrients have an important role in the growth of rice plants, deficiencies or excesses of micronutrients can cause symptoms that impact the growth of rice plants. Deficiencies or excesses of micronutrients are caused by conditions of soil that are continuously flooded, which causes changes in the availability of micronutrients Fe, Cu and Zn. Continuous flooding can cause Fe, Cu and Zn poisoning in rice fields. Therefore, AWD (Alternate Wetting and Drying) and MiDi (Mid-Season Drainage) water management methods are needed with the addition of organic straw to overcome the poisoning of the micronutrients Fe, Cu and Zn in paddy fields.

The research was carried out from October 2022 to May 2023 at the Pati Agricultural Environmental Research Institute, Central Java. This research was structured using a factorial randomized block design with 2 factors and 4 replications. The first factor is the water management treatment as follows: 1) continuous stagnant irrigation or CF, 2) wet-dry irrigation or AWD-25 cm, 3) mid-season drying irrigation or MiDi. The second factor is the addition of straw organic material. The rice variety used was Inpari 32 and the experimental plot measuring 4 m x 4 m was covered with plastic to a depth of 40 cm to reduce seepage to the sides. Observation parameters include micro nutrients (Fe, Cu, and Zn) CEC, C-Organic, soil texture, soil pH, and rice production.

The results showed that the CF, AWD, and MiDi treatments and the addition of organic material as well as the interaction between the two treatments showed that the results had no significant effect on soil pH, Cation Exchange Capacity (CEC), C-Organic and the availability of Fe, Cu, and Zn nutrients in the maximum vegetative phase and mass. Harvesting in paddy fields. MiDi treatment with the addition of organic material was able to increase the pH and C-Organic of the soil after treatment and AWD treatment with the addition of organic material increased the CEC of the soil. MiDi treatment without the addition of organic matter was able to reduce Fe by 56.98% and Cu by 12.8%, but increased Zn by 4.64%. CF treatment with the addition of straw organic material obtained the highest yield of Harvested Dry Grain, namely 7.88 tonnes/ha and Milled Dry Grain namely 6.26 tonnes/ha.





## KATA PENGANTAR

Pertama-tama saya panjatkan puji syukur atas rahmat dan berkat kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan berkatnya penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “**KAJIAN KETERSEDIAAN UNSUR HARA MIKRO (Fe, Cu, dan Zn) PADA LAHAN SAWAH DENGAN PERLAKUAN PENGELOLAAN AIR DAN BAHAN ORGANIK**”. Dalam pembuatan skripsi ini penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yang telah mendoakan saya dan mendukung saya untuk menyelesaikan skripsi ini,
2. Prof. Dr. Ir. Mochtar Lutfi Rayes, M.Sc. selaku dosen pembimbing utama saya yang mendukung dan membimbing saya selama pembuatan skripsi ini,
3. Bapak Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph. D selaku Ketua Departemen Ilmu Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya,
4. Bapak Ali Pramono, SP., M. Biotech selaku pembimbing pendamping yang mendukung pembuatan skripsi ini,
5. Theresia Aprianti Gultom, S.Pd selaku kakak kandung yang memberikan semangat dan motivasi dalam pembuatan skripsi ini, dan
6. Semua pihak yang membantu dan memberikan inovasi kepada penulis dalam pembuatan skripsi ini

Kesempurnaan hanya milik Tuhan Yang Maha Esa, maka apabila dalam pembuatan skripsi ini terdapat kekurangan dan kesalahan yang belum penulis ketahui, dengan hati terbuka penulis menerima kritik dan saran dari para pembaca sampai tercapainya hasil yang lebih baik lagi.

Malang, 15 Januari 2024

Penulis



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kota Pematang Siantar pada tanggal 10 Juni 2001 sebagai anak kedua dari lima bersaudara dari bapak Selamat Gultom dan Ibu Romatua Sianturi S.Pd. Penulis menyelesaikan Pendidikan Usia Dini di Paud Maria desa Ria-ria pada tahun 2007. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD N 173420 Pollung pada tahun 2007 sampai tahun 2013, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Swasta Santo Yoseph Lintongnihuta pada tahun 2013 dan selesai pada tahun 2016. Penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Swasta Sultan Agung Pematang Siantar pada tahun 2016 sampai tahun 2019. Pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan Strata 1 (S1) Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Pada Tahun 2021, penulis terdaftar sebagai mahasiswa Departemen Tanah dengan minat Pedologi dan Sistem Informasi Sumberdaya Lahan (PSISDL). Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam kepanitiaan di tingkat fakultas seperti Pasca Rantai pada tahun 2019/2020, Natal KMK 2019, 2020, dan 2021, PMB KMK 2020, dan 2022, dan panitia GATRAKSI pada tahun 2022. Selama masa studi penulis juga aktif dalam berorganisasi sebagai bidang acara di KMK periode 2022.



## DAFTAR ISI

RINGKASAN .....	1
SUMMARY .....	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
RIWAYAT HIDUP .....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan .....	4
1.4 Hipotesis .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
1.6 Alur Pikir Penelitian .....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Kesuburan Tanah pada Lahan Sawah .....	7
2.2 Ketersediaan Unsur Hara Mikro di Lahan Sawah .....	8
2.3 Unsur Hara Mikro dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman Padi.....	9
2.4 Sistem Pengelolaan Air pada Lahan Sawah.....	12
2.5 Bahan Organik .....	14
III. BAHAN DAN METODE.....	16
3.1 Tempat dan Waktu.....	16
3.2 Alat dan Bahan.....	16
3.3 Metode Penelitian .....	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	18
3.5 Analisis Data.....	21
3.6 Pengamatan Parameter.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Analisis Tanah Awal.....	26
4.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap pH, KTK, dan C-Organik.....	27
4.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Ketersediaan Fe, Cu dan Zn.....	33



4.4	Produksi Padi.....	42
4.5	Hubungan Unsur Hara Mikro Fe, Cu, dan Zn dengan Produksi Padi.....	44
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	48
5.1	Kesimpulan.....	48
5.2	Saran.....	48
	DAFTAR PUSTAKA.....	50
	LAMPIRAN.....	57



**DAFTAR GAMBAR**

No	Teks	Halaman
1.	Alur Pikir Penelitian.....	6
2.	Peta Lokasi Penelitian Sawah Tadah Hujan.....	16
3.	Denah Percobaan.....	17

**DAFTAR TABEL**

No	Teks	Halaman
1.	Kandungan Unsur Hara Mikro di Dalam Tanah .....	9
2.	Kriteria Unsur Hara Mikro Cu, Zn, Dan Fe Menggunakan Ekstrak DTPA. ....	12
3.	Perlakuan Pengairan.....	19
4.	Hasil Analisis Dasar Fisik dan Kimia Tanah Awal.....	26
5.	Derajat Kemasaman Tanah (pH).....	28
6.	Kapasitas Tukar Kation (KTK).....	30
7.	C-Organik Tanah.....	32
8.	Kandungan Fe-Tersedia Pada Setiap Perlakuan.....	34
9.	Kandungan Cu-Tersedia Pada Setiap Perlakuan.....	37
10.	Kandungan Zn-Tersedia pada Setiap Perlakuan .....	40
11.	Hasil Gabah Kering Panen dan Gabah Kering Giling Tanaman padi .....	42
12.	Hubungan Unsur Hara Mikro Terhadap Gabah Kering Panen (GKP).....	44
13.	Hubungan Unsur Hara Mikro Terhadap Gabah Kering Giling (GKG).....	45



## DAFTAR LAMPIRAN

No	Teks	Halaman
1.	Deskripsi varietas padi inpari 32.....	57
2.	Perhitungan bahan organik dan pupuk organik.....	58
3.	ANOVA pH Tanah pada Fase Vegetatif Maksimum .....	58
4.	ANOVA pH Tanah pada masa Panen .....	59
5.	ANOVA KTK Tanah pada Fase Vegetatif Maksimum.....	59
6.	ANOVA KTK Tanah pada Masa Panen .....	59
7.	ANOVA C-Organik Tanah pada Fase Vegetatif Maksimum .....	60
8.	ANOVA C-Organik Tanah pada Masa Panen.....	60
9.	ANOVA Besi (Fe) pada Fase Vegetatif Maksimu .....	60
10.	ANOVA Besi (Fe) pada Masa Panen .....	61
11.	ANOVA Tembaga (Cu) pada Fase Vegetatif Maksimum.....	61
12.	ANOVA Tembaga (Cu) pada Masa Panen .....	61
13.	ANOVA Seng (Zn) pada Fase Vegetatif Maksimum.....	61
14.	ANOVA Seng (Zn) pada Masa Panen .....	62
15.	ANOVA Hasil Gabah Kering Panen (GKP).....	62
16.	ANOVA Hasil Gabah Kering Giling (GKG).....	62
17.	Hubungan Fe Terhadap Gabah Kering Panen (GKP) .....	63
18.	Hubungan Cu Terhadap Gabah Kering Panen (GKP).....	64
19.	Hubungan Zn Terhadap Gabah Kering Panen (GKP).....	65
20.	Hubungan Fe Terhadap Gabah Kering Giling (GKG) .....	66
21.	Hubungan Cu Terhadap Gabah Kering Giling (GKG).....	67
22.	Hubungan Zn Terhadap Gabah Kering Giling (GKG).....	68
23.	Data Pengamatan Curah Hujan Bulan Oktober 2022 - Januari 2023.....	69
24.	Data Hasil Analisis Tanah .....	71
25.	Perlakuan Pengairan.....	74
26.	Dokumentasi Penelitian .....	75



## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan iklim global merupakan isu yang saat ini menjadi perhatian penting bagi masyarakat dunia saat ini. Perubahan iklim (*climate change*) merupakan hal yang tidak dapat dihindari akibat pemanasan global yang diyakini akan berdampak luas terhadap aspek kehidupan, termasuk sektor pertanian.

Menurut Hidayati (2015) sektor pertanian sangat rentan terhadap adanya perubahan iklim karena berpengaruh terhadap pola tanam, waktu tanam, produksi dan kualitas hasil. Salah satu sektor pertanian yang terdampak akibat adanya perubahan iklim yaitu lahan sawah. Sawah merupakan lahan basah yang digunakan untuk membudidayakan tanaman padi. Lahan sawah umumnya terdapat dua jenis yaitu sawah irigasi dan juga sawah tadah hujan. Sawah yang airnya bersumber dari air irigasi disebut sawah irigasi sedangkan sawah yang sumber airnya berasal dari air hujan merupakan sawah tadah hujan. Namun tidak sedikit lahan sawah digunakan untuk menanam tanaman lain seperti palawija, hortikultura, dan tanaman semusim (Palembang *et al.*, 2013). Lahan sawah umumnya lahan dengan kondisi tergenang sehingga berpengaruh terhadap sifat fisika, kimia, maupun biologi tanah. Menurut Hikmat dan Yanto (2022) perubahan sifat-sifat fisika, kimia, biologi, dan mineralogi tanah disebabkan karena adanya proses reduksi dan oksidasi yang merupakan proses-proses utama pada tanah sawah. Proses pelumpuran dan perubahan drainase tanah menyebabkan penghancuran mineral tanah oleh ferolisis, terjadinya iluviasi atau eluviasi partikel tanah. Selain perubahan sifat tanah, penggenangan secara terus menerus juga dapat mengakibatkan terjadinya pemborosan air. Menurut Pramono *et al.* (2018) suatu kendala pembatas dalam budidaya pertanian dan keamanan pangan adalah ketersediaan air. Oleh sebab itu diperlukan upaya pengairan hemat air namun tidak menurunkan produksi padi.

Tanaman padi merupakan tanaman semusim yang memiliki kemampuan beradaptasi di berbagai macam kondisi lingkungan. Tanaman padi memiliki sistem perakaran yang unik yang menyebabkan tanaman padi dapat hidup di lahan yang tergenang. Tanaman padi memiliki sistem perakaran serabut yang memiliki saluran *aerenchym* yang berperan dalam penyediaan oksigen di daerah perakaran ketika tanaman padi dalam kondisi tergenang air (anaerob) (Eddy, 2022). Selain itu akar



tanaman padi juga berfungsi dalam penyerapan unsur hara dalam tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman. Tanaman padi membutuhkan unsur hara untuk pertumbuhan dan perkembangannya. Selain unsur hara makro, unsur hara mikro sangat dibutuhkan untuk membantu pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi.

Unsur hara mikro pada tanaman padi sangat penting meskipun yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Unsur hara mikro yang diserap tanaman padi yaitu unsur hara Fe, Cu, dan Zn. Menurut Kaya (2018) pada pertumbuhan vegetatif tanaman padi membutuhkan unsur hara mikro Fe, dan Zn yang diserap dalam bentuk tersedia.

Unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman terutama tanaman padi. Unsur hara mikro Fe memiliki fungsi dalam membentuk sintesis klorofil, memegang peran penting dalam transfer energi, respirasi dan metabolisme tanaman dalam fiksasi nitrogen, mengaktifkan beberapa enzim dan merupakan komponen penyusun protein yang dapat memacu pertumbuhan tinggi panjang, dan lebar daun tanaman (Yolanda *et al.*, 2020). Sementara itu unsur hara Cu memiliki fungsi dalam pembentukan klorofil serta ketahanan tanaman terhadap penyakit dan Zn memiliki fungsi dalam metabolisme asam nukleat, pembelahan sel, sintesis protein serta dapat meningkatkan retensi terhadap serangan OPT. Unsur Hara Fe di dalam tanah lebih mendominasi dibandingkan unsur lain, karena jumlah besi dalam tanah yang dapat direduksi sangat banyak, yakni 10 kali lebih banyak dari total unsur-unsur lain yang dapat direduksi. Sementara itu unsur hara mikro Cu dan Zn sangat dipengaruhi oleh penggenangan pada lahan sawah dimana saat penggenangan dapat menurunkan konsentrasi Cu dan Zn (Hardjowigeno dan Rayes, 2005).

Pengaruh penggenangan air dapat menyebabkan perubahan kimia yang terjadi di dalam tanah. Menurut Munandar *et al.* (2018) penggenangan terus-menerus menyebabkan perubahan sifat tanah. Perubahan sifat kimia berupa perubahan elektrokimia seperti: perubahan pH tanah, reduksi  $Mn^{4+}$ ,  $Fe^{3+}$ , dan  $SO_4^{2-}$ , dan perubahan ketersediaan Cu, Fe, dan Zn. Penggenangan air secara terus menerus dapat menyebabkan tanaman menjadi keracunan Fe karena dapat memacu akar menyerap ion  $Fe^{2+}$  dalam jumlah berlebih (Atmaja *et al.*, 2018). Pengaruh penggenangan yang terjadi pada lahan sawah dapat menurunkan ketersediaan Zn di dalam tanah disebabkan karena (a) pengendapan Zn  $(OH)_2$  sebagai akibat naiknya

pH setelah penggenangan, (b) pengendapan  $ZnCO_3$  karena akumulasi  $CO_2$  akibat dekomposisi bahan organik, dan (c) Pengendapan  $ZnS$  pada tanah yang tereduksi. Sifat Cu pada tanah tergenang mirip seperti Zn dimana menurunnya Cu akibat dari adanya pembentukan sulfida yang sukar larut (Hardjowigeno dan Rayes, 2005)

Berdasarkan penelitian Setyanto *et al.* (2018) unsur hara mikro Fe di lahan sawah Balai Penelitian Lingkungan Pertanian termasuk tinggi dengan nilai 3.600 ppm. Tingginya Fe di lahan sawah disebabkan karena pengaruh pH yang terlalu masam (4,5 - 6.5). Lahan sawah di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian memiliki pH 4,7 atau masam yang mendukung tingginya konsentrasi Fe. Tingginya Fe juga dapat dipengaruhi oleh adanya pencucian dari dataran tinggi ke dataran rendah akibat air hujan, dimana Pati merupakan daerah dataran rendah. Sementara itu unsur hara mikro Zn yang terdapat di lahan sawah Balai Penelitian Lingkungan Pertanian termasuk rendah (0,65 ppm) (Boling *et al.*, 2004). Pengaruh penggenangan juga dapat menyebabkan terjadinya toksisitas unsur hara mikro. Penggenangan dapat menyebabkan akumulasi zat besi (Fe), tembaga (Cu), dan Seng (Zn). Kondisi logam berat yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi hasil panen tanaman padi. Menurut Noor *et al.* (2012) toksisitas Fe yang cukup tinggi dapat menyebabkan hambatan pertumbuhan tanaman padi sehingga dapat menurunkan hasil panen hingga dapat mengakibatkan gagal panen. Gejala toksik yang terjadi pada unsur hara mikro seperti Fe terjadi pada kondisi tanah tergenang dimana terjadi pembentukan Fe menjadi bentuk terlarut ( $Fe^{2+}$ ) yang melibatkan mikroba pelarut (Noor *et al.*, 2012). Oleh sebab itu maka diperlukan teknik pengelolaan air dan juga penambahan bahan organik yang dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara mikro di dalam tanah.

Pengelolaan air secara AWD (*Alternate Wetting and Drying*) dan MiDi (*Mid-Season Drainage*) dan penambahan bahan organik (jerami) dapat menurunkan toksisitas unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn pada tanah sawah. Selain itu dengan adanya penambahan bahan organik jerami memiliki peran penting dalam kesuburan tanah yakni pelapukan dan dekomposisi mineral tanah, menyediakan unsur bagi tanaman, memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penambahan bahan organik seperti kompos jerami memiliki fungsi sebagai sumber hara penting seperti kalium dan unsur mikro yang

tersedia pada pupuk kimia. Pemberian bahan organik menurut Yuniarti dan Kaya (2015) berfungsi untuk menyediakan unsur hara esensial bagi tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, dan S serta dapat menurunkan toksisitas unsur hara mikro seperti Fe, Cu, Zn, di dalam tanah sawah. Bahan organik mampu mencegah keracunan unsur hara mikro pada tanah yang dikelola secara intensif.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini akan membahas tentang “Kajian Ketersediaan Unsur Hara Mikro (Fe, Cu, dan Zn) pada Lahan Sawah dengan Perlakuan Pengelolaan Air dan Bahan Organik”.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah terdapat perbedaan ketersediaan unsur hara mikro (Fe, Cu, dan Zn) pada setiap metode pengelolaan air di dalam tanah pada lahan sawah?
2. Bagaimana pengaruh metode CF (*Continuous Flooding*), AWD (*Alternate Wetting and Drying*) dan MiDi (*Mid-Season Drainage*) dengan penambahan bahan organik terhadap ketersediaan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn pada tanah sawah?
3. Bagaimana pengaruh metode AWD (*Alternate Wetting and Drying*) dan MiDi (*Mid-Season Drainage*) dengan penambahan bahan organik terhadap produksi padi?

### 1.3 Tujuan

1. Mengkaji pengaruh 3 metode pengelolaan air secara CF (*Continuous Flooding*), AWD (*Alternate Wetting and Drying*), (MiDi *Mid-Season Drainage*) terhadap ketersediaan unsur hara mikro (Fe, Cu, dan Zn) di dalam tanah pada lahan sawah
2. Mengkaji pengaruh metode CF, AWD, dan MiDi dengan penambahan bahan organik terhadap ketersediaan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn pada tanah lahan sawah.
3. Mengkaji pengaruh pengelolaan air dan bahan organik terhadap produksi padi.

### 1.4 Hipotesis

1. Terjadi perbedaan ketersediaan unsur hara mikro (Fe, Cu, dan Zn) pada setiap metode pengelolaan air
2. Metode CF (*Continuous Flooding*) dapat menurunkan kandungan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn pada tanah lahan sawah, dan metode AWD (*Alternate*



*Wetting Drying*) dan MiDi (*Mid-Season Drainage*) dengan penambahan bahan organik dapat meningkatkan kandungan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn pada lahan sawah.

3. Metode CF (*Continuous Flooding*), AWD (*Alternate Wetting Drying*) dan MiDi (*Mid-Season Drainage*) dengan penambahan bahan organik dapat meningkatkan produksi padi.

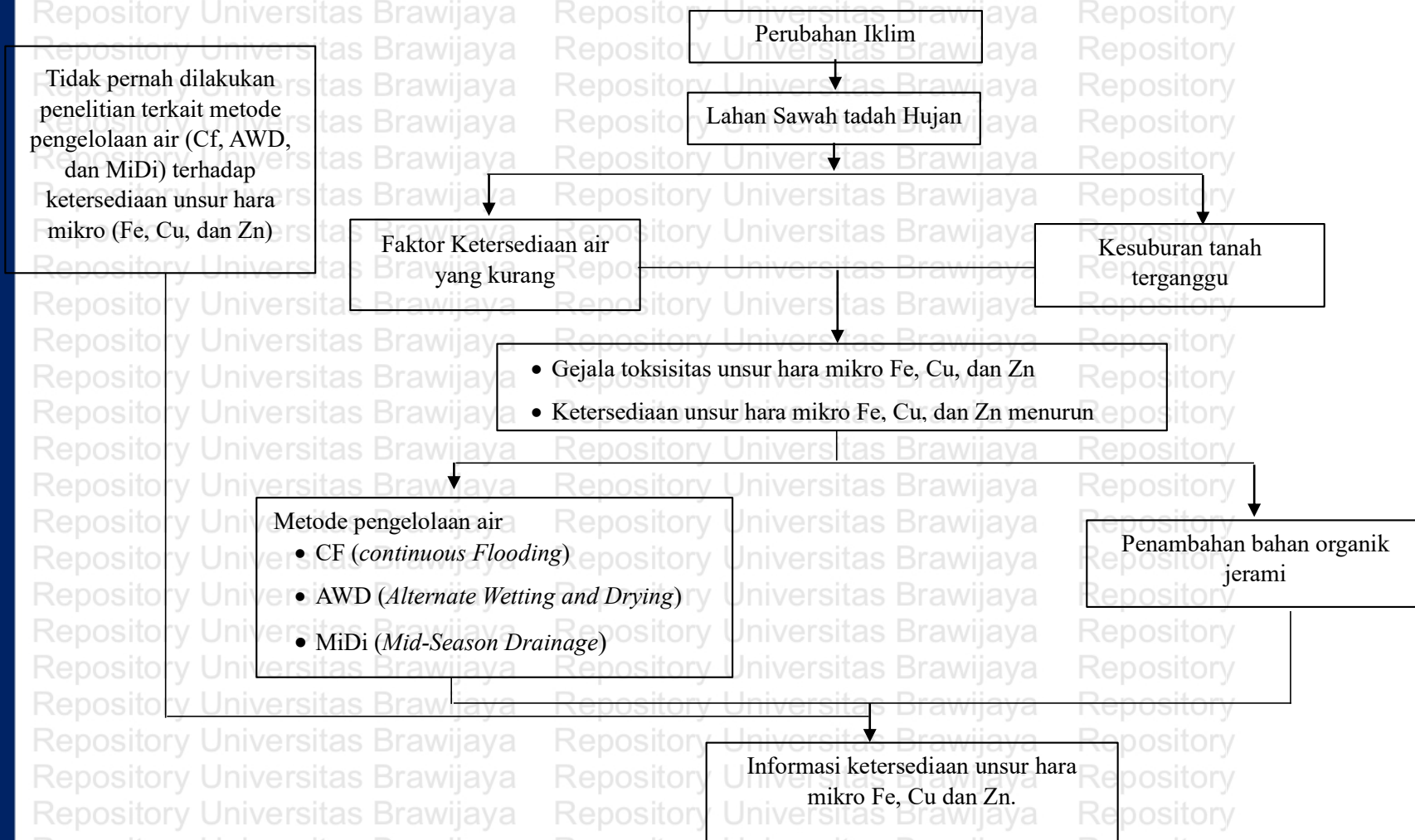
### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi terkait ketersediaan hara mikro (Fe, Cu, dan Zn) pada setiap perlakuan pengelolaan air pada lahan sawah tadah hujan di Kabupaten Pati sehingga dapat mendukung produksi padi.

### 1.6 Alur Pikir Penelitian

Perubahan iklim merupakan suatu fenomena yang sering terjadi di Indonesia yang memiliki dampak terhadap lingkungan. Dampak yang sering terjadi yaitu adanya kekeringan yang berpengaruh terhadap hasil panen seperti gagal panen.

Pada umumnya lahan sawah tadah hujan memiliki sumber air berasal dari air hujan yang menyebabkan ketersediaan air di lahan sawah berkurang serta terjadinya pemborosan air. Kurangnya ketersediaan air menyebabkan berkurangnya kesuburan tanah. Gejala yang terjadi akibat dari kesuburan tanah yang terganggu yaitu adanya toksisitas unsur hara seperti unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn selain itu adanya penurunan ketersediaan unsur hara mikro seperti Fe, Cu, dan Zn. Maka dari itu penelitian ini memanfaatkan pengelolaan air secara CF (*Continuous Flooding*), AWD (*Alternate Wetting and Drying*) dan MiDi (*Mid-Season Drainage*) dengan penambahan bahan organik untuk mengkaji ketersediaan unsur hara mikro Fe, Cu dan Zn terhadap 3 perlakuan pengelolaan air pada tanah lahan sawah sehingga mendapatkan informasi tentang ketersediaan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn. Berikut merupakan alur pikir penelitian yang akan dilakukan yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kesuburan Tanah pada Lahan Sawah

Lahan sawah merupakan lahan basah yang banyak dimanfaatkan petani untuk membudidayakan tanaman padi secara terus menerus sepanjang tahun maupun bergiliran dengan tanaman palawija. Lahan sawah di Indonesia terdiri dari lahan sawah irigasi dan juga lahan sawah tadah hujan. Lahan sawah tadah hujan merupakan lahan yang memanfaatkan air hujan sebagai sumber air irigasi. Menurut Kasno *et al.* (2016) Sumber air irigasi lahan sawah tadah hujan bergantung pada air hujan sehingga sulit untuk diprediksi. Permasalahan budidaya tanaman padi pada lahan sawah tadah hujan yaitu produktivitas yang rendah berkisar antara 3,0-3,5 ton/ha bila dibandingkan dengan lahan sawah irigasi yaitu berkisar 6-7 ton/ha. Lahan sawah tadah hujan umumnya dapat panen hanya sekali dalam satu tahun, yaitu pada saat musim hujan. Menurut Jonharnas dan Sitindaon (2017) lahan sawah tadah hujan merupakan lahan yang ditanami padi minimal satu tahun sekali dan sumber airnya berasal dari air hujan.

Lahan sawah tadah hujan memiliki tingkat kesuburan yang relatif rendah disebabkan kandungan bahan organik tanah relatif rendah. Lahan sawah tadah hujan merupakan lahan yang ditanami padi setahun sekali atau dua kali dan airnya bersumber dari air hujan. Menurut Alamsyah *et al.* (2021) lahan sawah tadah hujan umumnya memiliki kendala terkait dengan ketersediaan air dan mengandalkan air hujan sebagai pengairannya sehingga lahan miskin akan nutrisi. Keadaan tersebut mengakibatkan kemerosotan kesuburan tanah. Menurut Lestari dan Ardani (2021) kendala yang terdapat pada pemanfaatan lahan sawah tadah hujan yaitu rendahnya tingkat kesuburan tanah, pasokan air hujan yang sulit diprediksi serta tanah yang kompak. Salah satu faktor yang menyebabkan produktivitas lahan sawah tadah hujan menjadi rendah yaitu adanya pengaruh perubahan iklim.

Perubahan iklim merupakan berubahnya kondisi fisik atmosfer bumi antara lain suhu dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas terhadap berbagai sektor kehidupan manusia. Perubahan iklim mempunyai dampak yang cukup besar bagi Indonesia. Banyak peristiwa yang terjadi di Indonesia sebagai hasil dari perubahan iklim dan pemanasan global, seperti perubahan pola penyebaran curah hujan, peningkatan insiden kekeringan, banjir, dan tanah longsor, serta penurunan



produksi pertanian atau gagal panen. Dampak perubahan iklim yang paling nyata pada sektor pertanian adalah kerusakan (degradasi) dan penurunan kualitas sumberdaya lahan dan air, infrastruktur pertanian, penurunan produktivitas tanaman pangan (Putri, 2012). Perubahan iklim juga dapat menyebabkan penurunan ketersediaan air pada lahan yang sangat bergantung pada curah hujan, sehingga lahan akan mengalami kekeringan pada musim kemarau.

Kesuburan tanah pada lahan sawah dipengaruhi oleh ketersediaan hara di dalam tanah. Kesuburan tanah merupakan mutu atau kualitas suatu tanah yang digunakan untuk kegiatan budidaya tanaman dan ditentukan oleh keseimbangan sifat tanah baik sifat fisik, sifat kimia, dan sidat biologi. Sulakudin *et al.* (2014) menyatakan bahwa kesuburan tanah merupakan keadaan tanah dimana tata air, udara dan unsur hara dalam keadaan cukup berimbang dan sesuai dengan kebutuhan tanaman baik fisika, kimia, dan biologi tanah. Keadaan fisika tanah meliputi kedalaman efektif, tekstur, struktur, kelembapan, dan tata udara. Keadaan kimia tanah meliputi pH tanah, KTK, KB, bahan organik, banyaknya unsur hara, cadangan unsur hara dan ketersediaan terhadap pertumbuhan tanaman. Keadaan biologi tanah antara lain meliputi aktivitas mikroba perombak bahan organik dalam proses humifikasi dan pengikatan nitrogen udara. Dengan demikian, dalam pengelolaan kesuburan tanah penting untuk dilakukan penilaian status kesuburan tanah yang mana memiliki fungsi untuk menilai dan memantau tingkat kesuburan tanah, sehingga produktivitas lahan dapat ditingkatkan.

## 2.2 Ketersediaan Unsur Hara Mikro di Lahan Sawah

Unsur hara merupakan zat esensial yang dibutuhkan tanaman untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Unsur hara terdiri atas unsur hara makro dan unsur hara mikro. Selain membutuhkan unsur hara makro esensial tanaman padi juga membutuhkan unsur hara mikro esensial seperti Fe, Cu, Mn, Zn, B, Mo, dan Cl. Unsur hara esensial berfungsi untuk menunjang pertumbuhan, perkembangan dan produktivitas tanaman padi. Unsur hara mikro merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah kecil namun apabila unsur hara mikro tidak tersedia maka tanaman tidak dapat tumbuh secara optimal. Unsur hara mikro Cu yang dibutuhkan tanaman padi yaitu 5-20 ppm, Fe yaitu 50-250 ppm dan Zn yaitu 25-125 ppm (Novarizan, 2005)

Lahan sawah memiliki kandungan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn yang tinggi. Tingginya unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn di lahan sawah dipengaruhi oleh pH tanah yang masam akibat adanya penggenangan lahan. Lahan yang tergenang menyebabkan ion  $H^+$  meningkat sehingga menurunkan pH tanah (Harahap *et al.*, 2021). Kandungan unsur hara mikro di dalam tanah dan kebutuhan normal tanaman padi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Unsur Hara Mikro di Dalam Tanah

Unsur Hara	Ketersediaan di dalam tanah (ppm)	Kebutuhan normal tanaman (ppm)
Fe (Besi)	2-150	50-250
Cu (Tembaga)	0,1-4	5-20
Zn (Seng)	1-20	25-125

Sumber: (Novarian, 2005)

### 2.3 Unsur Hara Mikro dan Pengaruhnya Terhadap Tanaman Padi

#### 2.3.1 Besi (Fe)

Unsur hara mikro banyak ditemukan di tanah mineral atau hasil pelapukan. Kandungan logam banyak berasal dari tanah karena hasil pelapukan dari tanah mineral (Yanti *et al.*, 2013). Fe dalam tanah merupakan mineral sangat banyak ditemukan di kerak bumi, baik dalam bentuk primer, hidroksida, dan bagian dari lempung maupun oksida. Susilawati dan Fahmi (2013) menyatakan bahwa Besi (Fe) merupakan unsur keempat yang banyak ditemukan di bumi dan unsur yang banyak terlibat dalam reaksi redoks (reduksi-oksidasi). Kadar  $Fe^{3+}$  lebih besar dari  $Fe^{2+}$  apabila tanah dengan kondisi drainase yang baik. Namun apabila tanah dalam kondisi yang jenuh air  $Fe^{3+}$  direduksi menjadi  $Fe^{2+}$ . Fe di dalam tanah pada dasarnya adalah unsur yang berada dalam kondisi bilangan oksidasi yaitu Ferri ( $Fe^{3+}$ ) dan sebagai Ferro ( $Fe^{2+}$ ), hal ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan.

Bentuk Unsur Fe dan fungsinya dalam tanaman antara lain (i) Unsur Fe yang diserap oleh akar dalam bentuk Ferro ( $Fe^{2+}$ ) atau Ferri ( $Fe^{3+}$ ) dimana  $Fe^{3+}$  direduksi menjadi  $Fe^{2+}$  sebelum dilakukan penyerapan. (ii) dalam reaksi redoks Fe berfungsi dalam pembentukan klorofil, sitokrom yang diperlukan dalam proses fotosintesis. (iii) unsur Fe immobile dalam jaringan tanaman, kekeahatan yang terdapat pada tanaman muncul pada titik tumbuh yaitu daun. (iv) gejala kekurangan ditandai dengan pertumbuhan tanaman berhenti, terjadi klorosis diantara tulang daun



terutama pada daun muda, dan daun akan berwarna putih ketika defisiensi sangat parah. (v) keracunan terjadi pada tanah dengan drainase yang sangat buruk, dimana terjadi reduksi dan banyak  $\text{Fe}^{2+}$  yang terlarut. Gejala keracunan Fe pada tanaman padi ditandai dengan adanya bercak-bercak kecil berwarna coklat (seperti karat) pada daun bagian bawah dari ujung, atau seluruh daun berwarna kuning kemerahan hingga coklat yang mengakibatkan pertumbuhan tanaman menjadi terganggu atau kerdil (Sultarman dan Miftahurrohmat, 2019).

### 2.3.2 Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) merupakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman padi untuk merangsang proses fotosintesis, respirasi, pembentukan serbuk sari. Unsur hara mikro di dalam tanah mencapai kriteria sedang pada dosis 600 kg/ha. Menurut Purbalisa dan Mulyadi (2018) kandungan Cu dalam tanah sebesar 60-125 ppm. Dalam tanaman tembaga diserap dalam bentuk  $\text{Cu}^{2+}$  atau kompleks organik. Dalam larutan tanah, kelarutan Cu ditentukan oleh pH larutan dan proses jerapan pada permukaan mineral organik, di dalam larutan terutama berbentuk sebagai khelat, dimana bahan organik yang terdekomposisi menghasilkan asam-asam organik yang akan membentuk khelat. Menurut Sutarman dan Miftahurrohmat (2019) Jerapan Cu merupakan jerapan paling kuat dibandingkan hara Al, Fe, dan Mn. Ketersediaan Unsur Cu dipengaruhi oleh bahan organik dimana bahan organik dapat meningkatkan maupun menurunkan ketersediaan unsur Cu. Bahan organik dapat menurunkan ketersediaan Cu disebabkan karena bahan organik tidak larut. Namun khelat yang larut dapat meningkatkan ketersediaan Cu.

Unsur Cu diserap oleh tanaman dalam bentuk  $\text{Cu}^{2+}$  dimana unsur hara Cu dibutuhkan dalam proses fotosintesis, respirasi, lignifikasi, pembentukan serbeksari, dan penyerbukan. Kekurangan dan kelebihan unsur hara Cu dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi tidak normal. Gejala kekurangan Cu pada tanaman padi ditandai dengan tepi daun menggulung, ujung daun menjadi kering dan layu. Gejala yang kelebihan unsur hara Cu ditandai dengan pertumbuhan akan menjadi buruk, daun menguning dan akhirnya mati. Kekurangan unsur hara Cu sering dijumpai pada tanah sawah dengan pH tinggi atau alkalin dan kelebihan unsur hara Cu sering ditemukan pada tanah sawah dengan pH rendah atau masam (Sultarman dan Miftahurrohmat, 2019)

Ketersediaan unsur Cu dalam tanah juga dipengaruhi oleh pH. Menurut Yanti *et al.* (2013) pada pH 7-8 tanah akan mengikat Cu dengan kuat namun akan melemah ketika pH menurun. Pada pH 7,6-8,5 Cu berbentuk ion kupri ( $\text{Cu}^+$ ) dan tidak mengendap. Pada pH alkalis ( $>8,5$ ) terjadi pengendapan Cu seperti  $\text{CuO}$ ,  $\text{Cu}_2\text{O}$  atau  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ . Sebaliknya pada pH yang sangat rendah sering diendapkan oleh adanya  $\text{H}_2\text{S}$  dan membentuk  $\text{CuS}$  atau  $\text{Cu}_2\text{S}$ . Sebesar 98% Cu dalam larutan tanah dengan pH netral merupakan bentuk kompleks organik, sehingga sangat sedikit Cu bebas yang dijerap oleh tanah atau bahan organik (Virzelina *et al.*, 2019).

### 2.3.3 Seng (Zn)

Hara mikro berperan dalam proses metabolisme tanaman. Unsur Zn merupakan unsur hara mikro yang memiliki peran dalam pertumbuhan tanaman walaupun dalam jumlah kecil. Fungsi unsur Zn dalam tanaman yaitu membentuk hormon tumbuh. Defisiensi Zn dapat mengurangi hasil tanaman karena fungsi Zn selain membentuk hormon tumbuh juga berfungsi dalam pengisian biji. Sejalan dengan pernyataan Nursida *et al.* (2019) defisiensi unsur Zn menyebabkan pertumbuhan vegetatif terhambat dan juga menghambat pertumbuhan biji. Kekurangan Zn terjadi pada daerah yang lembab pada tanah masam dan sedikit netral. Unsur hara Zn diserap tanaman dalam bentuk  $\text{Zn}^{2+}$  dimana unsur hara Zn dibutuhkan tanaman padi dalam aktivitas enzim sebagai proses sintesis protein.

Kelarutan Zn berdasarkan penelitian Yanti *et al.* (2013) sangat bergantung pada pH, dimana semakin tinggi pH campuran antara tanah dan bahan organik maka unsur hara mikro seperti Fe, Cu, dan Pb semakin menurun. Peningkatan pH dari 6,97 menjadi 7,41 dapat menurunkan kelarutan Zn dari 1475,1 mg/Kg menjadi 1229,63 mg/Kg. Cu dari 164,74 mg/Kg menjadi 127,25 mg/Kg dan Pb dari 382,14 mg/Kg menjadi 280,49 mg/Kg. Gejala defisiensi Zn dicirikan dengan tanaman kerdil dan ruas pendek, daun berwarna kuning, daun menyempit dan tebal, terjadi pengguguran daun dan buah tidak terbentuk. Gejala kelebihan unsur hara Zn pada tanaman padi ditandai dengan daun menguning atau coklat daun mengkerut atau menggulung dan mengalami kematian jaringan atau nekrosis (Sutarman dan Miftakhurrohmat, 2019). Berikut merupakan tabel kriteria Fe, Cu, dan Zn yang terdapat dalam tanah menurut Zbiral (2016).

Tabel 2. Kriteria Unsur Hara Mikro Cu, Zn, Dan Fe Menggunakan Ekstrak DTPA.

Unsur Hara Mikro	Satuan mg/kg (ppm)		
	Rendah	Sedang	Tinggi
Cu	< 0,1	0,80-2,7	>2,7
Zn	< 1,0	1,0-2,5	>2,5
Fe	< 8,0	8.0-75	> 75

Sumber: Zbiral (2016).

#### 2.4 Sistem Pengelolaan Air pada Lahan Sawah

Pengelolaan air memiliki peran penting dalam keberhasilan peningkatan produksi padi. Dalam meningkatkan produksi padi sistem irigasi macak-macak telah dianjurkan. Beberapa sistem irigasi berfungsi untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Menurut Taufik *et al.* (2014) Efisiensi penggunaan air merupakan aspek penting dalam upaya peningkatan ketersediaan air dan meningkatkan nilai ekonomi produksi padi di lahan sawah irigasi. Pengelolaan air tidak hanya berkaitan dengan sistem irigasi pada lahan sawah namun dapat mempengaruhi jumlah air dan dapat memberikan ruang untuk sirkulasi udara dan hara yang terdapat di dalam tanah. Dalam penelitian ini terdapat tiga sistem pengelolaan air yang digunakan yaitu CF (*Continuous Flooding*), AWD (*Alternate Wetting and Drying*) dan juga MiDi (*Mid-Season Drying*).

CF (*continuous flooding*) merupakan teknik irigasi atau metode pengelolaan air dimana lahan tergenang secara terus menerus dari awal penanaman hingga menjelang panen. Pengelolaan air secara tergenang secara terus menerus atau *continuous flooding* dapat menekan pertumbuhan anakan padi yang disebabkan kurangnya ruang udara bagi anakan untuk muncul ke permukaan. Pemberian air secara tergenang terus-menerus dapat mengakibatkan kondisi anaerob sehingga pertumbuhan anakan kurang maksimal (Yulianto *et al.*, 2020).

MiDi (*Mid-Season Drainage*) merupakan sistem pengelolaan air dikeringkan di pertengahan musim. Menurut Pirmoradian *et al.* (2020) *Mid-Season Drainage* dapat meningkatkan hasil panen, selain meningkatkan hasil panen *Mid-Season Drainage* juga dapat meningkatkan pasokan oksigen yang dapat menciptakan oksidasi sementara di dalam tanah, dan juga dapat mencegah akumulasi racun yang disebabkan oleh deoksidasi kondisi sekitar akar. *Mid-Season Drainage* juga dapat mengurangi emisi metana di dalam tanah dan juga atmosfer. Berdasarkan penelitian

sebelumnya *Mid-Season Drainage* atau pengeringan pertengahan musim dapat meningkatkan fungsi fisiologis terutama pada pada tahap anakan maksimum serta penyerapan nutrisi yang lebih tinggi yang pada akhirnya meningkatkan hasil gabah (Jayakumar *et al.*, 2004)

Pengelolaan air secara AWD (*Alternate wetting and drying*) atau dikenal dengan pengairan basah kering merupakan suatu pengelolaan air yang dapat diterapkan oleh petani untuk mengurangi konsumsi irigasi di lahan sawah (Yulianto *et al.*, 2020). Pengelolaan air secara AWD lahan digenangi dan kemudian air dibiarkan menurun hingga beberapa hari antara 1 sampai 10 hari atau mencapai level tertentu di bawah permukaan air atau 15 cm. Dalam irigasi AWD, air irigasi diberikan beberapa hari setelah hilangnya air yang tergenang sampai zona akar masih dapat menyerap air. Menurut Budianto *et al.* (2020) Metode AWD pada lahan sawah digenangi sampai setinggi 5 cm kemudian air dibiarkan turun hingga kedalaman 15 cm di bawah permukaan tanah, kemudian diairi lagi sampai mencapai ketinggian 5 cm di atas tanah. Ketika tanaman sudah memasuki masa primordia ketinggian air dipertahankan hingga ke dalam 5 cm di atas tanah, kemudian pada fase pengisian dan pematangan biji padi metode AWD diberlakukan kembali. Metode AWD sudah banyak yang mengadopsi seperti Bangladesh, Filipina, dan Vietnam. Berdasarkan penelitian Lampayan *et al.* (2015) di negara Filipina AWD mampu mengurangi input irigasi total rata-rata 24% selama dua tahun dan negara Bangladesh pemanfaatan AWD dapat mengurangi input irigasi sebesar 13-18 % dan meningkatkan hasil panen sebesar 0,4-1,0 ton/ha. Pemanfaatan metode AWD di Vietnam mampu meningkatkan hasil panen dari 0,5-1,0 ton/ha.

Peningkatan produktivitas tanaman padi disebabkan pengelolaan air yang sesuai dan penambahan bahan organik. Metode AWD dan MiDi menerapkan sistem pengairan terputus atau tidak tergenang secara terus-menerus. Dalam kondisi lahan yang tergenang terus menerus menyebabkan perubahan sifat kimia tanah seperti peningkatan pH, penurunan atau peningkatan unsur hara mikro yang dapat menyebabkan keracunan pada tanaman padi. Menurut Hardjowigeno dan Rayes (2005) penggenangan yang terjadi pada tanah masam dapat meningkatkan pH yang disebabkan karena reduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$  ketika terjadi pembebasan  $OH^-$  dan konsumsi  $H^+$ . Oleh sebab itu dilakukan sistem pengelolaan air basah kering dan



juga pengeringan pertengahan musim dimana lahan tidak digenangi air sepanjang waktu. Pengairan basah kering maupun pengeringan tengah musim dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara mikro yang terdapat di dalam tanah. Hal tersebut terjadinya karena oksigen dari udara dapat masuk ke dalam tanah pada saat kondisi lahan tidak tergenang sehingga dapat membantu mikroba di dalam tanah untuk mendekomposisi bahan organik sehingga dapat meningkatkan ketersediaan hara terutama ketersediaan unsur hara mikro. Tersedianya unsur hara mikro di dalam tanah dapat membantu pertumbuhan vegetatif tanaman padi sehingga dapat meningkatkan produktivitas tanaman padi (Kaya., 2018).

### 2.5 Bahan Organik

Bahan organik merupakan salah satu komponen penting di dalam tanah, yang berasal dari makhluk hidup seperti sisa tumbuhan dan hewan. Bahan organik merupakan komponen penting pada tanah yang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan juga biologi tanah. Fungsi bahan organik terhadap tanah yaitu dapat meningkatkan agregat tanah. Menciptakan struktur tanah yang mantap yang baik untuk tanaman dan dapat menurunkan tingkat kepadatan tanah sehingga akar dapat menembus tanah. Selain itu fungsi bahan organik dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) yang merupakan tempat serapan unsur hara oleh tanaman (Arpindra *et al.*, 2017). Bahan organik biasanya diaplikasikan sebelum penanaman atau setelah pengolahan lahan. Penambahan bahan organik ke dalam tanah adalah salah satu usaha ameliorasi tanah agar unsur hara yang diberikan dapat terserap oleh tanaman dengan baik. Menurut Arafah (2011) bahan organik yang sering dimanfaatkan petani yaitu Jerami padi, pupuk kandang, pupuk hijau, dan sekam padi. Pada penelitian yang dilakukan bahan organik yang digunakan yaitu kompos jerami padi.

Kompos jerami padi berasal sisa tanaman padi atau jerami padi yang sudah di lapukkan. Jerami padi merupakan salah satu bahan yang dapat dengan mudah diperoleh dari hasil panen dan dimanfaatkan untuk pupuk organik (Kaya, 2018). Menurut Syafruddin *et al.* (2015) Jerami padi dapat berfungsi sebagai bahan organik dan juga sumber hara penting bagi tanaman padi karena dapat menyediakan 80% kalium bagi tanaman padi. Selain itu jerami padi dapat mempengaruhi ketersediaan unsur hara mikro seperti Fe. Berdasarkan penelitian Anwar *et al.*

(2006) kompos jerami dapat mempengaruhi peningkatan kelarutan  $\text{Fe}^{2+}$  disebabkan karena bahan organik seperti kompos jerami dapat mempercepat reduksi Fe. Penggunaan jerami padi yang telah dikomposkan dapat menjaga redoks yang berdampak pada kelarutan Fe yang rendah dengan adanya asam organik yang terdekomposisi dari jerami padi sehingga dapat mengikat Fe (Suriyani *et al.*, 2020).



### III. BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian dilakukan di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian (Balingtan) yang beralamat di Jl. Raya Jakenan-jaken Km. 05, Kecamatan Jakenan, Kabupaten Pati, Jawa Tengah. Secara geografis Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Pati, Jawa Tengah terletak antara  $6^{\circ} 46.680'$  sampai dengan  $6^{\circ} 46.740'$  LS dan  $111^{\circ} 11.820'$  sampai dengan  $111^{\circ} 11.940'$  BT dengan rata-rata ketinggian 10-25 mdpl. Lokasi penelitian memiliki luas 0,892 ha. Kegiatan penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2022 hingga Mei 2023 di Balingtan Pati, Jawa Tengah.



Gambar 2. Peta Lokasi Penelitian Sawah Tadah Hujan

#### 3.2 Alat dan Bahan

##### 3.2.1 Alat Penelitian

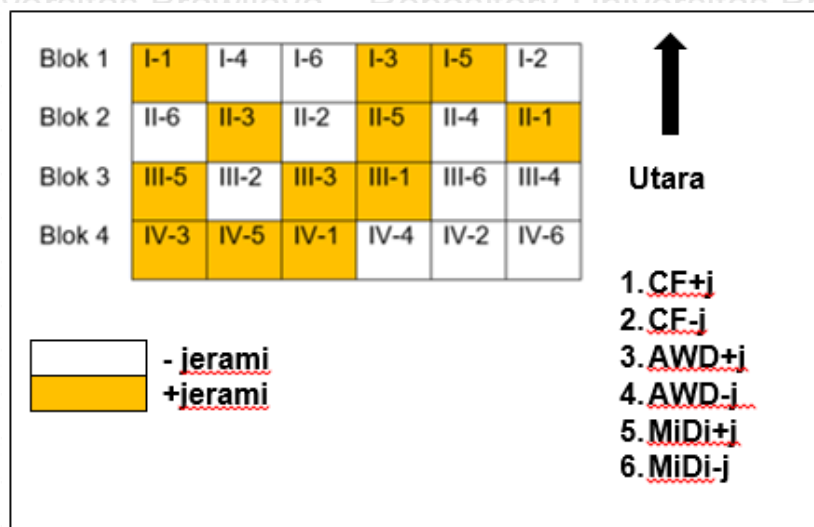
Adapun alat yang digunakan dalam tahap persiapan awal adalah cangkul, plastik dengan ukuran 16 m x 40 cm, pipa PVC, pipa *piezometer*, kantong plastik bor tanah, alat tulis, *stopwatch*, kertas label, timbangan, ayakan 2 mm dan 0,5 mm, serta peralatan laboratorium untuk analisis tanah.

### 3.2.2 Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tanah, benih padi Inpari 32, pupuk urea, KCL, SP36, Jerami, air dan bahan yang digunakan dalam analisis tanah di laboratorium.

### 3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lahan sawah tadah hujan dengan menerapkan sistem pengairan lahan sawah irigasi. Sumber air lahan sawah berasal dari embung tempat penampungan air hujan. Tanaman padi yang digunakan yaitu tanaman padi dengan varietas Inpari 32. Rancangan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Kelompok Faktorial (RAKF) 3 x 2 dengan 4 ulangan. Faktor pertama yaitu perlakuan pengelolaan air, *Continuous Flooding* (tergenang terus-menerus), *Alternate wetting and drying* (pengairan basah kering), dan *Mid-Season Drainage* (pengairan tengah musim). Faktor kedua yaitu perlakuan bahan organik dari jerami dengan dosis 5 ton/ha ( $O_0$ ), dan tanpa bahan organik 0 ton/ha ( $O_1$ ). Kombinasi perlakuan berjumlah 6 yang terdiri dari *Continuous Flooding* dengan jerami (CF+j), *Continuous Flooding* tanpa jerami (CF-j), *Alternate Wetting and Drying* dengan jerami (AWD+j), *Alternate Wetting and Drying* tanpa jerami (AWD-j), *Mid-Season Drainage* dengan jerami (MiDi+j), *Mid-Season Drainage* tanpa jerami (MiDi-j) dan diulang 4 kali, sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Denah percobaan pada lahan sawah tadah hujan dapat dilihat dari Gambar 3.



Gambar 3. Denah Percobaan



### 3.4 Pelaksanaan Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian dilakukan beberapa tahap. Adapun tahapan yang dilaksanakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 3.4.1 Persiapan Lahan

Persiapan lahan dilakukan dengan membersihkan lahan dari sisa tanaman sebelumnya. Persiapan lahan juga dilakukan dengan membuat petak-petak lahan lahan berukuran 4 m x 4 m sebanyak 24 petak. Olah tanah dilakukan sebanyak 2 kali antara lain olah tanah I (primer) dan olah tanah II (sekunder). Olah tanah pertama dilakukan dengan menggunakan cangkul. Bahan organik berupa jerami diaplikasikan ketika olah tanah kedua. Pengolahan tanah kedua dilakukan dengan perataan tanah sebelum tanam (gogo rancah) dan setiap plot perlakuan diaplikasikan 8 kg jerami. Setiap pematang dilapisi plastik sedalam 40 cm dengan plastik berukuran 4 m x 4 m x 40 cm. plastik berfungsi untuk menghindari air masuk dari satu lahan ke lahan yang lain. Setiap plot dipasang pipa piezometer untuk mengukur ketinggian air dan saluran drainase untuk membuang kelebihan air sehingga ketinggian air di plot dapat dipertahankan tidak lebih dari 5 cm.

#### 3.4.2 Pengaplikasian Bahan Organik Jerami

Bahan Organik yang digunakan yaitu jerami padi. Jerami padi dikeringkan terlebih dahulu agar mempermudah mikroorganisme mendekomposisi jerami padi. Jerami padi yang telah kering kemudian diangkut ke lahan dan diaplikasikan ke petak percobaan dengan cara disebar di petak percobaan pada setiap perlakuan air dan bahan organik sebanyak 5 ton/ha. Setelah pemberian bahan organik kemudian dilakukan penanaman benih.

#### 3.4.3 Penanaman

Penanaman dilakukan dengan cara ditugal (tanam benih secara langsung) dengan jarak antar tanam 20cm x 20cm. Setiap lubang tanam diberi 5-8 benih padi. Jenis padi yang ditanam yaitu padi dengan varietas Inpari 32.

#### 3.4.4 Pemupukan

Pemupukan dilakukan sebanyak tiga kali yaitu pada saat tanaman berumur 15 HST, 35 HST, dan 55 HST. Adapun pupuk yang digunakan yaitu 40 kg N/ha, 60 kg P<sub>2</sub>O/ha, dan 30 kg K<sub>2</sub>O/ha pada saat tanaman berumur 15 HST. 40 kg N/ha, dan 30

K<sub>2</sub>O/ha pada saat tanaman berumur 35 HST. 40 kg N/ha, dan 30 kg K<sub>2</sub>O/ha pada saat tanaman berumur 55 HST. Pemupukan dilakukan dengan cara disebar.

### 3.4.5 Pengairan

Pengairan dilakukan dengan macak-macak selama 9 hari setelah tanam (HST) pada semua perlakuan. Setelah tanaman tumbuh 100% atau tanaman berumur 10 HST setiap plot ketinggian air diatur setinggi 1-2 cm. Pada 14 HST ketinggian air pada setiap plot diatur dengan ketinggian 5 cm dan diberikan pengairan sesuai dengan perlakuan. Perlakuan Pengelolaan air disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perlakuan Pengairan

Perlakuan	Keterangan
CF (Tergenang Terus-menerus)	Lahan digenangi terus-menerus dari dengan ketinggian air 5 cm di atas permukaan tanah dari tanaman tumbuh 100% hingga 7 hari sebelum pemanenan. Perlakuan pengairan disajikan pada Lampiran 25.
AWD 25 (Basah Kering)	Lahan digenangi dengan ketinggian air 5 cm di atas permukaan tanah kemudian dibiarkan mengering hingga ke dalam 25 cm di bawah permukaan tanah (7-10 hari). Kemudian digenangi kembali sampai ketinggian 5 cm di atas permukaan tanah. Perlakuan ini dipertahankan selama fase vegetatif, fase keluar malai ( <i>heading stage</i> ), dan ketika pemupukan. Siklus ini akan dilanjut hingga drainase akhir yaitu 7 hari sebelum pemanenan. Perlakuan pengairan disajikan pada Lampiran 25.
MiDi (Pengeringan Pertengahan Musim)	Lahan digenangi dengan air 5 cm di atas permukaan tanah hingga fase anakan maksimum, selanjutnya lahan dikeringkan dan apabila air mencapai 0 cm dilakukan pengairan kembali dengan ketinggian air 5 cm di atas permukaan tanah setelah 7 hari. Kondisi lahan dipertahankan selama fase keluar malai ( <i>heading stage</i> ) dan ketika pemupukan. Siklus ini akan dilanjut hingga drainase akhir yaitu 7 hari sebelum pemanenan. Perlakuan pengairan disajikan pada Lampiran 25.

Pengairan dilakukan dengan menggunakan air embung yang disalurkan melalui pipa PVC. Tinggi air permukaan diukur dengan menggunakan alat berupa *piezometer* yang terbuat dari pipa PVC yang telah dibenam ke dalam tanah setiap pada setiap petak perlakuan. Panjang pipa *piezometer* yaitu 100 cm. panjang pipa *piezometer* di atas permukaan tanah yaitu 20 cm dan dibawah permukaan tanah yaitu 80 cm.

#### 3.4.6 Pengambilan Contoh Tanah

Pengambilan sampel tanah dilakukan secara diagonal dengan menggunakan bor tanah. Pengambilan sampel tanah dilakukan sebanyak 3 kali yaitu pada saat sebelum perlakuan (sampel tanah I). Pengambilan sampel tanah awal dilakukan untuk mengetahui kondisi tanah sebelum dilakukan perlakuan. Saat tanaman memasuki fase vegetatif maksimum (sampel tanah II). Pengambilan sampel pada fase vegetatif maksimum bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah setelah dilakukan perlakuan terutama pada saat tanaman memasuki fase vegetatif maksimum. Fase vegetatif maksimum merupakan fase dimana tanaman berfokus pada pertumbuhan vegetatif seperti akar, batang dan daun. Pada fase vegetatif maksimum unsur hara mikro seperti Fe, Cu, dan Zn sangat dibutuhkan sehingga dapat mempengaruhi ketersediaannya di dalam tanah. Saat pemanenan (sampel tanah III). Pengambilan sampel tanah pada saat panen bertujuan untuk mengetahui kondisi tanah pada saat tanaman memasuki masa panen. Pada saat panen, tanah pada lahan sawah telah mengalami perubahan sifat kimia tanah yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn. Sampel tanah diambil sebanyak 5 titik pengambilan sampel tanah pada setiap petak kemudian dikompositkan. Total sampel komposit sebanyak 24 sampel. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan bor tanah pada 120 titik yang telah ditentukan. Sampel tanah yang telah dikompositkan kemudian dimasukkan ke dalam plastik yang telah diberi label, kemudian dikering anginkan.

#### 3.4.7 Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman

Pengendalian hama dan penyakit tanaman dilakukan dengan pengendalian mekanik dan kimiawi. Pengendalian mekanik dilakukan dengan mengambil hama dan penyakit secara langsung di lahan. Pengendalian kimia dilakukan ketika serangan hama menggunakan insektisida dengan dosis 70 ml dalam satu tangki

untuk pengendalian hama wereng pada setiap plot serta penyakit melebihi ambang ekonomi menggunakan pestisida sesuai anjuran.

#### 3.4.8 Panen

Pemanenan dilakukan ketika tanaman padi varietas Inpari 32 telah berumur 105 hari setelah tanam (HST). Tanaman padi dipanen ketika telah menunjukkan ciri-ciri masa fisiologis seperti daun dan bulir padi mulai menguning serta bulir mulai mengeras. Pemanenan dilakukan dengan menggunakan sabit. Jerami dipisah dengan gabah menggunakan alat pemanenan padi tradisional.

### 3.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji ragam (ANOVA), untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan apabila terdapat pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji DMRT dengan taraf 5 %.

### 3.6 Pengamatan Parameter

Adapun parameter yang diamati yaitu unsur hara mikro (Fe, Cu, dan Zn), KTK, C-Organik, tekstur tanah, pH tanah dan produksi padi.

#### 3.6.1 Penetapan unsur hara mikro (Fe, Cu, dan Zn)

Penetapan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn menggunakan metode ekstrak *Morgan Wolf*. Tanah halus ditimbang 20,00 g dalam botol kocok 100 ml, karbon aktif ditambahkan 1 ml dan 40 ml pengestrak *Morgan Wolf*. Ekstrak *Morgan Wolf* dibuat dengan mencampur 100g Na-asetat ( $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), 30 ml asam asetat glasial, dan 0,05 g DTPA dalam labu ukur 1.000 ml. Larutan diencerkan dengan aquades hingga volume mencapai 950 ml. lalu pH diatur hingga mencapai 4,8 dengan penambahan asam asetat. Setelah pH nya tercapai 4,8 kemudian diimpitkan hingga mencapai volume 1.000 ml dan dihomogenkan selama 5 menit dengan mesin pengocok pada minimum 180 goyangan/menit. Larutan disaring menggunakan kertas saring kertas saring *Whatman* untuk mendapatkan ekstrak yang jernih.

Pengukuran Fe, Cu, dan Zn dilakukan dengan memipet masing-masing 1 ml ekstrak contoh dan deret standar campuran Fe, Cu, dan Zn ke dalam tabung kimia. Dilakukan pengenceran sebanyak 10 kali dengan menambahkan 9 ml aquades dan Melakukan homogenisasi. Fe, Cu, dan Zn diukur dari ekstrak contoh menggunakan

SSA dengan deret standar masing-masing sebagai perbandingan, menggunakan nyala campuran udara-asetilen (Balai Penelitian Tanah, 2009). Perhitungan Fe, Cu, dan Zn dilakukan dengan rumus berikut.

$$\text{Kadar unsur mikro (ppm)} = \text{ppm kurva} \times 2 \times \text{fp} \times \text{fk}$$

Keterangan:

Ppm kurva = kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar deret standar dengan pembacaanya setelah dikoreksi blanko

Fp = faktor pengenceran (bila ada)

Fk = faktor koreksi kadar air = 1

### 3.6.2 Penetapan KTK

Penetapan KTK tanah dilakukan dengan menggunakan metode perkolasi ammonium asetat. Sampel tanah dengan ukuran >2 mm ditimbang sebanyak 2,5 g, dan ditambahkan dengan pasir kuarsa sekitar 5 g. Tanah dimasukkan ke dalam tabung perkolasi yang telah dilapisi berturut-turut dengan *filter pulp* dan pasir *filter pulp* digunakan seperlunya untuk menutupi dasar tabung dan lapisan atas ditutupi dengan penambahan 2,5 g pasir. Proses perkolasi dilakukan dengan penambahan ammonium asetat pH 7,0 sebanyak 2 x 25 ml dengan selang waktu 30 menit. Tabung perkolasi yang berisi sampel tanah diperkolasi dengan 100 ml etanol 96% untuk menghilangkan kelebihan ammonium dan perkolat ini dibuang. Sisa etanol yang terdapat dalam tabung dibuang dengan menggunakan pompa isap dari bagian bawah tabung perkolasi. Selanjutnya diperkolasi dengan NaCl 10% sebanyak 50 ml, filtrat ditampung dalam labu ukur 50 ml dan diimpitkan dengan larutan NaCl 10%. Filtrat akan digunakan untuk pengukuran KTK dengan cara destilasi langsung. Proses destilasi langsung dilakukan dengan memindahkan secara kuantitatif ke dalam labu didih. Ditambahkan sedikit serbuk batu didih dan aquades hingga setengah volume labu. Disiapkan penampang untuk NH<sub>3</sub> yang dibebaskan yaitu Erlenmeyer yang berisi 10 ml asam borat 1% yang ditambah tiga tetes indikator *Conway* dan dihubungkan dengan alat destilasi. Dengan gelas ukur, ditambahkan NaOH 40% sebanyak 10 ml ke dalam labu didih yang berisi sampel dan segera ditutup. Destilasi hingga penampang mencapai 50-75 ml. Destilat kemudian dititrasi dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,050 N hingga berwarna merah muda. Kemudian

mencatat volume titar ( $V_c$ ) dan blanko ( $V_b$ ) (Balai Penelitian Tanah, 2009). Pengukuran destilasi langsung menggunakan rumus.

$$\begin{aligned} \text{KTK} &= (V_c - V_b) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 0,1 \times 1.000 \text{ g (2,5)}^{-1} \times \text{fk} \\ &= V_c - V_b) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 40 \times \text{fk} \end{aligned}$$

Keterangan:

0,1 : faktor koreksi dari m.e. ke cmol(+)

fk : faktor koreksi kadar air =1

### 3.6.3 Penetapan C-Organik (Karbon Organik)

Penetapan C-Organik menggunakan metode *Walkley and Black*. Tanah halus ukuran <0,5 mm ditimbang sebanyak 0,500 g, dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml tambahkan  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  1 N, dan dihomogenkan. Ditambahkan 7,5 ml  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat, dihomogenkan dan didiamkan selama 30 menit. Kemudian diencerkan dengan air bebas ion dan dibiarkan dingin dan terhimpit selama 1 hari. Selanjutnya diabsorbansi larutan jernih dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 561 nm. Sebagai perbandingan dibuat standar 0 dan 250 ppm, dengan memipet 0 dan 5 ml larutan standar 5000 ppm ke dalam labu ukur 100 dengan perlakuan yang sama dengan sampel (Balai Penelitian Tanah 2009). Pengukuran kadar C- Organik dihitung dengan rumus berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar C-Organik (\%)} &= \text{ppm kurva} \times \text{ml ekstrak} / 1.000 \text{ ml} \times 100 / \text{mg sampel} \times \text{fk} \\ &= \text{ppm kurva} \times 10 / 500 \times \text{fk} \end{aligned}$$

Keterangan:

Ppm kurva : kadar contoh yang didapat dari kurva hubungan antara kadar standar dengan pembacaannya setelah dikoreksi blanko

100 : konversi ke %

Fk : faktor koreksi kadar air = 1

### 3.6.4 Penetapan Tekstur tanah

Penetapan tekstur tanah menggunakan metode pipet. Contoh tanah ukuran < 2 mm ditimbang 10,000 g, kemudian dimasukkan ke dalam piala gelas 800 ml. Ditambah 50 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  10% kemudian dibiarkan semalam. Selanjutnya, ditambahkan 25 ml  $\text{H}_2\text{O}_2$  30%, dipanaskan hingga tidak berbusa, lalu ditambahkan

180 ml aquades dan 20 ml HCl 2N. Campuran dipanaskan di atas pemanas listrik kurang lebih 10 menit kemudian didinginkan. Setelah didinginkan, larutan diencerkan dengan aquades menjadi 700 ml dan dicuci dengan air bebas ion menggunakan penyaring berkefield sampai bebas asam, kemudian ditambahkan 10 ml larutan peptisator  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  4%. Proses pemisahan pasir, suspensi tanah yang telah diberi peptisator diayak dengan ayakan 50 mikron sambil dicuci dengan aquades. Filtrat ditampung dalam silinder 500 ml untuk pemisahan debu dan liat. Butiran yang tertahan ayakan dipindahkan ke dalam piring aluminium yang telah diketahui bobotnya dengan aquades menggunakan botol semprot. Keringkan dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$ , dan didinginkan dalam eksikator dan ditimbang (berat pasir = A g).

Pemisahan debu dan liat, filtrat dalam silinder diencerkan menjadi 500 ml, diaduk selama 1 menit dengan dipipet sebanyak 20 ml ke dalam piring aluminium. Filtrat dikeringkan pada suhu  $105^\circ\text{C}$  dan didinginkan dalam eksikator kemudian ditimbang (berat debu + liat + peptisator = B g). Pada pemisahan liat diaduk kembali selama 1 menit dan dibiarkan selama 3 jam 30 menit pada suhu kamar. Suspensi liat dipipet sebanyak 20 ml pada ke dalam 5,2 cm dari permukaan cairan dan dimasukkan ke dalam piring aluminium. Suspensi liat dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  didinginkan eksikator dan ditimbang (berat liat + peptisator = C g) (Balai Penelitian Tanah, 2009). Pengukuran tekstur 3 fraksi dengan rumus berikut.

$$\text{Fraksi pasir} = A \text{ g}$$

$$\text{Fraksi debu} = 25 (B - C) \text{ g}$$

$$\text{Fraksi liat} = 25 (C - 0,0095) \text{ g}$$

$$\text{Jumlah fraksi} = A + 25 (B - 0,0095) \text{ g}$$

$$\text{Pasir (\%)} = A / \{A + 25(B - 0,0095)\} \times 100$$

$$\text{Debu (\%)} = \{25(B - C)\} / \{A + 25(B - 0,0095)\} \times 100$$

$$\text{Liat (\%)} = \{25(C - 0,0095)\} / \{A + 25(B - 0,0095)\} \times 100$$

Keterangan

A = berat pasir

B = berat debu + liat + peptisator

C = berat liat + peptisator

- 100 = konversi ke %  
 0.0095 = bobot pepsistor pada pemipetan 20 ml  
 25 = faktor konversi 500 ml dari pemipetan 20 ml

### 3.6.5 Penetapan pH tanah

Penetapan pH tanah menggunakan metode pH meter. Tanah ditimbang 10,00 g sebanyak dua kali, masing-masing dimasukkan ke dalam botol kocok, ditambahkan 50 ml aquades ke botol yang satu (pH H<sub>2</sub>O) dan 50 ml KCL 1 M ke dalam botol lainnya (pH KCl). Homogenkan dengan mesin pengocok selama 30 menit. Suspense tanah diukur dengan pH meter yang telah dikalibrasikan menggunakan larutan pH 7,0 dan pH 4,0 kemudian mencatat nilai pH (Balai Penelitian Tanah, 2009).

### 3.6.6 Produksi Padi

Data produksi tanaman diperoleh dari ubinan yang berukuran 2 x 2 m. Teknik ubinan dilakukan dengan menetapkan suatu blok pada luasan tertentu yang dianggap mewakili dari suatu luasan lahan. Tanaman padi di dalam ubinan di panen seluruhnya kemudian ditimbang sehingga didapatkan hasil Gabah Kering Panen (GKP). Gabah yang sudah dipanen dikeringkan hingga kadar air  $\pm$  14%. Gabah Kering Giling (GKG). Berdasarkan BPTP Jawa Barat (2012) Konversi ubinan ke dalam luasan 1 ha pada umumnya dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{Produksi t/ha} = \frac{\text{Luas Lahan 1 ha}}{\text{Luas Ubinan}} \times \text{bobot hasil ubinan}$$



## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisis Tanah Awal

Karakteristik tanah dapat dilihat dari hasil analisis dasar yang dilakukan. Analisis dilakukan bertujuan untuk mengetahui karakteristik tanah sawah yang berlokasi di kebun percobaan Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Kabupaten Pati. Analisis dasar meliputi unsur hara mikro Fe, Cu, Zn, pH, KTK, C-Organik, dan tekstur tanah. Hasil analisis tanah awal disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Dasar Fisik dan Kimia Tanah Awal

Bahan	Parameter	Satuan	Hasil	Kriteria
Tanah	Fe-tersedia	ppm	4,825	t
	Cu-tersedia	ppm	2,50	s
	Zn-tersedia	ppm	7,55	t
	pH	-	5,15	m
	KTK	Cmol(+)/kg	15,77	r
	C-Organik	%	0,62	sr
	Liat	%	24	Lempung
	Pasir	%	35	
	Debu	%	41	

\*kriteria penilaian hasil analisis tanah berdasarkan Zbiral (2016) dan Balai Penelitian Tanah (2009), sr = sangat rendah r = rendah; s = sedang; t = tinggi; m = masam.

Hasil analisis tanah awal tanah menunjukkan bahwa tanah sawah percobaan memiliki kandungan unsur hara mikro (Fe) sebesar 4.825 ppm tergolong dalam kriteria tinggi, tembaga (Cu) yang sebesar 2,50 ppm tergolong sedang, dan seng (Zn) sebesar 7,55 ppm tergolong tinggi (Tabel 4). Hal tersebut mengindikasikan bahwa lahan sawah pada lokasi penelitian memiliki toksisitas terhadap unsur hara Fe, Cu, dan Zn. Tingginya unsur hara mikro terutama unsur hara Fe berasal dari batuan induk tanah. Menurut Hidayat *et al.* (2015) batuan induk Kabupaten Pati yaitu batupasir tufaan dan terdapat juga batuan basalt, hal tersebut disebabkan karena Kabupaten Pati berada pada formasi gunung Patiyam, dan gunung Muria. Batuan basalt mengandung sejumlah besar Besi (Fe) dalam berbagai bentuk mineral besi. Tingginya Fe di lokasi penelitian juga dapat disebabkan karena daerah penelitian merupakan daerah dengan dataran rendah dimana Fe berasal dari

limpasan dataran tinggi yang berdekatan (Ethan *et al.*, 2011). Hal tersebut yang mengakibatkan tingginya unsur hara mikro terutama Fe di lokasi penelitian.

Tingginya ketersediaan unsur hara mikro tembaga (Cu) dan seng (Zn) disebabkan karena pH tanah yang masam (5,15). Kondisi tanah yang masam menyebabkan kandungan unsur hara Cu, dan juga Zn tinggi (Hidayat *et al.*, 2015). Hasil analisis C-Organik memiliki nilai sebesar 0,616 % tergolong sangat rendah, dan nilai KTK pada tanah awal yaitu 15,77 Cmol(+)/kg tergolong rendah. Rendahnya nilai KTK yang terdapat di dalam tanah dapat dipengaruhi oleh tekstur tanah dan bahan organik. Lokasi penelitian memiliki tekstur tanah lempung dengan persentase pasir lebih tinggi dibandingkan dengan fraksi debu dan liat. Menurut Puja dan Atmaja (2018) tinggi rendahnya KTK tergantung tekstur tanah dan bahan organik, semakin tinggi bahan organik serta tekstur tanah semakin halus maka KTK tanah akan semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya semakin rendahnya bahan organik KTK tanah semakin rendah. Nilai KTK juga dipengaruhi oleh jenis mineral liat seperti illit, vermikulit, smektit, dan kaolinit (Nursyamsi dan Suprihati, 2019). Tekstur pada tanah sebelum dilakukan perlakuan adalah lempung dengan fraksi liat 24%, fraksi pasir 35%, dan fraksi debu 41%. Kondisi tanah dengan tekstur lempung baik untuk pertumbuhan tanaman padi dikarenakan akar dapat menembus tanah serta kandungan air tetap terjaga.

#### 4.2 Pengaruh Perlakuan Terhadap pH, KTK, dan C-Organik

Hasil perhitungan analisis pH, KTK, dan C-Organik pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf = 0,05. Apabila berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf = 0,05. Berikut merupakan data analisis pH, KTK, dan C-Organik yang diperoleh dari uji laboratorium di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Kabupaten Pati.

##### 4.2.1 Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Hasil uji pH tanah menggunakan ANOVA pada taraf 0,05, menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan air dan bahan organik serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap pH tanah pada masa fase

vegetatif maksimum dan masa panen sehingga tidak dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range* (DMRT). Data hasil analisis disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Derajat Kemasaman Tanah (pH)

Perlakuan	Derajat Kemasaman Tanah (pH)		
	Tanah Awal	Vegetatif Maksimum	Panen
CF+BO	5,15	5,44	5,23
CF	5,15	5,49	5,07
AWD+BO	5,15	5,60	5,09
AWD	5,15	5,61	5,26
MiDi+BO	5,15	5,49	5,28
MiDi	5,15	5,52	5,23

Keterangan: Bilangan pada kolom yang sama dan didampangi dengan huruf yang sama pula menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. pH 4,5-5,5 = masam; pH 5,5-6,5 = agak masam berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). CF+BO = *Continuous Flooding* + Bahan Organik Jerami; CF = *Continuous Flooding*; AWD+BO = *Alternate Wetting and Drying* + Bahan Organik Jerami; AWD = *Alternate Wetting and Drying*; MiDi+BO = *Mid-Season Drainage* + Bahan Organik Jerami; MiDi = *Mid-Season Drainage*.

Setiap perlakuan menunjukkan nilai pH yang masam hingga agak masam (Tabel 5). Perlakuan CF, AWD, dan MiDi dengan penambahan bahan organik dan tanpa penambahan bahan organik menunjukkan bahwa nilai pH pada fase vegetatif maksimum lebih tinggi dibandingkan dengan pH tanah awal dan juga panen. Tingginya nilai pH pada fase vegetatif maksimum disebabkan karena adanya pengaruh pemberian pupuk seperti  $K_2O$ . Pemberian pupuk  $K_2O$  dilakukan pada saat tanaman berumur 15 HST, 35 HST dan 55 HST dimana tanaman padi berada pada fase vegetatif. Hal ini yang menyebabkan nilai pH pada fase vegetatif maksimum meningkat, dimana  $K^+$  yang terdapat pada pupuk  $K_2O$  memiliki sifat alkalis atau kation basa yang dapat menetralkan pH tanah (Fitriadi *et al.*, 2013).

Nilai pH saat fase vegetatif maksimum pada perlakuan dengan penambahan bahan organik menunjukkan nilai pH terendah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian bahan organik. Hal tersebut disebabkan karena bahan organik jerami yang diberikan belum terurai dengan sempurna oleh mikroorganisme di dalam tanah sehingga tidak dapat menaikkan pH dengan baik. Bahan organik yang terdekomposisi dapat mengikat ion  $H^+$  yang dapat meningkatkan pH tanah dimana pada saat bahan organik terdekomposisi maka asam-asam organik dapat mengikat

ion  $H^+$  melalui gugus karboksil yang memiliki muatan negatif. Naik turunnya pH tanah merupakan fungsi ion  $H^+$  dan  $OH^-$ . Apabila konsentrasi ion  $H^+$  dalam tanah meningkat maka pH menurun, dan apabila konsentrasi ion  $OH^-$  meningkat maka pH meningkat (Siregar *et al.*, 2017). Nilai pH saat fase vegetatif maksimum pada perlakuan CF dengan penambahan bahan organik menunjukkan pH terendah (pH 4,44) dibandingkan dengan perlakuan pengelolaan air lainnya. Hal ini disebabkan karena pada saat penggenangan kondisi tanah dalam kondisi anaerob yang dapat memicu respons seluler tanaman yang dapat penurunan pH (Rachmawati dan Retnaningrum, 2013).

Nilai pH saat masa panen pada perlakuan CF dan MiDi dengan penambahan bahan organik menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan dengan perlakuan CF dan MiDi tanpa penambahan bahan organik. Hal ini disebabkan karena penambahan bahan organik yang diberikan telah terdekomposisi dengan baik. Bahan organik yang terdekomposisi dapat meningkatkan  $OH^-$  sehingga dapat meningkatkan pH. Menurut Siregar *et al.* (2017) Bahan organik yang terdekomposisi menghasilkan ion  $OH^-$  yang dapat menetralkan aktivitas ion  $H^+$  sehingga dapat meningkatkan pH kearah netral. Namun pada perlakuan AWD nilai pH cenderung lebih rendah disebabkan karena adanya proses oksidasi Fe yang mengakibatkan pH menurun, dimana proses oksidasi Fe terjadi akibat adanya pengeringan lahan yang dilakukan. Proses pengeringan tanah sawah mengakibatkan ion  $H^+$  meningkat akibat terjadinya oksidasi  $Fe^{2+}$  menjadi  $Fe^{3+}$  sehingga pH tanah menurun (Harahap *et al.*, 2021). Perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik menunjukkan peningkatan pH tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya setelah dilakukan perlakuan (pH 5,28). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik dapat meningkat pH tanah lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

#### 4.2.2 Kapasitas Tukar Kation (KTK) Tanah

Hasil uji KTK tanah menggunakan ANOVA pada taraf 0,05 menunjukkan pengaruh perlakuan air dan bahan organik serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap KTK tanah pada masa fase vegetatif maksimum dan masa panen. Dengan demikian tidak dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range* (DMRT). Data hasil analisis disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Kapasitas Tukar Kation (KTK)

Perlakuan	KTK (Cmol(+)/Kg)		
	Tanah Awal	Vegetatif Maksimum	Panen
CF+BO	15,77	15,90	14,16
CF	15,77	15,16	13,08
AWD+BO	15,77	13,36	15,96
AWD	15,77	13,10	11,60
MiDi+BO	15,77	12,14	11,36
MiDi	15,77	12,30	13,41

Keterangan: Bilangan pada kolom yang sama dan didampingi dengan huruf yang sama pula menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. Kriteria KTK 5-16 = rendah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). CF+BO = *Continuous Flooding* + Bahan Organik Jerami; CF = *Continuous Flooding*; AWD+BO = *Alternate Wetting and Drying* + Bahan Organik Jerami; AWD = *Alternate Wetting and Drying*; MiDi+BO = *Mid-Season Drainage* + Bahan Organik Jerami; MiDi = *Mid-Season Drainage*.

Setiap perlakuan menunjukkan nilai KTK dengan kriteria rendah (Tabel 6).

Kapasitas Tukar Kation pada tanah awal (15,77 Cmol(+)/Kg) mengalami peningkatan pada perlakuan CF dengan penambahan bahan organik pada masa fase vegetatif maksimum (15,90 Cmol(+)/Kg) dan mengalami penurunan pada masa panen (14,16 Cmol(+)/Kg). Peningkatan KTK tanah pada fase vegetatif maksimum dipengaruhi oleh adanya penambahan bahan organik dimana bahan organik dapat meningkatkan KTK tanah. Penambahan bahan organik berfungsi untuk meningkatkan KTK tanah, karena muatan negatif yang terdapat pada bahan organik yang dapat menarik kation yang bermuatan positif. Menurut Syachroni (2020) meningkatnya kapasitas tukar kation sejalan dengan adanya penambahan bahan organik yang dapat meningkatkan muatan negatif. Muatan negatif (anion) akan menarik muatan positif (kation) sehingga dapat meningkatkan KTK tanah, dimana KTK menunjukkan kemampuan tanah menahan kation. Penurunan KTK tanah pada masa panen terjadi akibat penurunan kandungan bahan organik seiring dengan nutrisi di dalam tanah.

Perlakuan CF dengan penambahan bahan organik pada fase vegetatif maksimum menunjukkan nilai KTK tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya setelah dilakukan perlakuan (KTK 15,90 Cmol(+)/Kg). Hal ini disebabkan karena air dapat melarutkan mineral-mineral yang terdapat di dalam tanah sehingga

ion ion di dalam tanah lebih tersedia untuk pertukaran dalam tanah. Air berfungsi sebagai komponen pelarut yang dapat melarutkan unsur hara yang bermuatan positif (Diyah dan Suminarti, 2018). Setiap perlakuan menunjukkan nilai KTK tanah mengalami penurunan dari tanah awal hingga masa panen. Hal ini disebabkan karena pola sebaran KTK pada lahan sawah seiring dengan bertambahnya kedalaman menyebabkan berkurangnya kandungan bahan organik dan dan presentasi liat di dalam tanah (Syachroni, 2020). Berdasarkan hasil tersebut juga menunjukkan bahwa perlakuan AWD dengan penambahan bahan organik menunjukkan peningkatan KTK tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya setelah dilakukan perlakuan (KTK 15,95 Cmol(+)/Kg) Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan AWD dengan penambahan bahan organik mampu meningkatkan KTK tanah lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

#### 4.2.3 C-Organik Tanah

Hasil uji C-Organik yang terdapat pada tanah menggunakan ANOVA pada taraf 0,05 menunjukkan pengaruh perlakuan air dan bahan organik serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap C-Organik tanah pada masa fase vegetatif maksimum dan masa panen sehingga tidak dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range* (DMRT). Setiap perlakuan menunjukkan kadar C-Organik di dalam tanah termasuk dalam kriteria sangat rendah (Tabel 7). C-Organik tanah awal (0,62 %) mengalami penurunan pada pada setiap perlakuan saat masa vegetatif maksimum dan meningkat kembali pada masa panen. Penurunan C-organik pada fase vegetatif maksimum disebabkan karena tanaman padi aktif dan fokus terhadap pertumbuhan vegetatif seperti daun dan akar sehingga membutuhkan banyak unsur hara termasuk C-Organik. Saat masa panen, C-Organik di dalam tanah meningkat akibat pemanfaatan C-Organik oleh tanaman tidak maksimal. C-Organik memiliki fungsi dalam pengaturan jumlah karbon di dalam tanah untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan keberlanjutan umur tanaman serta efisiensi penggunaan hara (Risma *et al.*, 2023). Data hasil analisis disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. C-Organik Tanah

Perlakuan	C-Organik (%)		
	Tatah Awal	Vegetatif Maksimum	Panen
CF+BO	0,62	0,49	0,64
CF	0,62	0,43	0,58
AWD+BO	0,62	0,47	0,52
AWD	0,62	0,43	0,59
MiDi+BO	0,62	0,47	0,67
MiDi	0,62	0,39	0,60

Keterangan: Bilangan pada kolom yang sama dan didampangi dengan huruf yang sama pula menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. Kriteria C-Organik <1% = sangat rendah berdasarkan Balai Penelitian Tanah (2009). CF+BO = *Continuous Flooding* + Bahan Organik Jerami; CF = *Continuous Flooding*; AWD+BO = *Alternate Wetting and Drying* + Bahan Organik Jerami; AWD = *Alternate Wetting and Drying*; MiDi+BO = *Mid-Season Drainage* + Bahan Organik Jerami; MiDi = *Mid-Season Drainage*.

Perlakuan pengelolaan air CF, AWD dan MiDi dengan penambahan bahan organik menunjukkan nilai C-Organik lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa penambahan bahan organik. Hal ini disebabkan karena bahan organik memiliki peran penting dalam meningkatkan kadar C-Organik dalam tanah. Menurut Adviany dan Maulana (2019) karbon organik merupakan penyusun utama bahan organik yang artinya semakin banyak bahan organik ditambahkan di dalam tanah maka karbon organik akan semakin banyak pula. C-Organik di dalam tanah pada saat vegetatif maksimum lebih rendah dibandingkan dengan saat masa panen disebabkan karena bahan organik belum terdekomposisi dengan baik oleh mikroorganisme. Namun pada saat panen bahan organik telah terdekomposisi dengan sempurna sehingga dapat meningkatkan kadar C-Organik dalam tanah. Menurut Sukaryorini *et al.* (2016) faktor yang mempengaruhi dekomposisi bahan organik yaitu sifat dari bahan tanaman seperti jenis tanaman, umur tanaman dan komposisi kimia. Perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik menunjukkan peningkatan C-Organik tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya setelah dilakukan perlakuan (C-Organik 0,67 %). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik dapat meningkat C-Organik tanah lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya

### 4.3 Pengaruh Perlakuan Terhadap Ketersediaan Fe, Cu dan Zn

Kesuburan tanah dapat dinilai berdasarkan kandungan hara yang terdapat di dalam tanah. Unsur hara memegang peran penting dalam pertumbuhan tanaman khususnya unsur hara mikro. Unsur hara mikro memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman meskipun dibutuhkan dalam jumlah sedikit. Ketidakseimbangan unsur hara mikro dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan menghambat penyerapan unsur hara lainnya. Besi (Fe), Tembaga (Cu), dan seng (Zn) merupakan unsur hara mikro yang penting bagi tanaman terutama bagi tanaman padi. Hasil perhitungan analisis Fe, Cu, dan Zn pada setiap perlakuan menunjukkan hasil yang berbeda-beda. Hasil perhitungan tersebut kemudian dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf  $\alpha = 0,05$ . Apabila berpengaruh nyata maka akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf  $\alpha = 0,05$ . Berikut merupakan data analisis Fe, Cu, dan Zn yang diperoleh dari uji laboratorium di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian, Kabupaten Pati.

#### 4.3.1 Pengaruh Pengelolaan Air dan Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Besi (Fe)

Hasil uji Fe-tersedia yang terdapat pada tanah menggunakan ANOVA pada taraf  $\alpha = 0,05$  menunjukkan pengaruh perlakuan air dan bahan organik serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap Fe-tersedia pada masa fase vegetatif maksimum dan masa panen. Dengan demikian tidak dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range* (DMRT). Umumnya unsur hara Fe di dalam tanah berasal dari tanah mineral dalam bentuk ion  $Fe^{3+}$  namun dalam kondisi tergenang  $Fe^{3+}$  akan tereduksi menjadi  $Fe^{2+}$  atau larut didalam tanah.  $Fe^{2+}$  akan diserap tanaman padi melalui proses difusi. Unsur hara Fe bergerak di dalam tanah akibat adanya proses difusi, proses difusi terjadi karena perbedaan konsentrasi hara di dalam tanah. Unsur hara Fe dapat mencapai akar terjadi karena konsentrasi pada akar tanaman lebih rendah dibandingkan konsentrasi Fe di dalam larutan tanah.

Pada kondisi tergenang kondisi unsur hara Fe yang paling aktif adalah  $Fe^{2+}$ .  $Fe^{2+}$  yang terlarut dapat mendesak basa tukar lainnya sehingga dapat menjenuhi permukaan kompleks pertukaran, selain itu  $Fe^{2+}$  dapat hilang dari larutan tanah melalui beberapa cara seperti pengendapan, terjerap pada permukaan *clay* atau  $Fe^{3+}$



oksida, teroksidasi menjadi  $Fe^{3+}$ , dan terbawa bersama air drainase (Susilawati dan Fahmi, 2013).

Lahan sawah sering mengalami kondisi reduksi-oksidasi dimana terjadi perubahan sifat biokimia tanah yang terjadi akibat fluktuasi kandungan oksigen di dalam tanah. Pada kondisi tergenang difusi oksigen lebih lambat dari pada kondisi oksidasi. Pada kondisi tergenang  $Fe^{3+}$  berubah menjadi  $Fe^{2+}$ . Pada lahan sawah yang dikeringkan akan mempengaruhi perubahan unsur hara Fe. Unsur hara Fe pada saat lahan sawah dikeringkan akan terjadi oksidasi dimana  $Fe^{2+}$  (Besi terlarut) akan menjadi  $Fe^{3+}$  (besi tidak terlarut). Pada saat lahan sawah tergenang unsur hara Fe yang diserap oleh tanaman padi yaitu  $Fe^{2+}$ , namun saat pengeringan  $Fe^{2+}$  yang tertinggal akan menjadi  $Fe^{3+}$  yang mudah bereaksi dengan unsur lain yang tidak dapat diserap oleh tanaman (Harviyanti *et al.*, 2011). Data hasil analisis Fe-tersedia disajikan pada (Tabel 8).

Tabel 8. Kandungan Fe-Tersedia Pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Fe-tersedia (ppm)		
	Tanah Awal	Vegetatif Maksimum	Panen
CF+BO	4.825	5.600	4.350
CF	4.825	3.925	4.600
AWD+BO	4.825	4.350	2.975
AWD	4.825	4.875	4.200
MiDi+BO	4.825	4.375	2.075
MiDi	4.825	4.200	5.500

Keterangan: Bilangan pada kolom yang sama dan didampingi dengan huruf yang sama pula menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. Kriteria  $Fe > 75$  ppm = tinggi berdasarkan Zbiral (2016). CF+BO = *Continuous Flooding* + Bahan Organik Jerami; CF = *Continuous Flooding*; AWD+BO = *Alternate Wetting and Drying* + Bahan Organik Jerami; AWD = *Alternate Wetting and Drying*; MiDi+BO = *Mid-Season Drainage* + Bahan Organik Jerami; MiDi = *Mid-Season Drainage*.

Berdasarkan hasil kadar Fe pada setiap perlakuan di lokasi penelitian memiliki kriteria tinggi (Tabel 2). Setiap perlakuan pengelolaan air dan bahan organik menunjukkan nilai besi (Fe) yang tinggi (Tabel 8). Tingginya Fe disebabkan karena di lokasi penelitian memiliki kandungan Fe yang sudah tergolong tinggi. Hal tersebut dibuktikan berdasarkan penelitian yang dilakukan Setyanto *et al.* (2018)

menyatakan bahwa kadar Fe di lahan Balai Penelitian Lingkungan pertanian termasuk tinggi (3.600 ppm). Selain itu Tingginya Fe terjadi akibat rendahnya pH tanah, dan KTK yang rendah (Suhartini, 2017). Kadar Fe pada tanah awal (4.825 ppm) menunjukkan peningkatan pada perlakuan CF dengan penambahan bahan organik (5.600 ppm) dan AWD tanpa penambahan bahan organik (4.875 ppm) pada saat vegetatif maksimum. Menurut Susilawati dan Fahmi (2013) peningkatan konsentrasi yang terjadi terutama pada saat fase vegetatif disebabkan karena adanya peningkatan aktivitas mikroorganisme pereduksi yang terangsang akibat adanya sisa akar/eksudat dalam bentuk karbohidrat sehingga Fe menjadi meningkat.

Perlakuan pengelolaan air secara CF dengan penambahan bahan organik menunjukkan nilai Fe tertinggi dengan nilai Fe (5.600 ppm) dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada saat fase vegetatif maksimum. Tingginya kadar Fe disebabkan karena terjadinya proses reduksi pada saat penggenangan. Menurut Kusumaningtyas *et al.* (2015) konsentrasi Fe yang terlarut akan meningkat pada saat lahan tergenangi selama 2 sampai 5 minggu. Konsentrasi Fe pada saat penggenangan akan terus meningkat dan pada suatu titik klimaks konsentrasi akan menurun walaupun lahan masih tergenangi. Penurunan konsentrasi Fe setelah mencapai titik tertinggi disebabkan karena berkurangnya konsentrasi  $Fe^{3+}$  yang direduksi terutama terjadi pada saat panen (Susilawati dan Fahmi, 2013). Menurut Prasetyo *et al.* (2006) penggenangan memiliki pengaruh terhadap mobilitas Fe yang ada di dalam tanah dimana selama penggenangan  $Fe^{3+}$  dalam bentuk ferri hidroksida ( $Fe(OH)_3$ ) akan tereduksi menjadi  $Fe^{2+}$  dalam bentuk ferro hidroksida ( $Fe(OH)_2$ ) yang larut dalam air.

Prasetyo *et al.* (2006) menjelaskan reaksi reduksi  $Fe^{3+}$  menjadi  $Fe^{2+}$  sebagai berikut:



Hasil analisis Fe-tersedia pada perlakuan AWD dengan penambahan bahan organik mengalami penurunan pada masa fase vegetatif maksimum hingga masa panen. Fe-tersedia pada fase vegetatif maksimum yaitu 4.350 ppm turun menjadi 2.975 ppm atau turun sebesar 38,35%. Begitu juga dengan perlakuan AWD tanpa bahan organik mengalami penurunan dari masa fase vegetatif maksimum hingga

masa panen. Fe-tersedia pada fase vegetatif maksimum yaitu 4.875 ppm turun menjadi 4.200 ppm atau turun sekitar 13,8% pada saat panen. Oleh sebab itu berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan hipotesis ditolak. Hipotesis ditolak disebabkan terdapat faktor lain yang mempengaruhi seperti curah hujan yang cukup tinggi pada saat penelitian. Menurut Prasetyo *et al.* (2006) penurunan kadar  $\text{Fe}^{2+}$  disebabkan karena adanya  $\text{Fe}^{2+}$  yang tercuci serta adanya pengeringan sehingga terjadi proses oksidasi  $\text{Fe}^{2+}$  menjadi  $\text{Fe}^{3+}$  akibat tanah lebih oksidatif.

Berdasarkan hasil analisis Fe-tersedia, setiap perlakuan air dengan penambahan bahan organik dapat menurunkan kadar Fe yang tersedia di dalam tanah terutama pada tanah yang kaya akan Fe. Hal tersebut disebabkan karena hasil dekomposisi bahan organik seperti asam-asam organik dapat menurunkan Fe. Selain itu perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik mampu menurunkan konsentrasi Fe sebesar 56,98%. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik mampu menurunkan toksisitas Fe di tanah sawah lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Menurut Sari *et al.* (2017) bahan organik yang terdekomposisi menghasilkan asam-asam organik yang dapat membentuk khelasi dengan ion-ion Fe sehingga dapat menurunkan Fe. Penambahan bahan organik serta adanya pengeringan ditengah musim (MiDi) memiliki dampak baik pada tanah yang kaya akan unsur hara Fe, karena dapat mengurangi keracunan Fe. Adanya penambahan bahan organik pada setiap perlakuan berhasil menurunkan konsentrasi Fe yang tinggi di dalam tanah, dimana Fe yang tinggi dapat mengganggu penyerapan unsur hara lain oleh tanaman. Penurunan kadar Fe pada setiap penambahan bahan organik menunjukkan bahwa bahan organik dapat menurunkan toksisitas unsur Fe di dalam tanah. Adanya penambahan bahan organik mampu meningkatkan pH tanah, dimana peningkatan pH dapat menurunkan kadar Fe di dalam tanah (Kusumaningtyas *et al.*, 2015).

#### 4.3.2 Pengaruh Pengelolaan Air dan Bahan Organik Terhadap Ketersediaan

##### Tembaga (Cu)

Hasil uji Cu-tersedia yang terdapat pada tanah menggunakan ANOVA pada taraf 0,05 menunjukkan pengaruh perlakuan air dan bahan organik serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap Cu-tersedia pada



masa fase vegetatif maksimum dan masa panen sehingga tidak dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range* (DMRT). Unsur hara Cu bergerak di dalam tanah akibat adanya proses difusi, proses difusi terjadi karena perbedaan konsentrasi hara di dalam tanah. Unsur hara Cu dapat mencapai akar terjadi karena konsentrasi pada akar tanaman lebih rendah dibandingkan konsentrasi Cu di dalam larutan tanah. Tembaga (Cu) diserap oleh tanaman padi dalam bentuk  $Cu^{2+}$  dan juga dalam bentuk senyawa kompleks organik. Dalam tanah, Cu membentuk senyawa dengan S, O,  $CO_3$  dan  $SiO_4$ . Menurut Rosmarkan dan Yuwono (2002) pada tanah disawahkan, unsur hara Cu direduksi menjadi bervalensi rendah seperti  $Cu_2O$ ,  $CuS$ , dan  $Cu_2S$ . Unsur hara Cu dipengaruhi oleh pH tanah, pada pH tanah masam dapat menurunkan ketersediaan Cu di dalam tanah. Data hasil analisis Cu-tersedia disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan Cu-Tersedia Pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Cu-tersedia (ppm)		
	Tanah Awal	Vegetatif Maksimm	Panen
CF+BO	2,50	4,17	2,35
CF	2,50	3,29	2,56
AWD+BO	2,50	3,09	2,21
AWD	2,50	3,27	2,16
MiDi+BO	2,50	2,69	2,18
MiDi	2,50	3,77	2,91

Keterangan: Bilangan pada kolom yang sama dan didamping dengan huruf yang sama pula menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. Kriteria Cu 0,80-2,7 ppm = sedang; Cu > 2,7 ppm = tinggi berdasarkan Zbiral (2016). CF+BO = *Continuous Flooding* + Bahan Organik Jerami; CF = *Continuous Flooding*; AWD+BO = *Alternate Wetting and Drying* + Bahan Organik Jerami; AWD = *Alternate Wetting and Drying*; MiDi+BO = *Mid-Season Drainage* + Bahan Organik Jerami; MiDi = *Mid-Season Drainage*.

Berdasarkan hasil dapat diketahui bahwa pada masa fase vegetatif maksimum dan masa panen unsur hara mikro tembaga (Cu) di dalam tanah pada setiap perlakuan pengelolaan air dan bahan organik termasuk dalam kriteria sedang hingga tinggi (Tabel 2). Hasil pengukuran Kadar Cu pada tanah awal (2,50 ppm) mengalami peningkatan pada setiap perlakuan saat masa fase vegetatif maksimum dan turun kembali pada masa panen. Peningkatan Cu yang terjadi pada saat masa vegetatif maksimum dipengaruhi oleh pH tanah, pH tanah pada masa fase vegetatif

maksimum yaitu mendekati 5,5 dimana pH optimum unsur hara Cu di dalam tanah yaitu 5,5 (Rosmarkan dan Yuwono, 2022). Pada saat panen terjadi penurunan ketersediaan Cu, hal ini disebabkan karena adanya penyerapan Cu secara maksimal untuk pertumbuhan tanaman, serta terjadinya penurunan pH. Menurut Virzelina *et al.* (2019) kondisi pH tanah yang masam dapat menyebabkan ketersediaan Cu di dalam tanah juga menurun.

Unsur hara Cu pada saat penggenangan akan mengalami penurunan, penurunan Cu pada saat penggenangan terjadi akibat terlarutnya Cu dalam air serta terjadinya khelasi dengan senyawa lain seperti S, O, CO<sub>3</sub>, dan SiO<sub>4</sub> (Hardjowigeno dan Rayes, 2005). Penurunan juga terjadi pada pengelolaan air lainnya seperti AWD dan juga MiDi. Hal ini terjadi karena pengaruh hujan yang cukup tinggi yang menyebabkan perlakuan kurang efektif. Pengaruh hujan menyebabkan semua perlakuan menjadi tergenang meskipun dalam waktu tertentu. Menurut Rosmarkan dan Yuwono (2002) penggenangan terus-menerus sering menyebabkan terjadinya penurunan ketersediaan Cu di dalam tanah terutama tanah sawah. Perlakuan *Continuous Flooding* (CF) dengan penambahan bahan organik menunjukkan konsentrasi Cu sebesar 4,17 ppm. Tinggi nya Cu disebabkan adanya reduksi atau kondisi kekurangan oksigen di dalam tanah yang menyebabkan terjadinya peningkatan Cu<sup>2+</sup>. Selain itu tingginya konsentrasi Cu akibat adanya penggenangan namun akan turun seiring lamanya penggenangan. Berdasarkan penelitian Rosmarkan dan Yuwono (2002) juga menyebutkan bahwa unsur hara Cu pada saat penggenangan pada minggu pertama dan kedua yaitu 0,11 ppm namun menurun pada minggu keempat menjadi 0,04 ppm dan minggu keenam menjadi 0,02 ppm. Unsur hara Cu di dalam tanah masih dapat ditoleransi oleh tanaman padi dimana ambang batas kritis kebutuhan Cu yaitu 5-20 ppm (Purbalisa dan Mulyadi, 2018).

Unsur hara mikro Cu pada saat panen paling rendah terdapat pada perlakuan AWD tanpa bahan organik yaitu 2,16 ppm. Adanya pengeringan berselang yang dilakukan menyebabkan pH menjadi lebih masam, dimana pH tanah yang masam menyebabkan penurunan Cu di dalam tanah. Rosmarkan dan Yuwono (2002) juga menyebutkan bahwa tanah yang masam dapat menurunkan ketersediaan Cu di dalam tanah. Penurunan Cu di lahan sawah juga dapat disebabkan oleh faktor lingkungan seperti curah hujan yang tinggi. Tingginya curah

hujan dapat mengakibatkan terjadinya *leaching* (pencucian tanah) sehingga unsur hara di dalam tanah berkurang. Perlakuan pengelolaan air *Alternate Wetting and Drying* (AWD) dengan penambahan bahan organik menunjukkan kadar Cu mengalami penurunan sehingga hipotesis penelitian ditolak. Hipotesis ditolak disebabkan karena terjadinya pencucian akibat curah hujan pada saat penelitian tinggi. Menurut Nuraeni *et al.* (2019) penurunan ketersediaan unsur hara di dalam tanah dapat disebabkan curah hujan yang terlalu tinggi. Perlakuan MiDi tanpa penambahan bahan organik menunjukkan peningkatan kadar Cu-tersedia tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya setelah dilakukan perlakuan (2,91 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan MiDi tanpa penambahan bahan organik dapat meningkatkan kadar Cu-tersedia lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

#### 4.3.3 Pengaruh Pengelolaan Air dan Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Seng (Zn)

Hasil uji Zn-tersedia yang terdapat pada tanah menggunakan ANOVA pada taraf 0,05 menunjukkan pengaruh perlakuan air dan bahan organik serta interaksi antara kedua perlakuan tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap Zn-tersedia pada masa fase vegetatif maksimum dan masa panen sehingga tidak dilakukan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range* (DMRT). Umumnya unsur hara Zn yang terdapat di dalam tanah berasal dari tanah mineral yang terlarut didalam tanah. Unsur Zn akan dijerap oleh tanah dalam bentuk ion  $Zn^{2+}$  melalui kadungan lempung, bahan organik serta oksidasi Al dan Fe melalui proses adsorpsi dan kemudian diserap oleh tanaman (Riwandi *et al.*, 2017). Unsur hara Zn di dalam tanah sawah bergerak di dalam tanah akibat adanya proses difusi, proses difusi terjadi karena perbedaan konsentrasi hara di dalam tanah. Unsur hara Zn dapat mencapai akar terjadi karena konsentrasi pada akar tanaman lebih rendah dibandingkan konsentrasi Zn di dalam larutan tanah. Unsur hara Zn yang diserap oleh tanaman padi dalam bentuk  $Zn^{2+}$  dan juga dalam bentuk khelat seperti Zn-EDTA (Rosmarkan dan Yuwono, 2002). Pada tanah sawah ZnS sering ditemukan karena berkhelasi dengan sulfida. Data hasil analisis Zn-tersedia disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Kandungan Zn-Tersedia pada Setiap Perlakuan

Perlakuan	Zn-tersedia (ppm)		
	Tanah Awal	Vegetatif Maksimm	Panen
CF+BO	7,55	9,50	8,24
CF	7,55	8,09	8,44
AWD+BO	7,55	8,55	9,21
AWD	7,55	8,70	7,35
MiDi+BO	7,55	8,04	7,90
MiDi	7,55	8,46	9,40

Keterangan: Bilangan pada kolom yang sama dan didampingi dengan huruf yang sama pula menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. Kriteria Zn > 2,5 ppm = tinggi berdasarkan Zbiral (2016). CF+BO = *Continuous Flooding* + Bahan Organik Jerami; CF = *Continuous Flooding*; AWD+BO = *Alternate Wetting and Drying* + Bahan Organik Jerami; AWD = *Alternate Wetting and Drying*; MiDi+BO = *Mid-Season Drainage* + Bahan Organik Jerami; MiDi = *Mid-Season Drainage*.

Setiap perlakuan diketahui bahwa unsur hara mikro seng (Zn) termasuk dalam kriteria tinggi (Tabel 2). Kadar Zn pada tanah awal (7,55 ppm) mengalami peningkatan pada setiap perlakuan saat fase vegetatif maksimum dan sedikit mengalami penurunan pada saat panen. Berdasarkan hasil Zn tersedia diketahui bahwa adanya penggenangan menyebabkan penurunan konsentrasi Zn namun tidak terlalu signifikan. Penggenangan yang terjadi pada lahan sawah yang terjadi mengakibatkan penurunan konsentrasi unsur hara Zn akibat adanya pembentukan  $ZnSO_3$  (Rosmarkan dan Yuwono, 2002). Unsur hara Zn pada setiap perlakuan termasuk dalam kriteria tinggi namun tidak menjadi racun bagi tanaman. Menurut Novarian (2005) kebutuhan normal tanaman padi yaitu 25-125 ppm artinya tanaman tidak mengalami keracunan Zn.

Unsur hara mikro Zn pada perlakuan CF dengan penambahan bahan organik pada saat vegetatif maksimum menunjukkan nilai tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya (9,50 ppm). Tingginya konsentrasi Zn terjadi karena adanya pengaruh reduksi oksida Fe. Pada saat tergenang tanah akan mengalami reduksi atau kekurangan oksigen sehingga menyebabkan reduksi oksida Fe di dalam tanah. Zn akan cenderung terikat dengan oksida besi, dan ketika oksida besi tereduksi, maka Zn akan terlepas dan menjadi larut di dalam tanah (Riwandi *et al.*, 2017).

Unsur hara Zn mengalami penurunan saat panen terjadi akibat adanya pengaruh bahan organik yang diterapkan, dimana bahan organik yang terdekomposisi akan terakumulasi dengan  $\text{CO}_3$  dan bentuk  $\text{ZnCO}_3$ . Menurut Hardjowigeno dan Rayes (2005) menurunnya Zn terjadi karena adanya endapan  $\text{Zn(OH)}$  setelah penggenangan yang dapat mengakibatkan naiknya pH, adanya endapan  $\text{ZnCO}_3$  dari akumulasi  $\text{CO}_2$  akibat dekomposisi bahan organik, dan adanya pengendapan ZnS pada tanah yang sangat tereduksi.

Unsur hara Zn meningkat pada saat adanya perlakuan pengeringan berselang lahan. Dapat dilihat pada perlakuan AWD dengan penambahan organik dan MiDi tanpa penambahan bahan organik menunjukkan terjadinya pada masa vegetatif maksimum yaitu 8,55 ppm menjadi 9,21 ppm atau meningkat sebesar 0,66 ppm pada saat masa panen. Meningkatnya Zn pada perlakuan AWD dengan penambahan bahan organik disebabkan karena adanya aktivitas mikroorganisme yang membantu mendekomposisi bahan organik terutama pada saat pengeringan. Pada saat pengeringan lahan sawah masuk dalam kondisi aerob dimana oksigen masuk ke dalam tanah sehingga dapat membantu mikroorganisme mendekomposisikan bahan organik. Hasil dekomposisi bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan Zn. Menurut Salawati *et al.* (2021) penggunaan bahan organik dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara mikro termasuk Zn. Unsur hara Zn juga meningkat pada perlakuan MiDi tanpa penambahan bahan organik. Unsur hara Zn pada masa fase vegetatif maksimum yaitu 8,46 ppm meningkat menjadi 9,40 ppm pada masa panen atau meningkat sebesar 0,94 ppm. Perlakuan MiDi yang merupakan perlakuan dengan metode penggenangan dari awal tanam hingga masa primordia dan kering basah pada saat primordia hingga panen. Perlakuan MiDi pada saat pengeringan dapat meningkatkan Zn. Menurut Hardjowigeno dan Rayes (2005) meningkatkan Zn dapat dilakukan dengan pengeringan tanah sementara. Perlakuan MiDi tanpa penambahan bahan organik menunjukkan peningkatan kadar Zn-tersedia tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya setelah dilakukan perlakuan (9,40 ppm). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan MiDi tanpa penambahan bahan organik dapat meningkatkan kadar Zn-tersedia lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya.



#### 4.4 Produksi Padi

Hasil Gabah Kering Panen (GKP) dan Gabah Kering Giling (GKG) yang telah diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf = 0,05.

Berdasarkan hasil ANOVA diketahui bahwa pengaruh perlakuan pengelolaan air serta interaksi antara pengelolaan air dan bahan organik menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata sedangkan perlakuan bahan organik menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Perlakuan bahan organik kemudian dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf = 0,05. Tabel Gabah Kering Panen (GKP) dan Gabah Kering Giling (GKG) yang telah dikonversi disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Gabah Kering Panen dan Gabah Kering Giling Tanaman padi

Perlakuan	GKP (ton/ha)	GKG (ton/ha)
CF+BO	7,88b	6,26b
CF	6,00a	4,86a
AWD+BO	7,43b	5,88b
AWD	6,05a	4,91a
MiDi+BO	7,81b	6,15b
MiDi	5,96a	4,92a

Keterangan: Bilangan pada kolom yang sama dan didamping dengan huruf yang sama pula menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji DMRT 5%. CF+BO = *Continuous Flooding* + Bahan Organik Jerami; CF = *Continuous Flooding*; AWD+BO = *Alternate Wetting and Drying* + Bahan Organik Jerami; AWD = *Alternate Wetting and Drying*; MiDi+BO = *Mid-Season Drainage* + Bahan Organik Jerami; MiDi = *Mid-Season Drainage*. GKP = Gabah Kering Panen; GKG = Gabah Kering Giling.

Berdasarkan Tabel 11, diketahui bahwa hasil GKP perlakuan penambahan bahan organik paling rendah terdapat pada perlakuan pengelolaan air CF, AWD, dan MiDi tanpa penambahan bahan organik sedangkan GKP tertinggi terdapat pada perlakuan CF, AWD, dan MiDi dengan penambahan bahan organik. Setelah dijemur hingga kadar air mencapai  $\pm 14\%$  didapatkan hasil GKG tertinggi terdapat pada perlakuan CF, AWD, dan MiDi dengan penambahan bahan organik dan terendah terdapat pada perlakuan CF, AWD, dan MiDi tanpa penambahan bahan organik.

Berdasarkan hasil Gabah Kering Panen (GKP) dan Gabah Kering Giling (GKG) pada perlakuan pengelolaan air CF, AWD, dan MiDi dengan penambahan

bahan organik menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan dengan hasil gabah perlakuan CF, AWD, dan MiDi tanpa penambahan bahan organik. Hal tersebut dikarenakan pada perlakuan bahan organik jerami dan pupuk anorganik. Menurut Sitepu *et al.* (2017) penambahan bahan organik dapat memperbaiki sifat kimia dan perkembangan akar tanaman sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk anorganik. Kaparang *et al.* (2017) menambahkan, bahwa penggunaan kompos jerami mampu meningkatkan hasil gabah padi kering panen secara nyata. Kompos jerami yang ditambahkan ke dalam tanah dapat meningkatkan pertumbuhan yang lebih bagi tanaman dan memiliki fungsi penting untuk sistem enzim dan diperlukan dalam sintesa profil.

Hasil GKP setelah dijemur mengalami penyusutan akibat adanya pengeringan hingga kadar air  $\pm 14\%$ . Pengeringan menyebabkan kadar air dalam gabah berkurang sehingga menurunkan bobot gabah. Selama proses pengeringan akan terjadi proses penguapan air ke udara. Adanya perbedaan tekanan udara dan uap air di lingkungan dan udara yang terdapat di dalam gabah yang dikeringkan akan menyebabkan penyusutan karena terjadi perubahan volume dari gabah tersebut. Penguapan kadar air selama proses pengeringan bertujuan untuk menghambat atau mengurangi aktivitas enzim dan pertumbuhan mikroorganisme yang dapat mengakibatkan pembusukan sehingga bahan yang telah dikeringkan bertahan lebih lama dan dapat meningkatkan mutu produk (Ramli *et al.*, 2017).

Potensial hasil varietas Inpari 32 menurut SK Menteri Pertanian 4996/Kpts/SR.120/12/2013 adalah 8,42 ton/ha GKG. Hal ini menunjukkan bahwa Setiap perlakuan pengelolaan air dengan penambahan bahan organik dan tanpa bahan organik menunjukkan hasil GKG masih belum mencapai potensi hasil. Potensial hasil merupakan perkiraan atau estimasi hasil yang diperoleh dari suatu lahan per hektar (ha). Berdasarkan hasil GKG juga diketahui bahwa adanya penambahan bahan organik dapat meningkatkan hasil GKG padi pada lahan sawah. Perlakuan CF menunjukkan hasil GKG lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa perlakuan pengelolaan air secara tergenang terus-menerus dapat menghasilkan hasil GKG padi lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

#### 4.5 Hubungan Unsur Hara Mikro Fe, Cu, dan Zn dengan Produksi Padi

Hubungan pengaruh antara Unsur hara mikro dengan produksi padi dapat dilakukan dengan menggunakan analisis regresi, korelasi, dan determinasi. Korelasi merupakan suatu metode yang digunakan untuk mengetahui derajat hubungan antara dua variabel atau lebih. Korelasi juga dapat digunakan untuk mengetahui keeratan hubungan antara dua variabel atau lebih dalam rentang tertentu. Tingkat keeratan hubungan korelasi memiliki rentang 0 hingga 1 apabila korelasi positif, dan 0 hingga -1 apabila korelasi negatif dimana koefisien korelasi mendekati 1 dan -1 terdapat hubungan sempurna sedangkan koefisien korelasi mendekati 0 tidak memiliki hubungan sempurna (Wibowo dan Kurniawan, 2020).

Analisis Regresi digunakan untuk meramalkan variabel dengan variabel independen melalui persamaan garis linear. Menurut Laraswati dan Purnomo (2014) analisis regresi diartikan sebagai salah satu teknik statistik yang digunakan untuk mengkaji hubungan antara variabel dan meramal suatu variabel. Sedangkan koefisien determinasi ( $R^2$ ) merupakan angka yang dapat digunakan untuk mengetahui besarnya pengaruh suatu sifat terhadap naik turunnya sifat lain. Nilai koefisien determinasi berkisar antara 0 hingga 1, dimana nilai koefisien determinasi mendekati 1 menunjukkan pengaruh yang semakin kuat dan apabila nilai koefisien mendekati 0 menunjukkan pengaruh yang semakin lemah. Menurut Novrika *et al.* (2016) nilai korelasi 0,4 - 0,7 termasuk dalam hubungan sedang dan nilai korelasi  $\leq 0,2$  termasuk dalam hubungan tidak berkaitan.

Hubungan pengaruh antara Unsur hara mikro besi (Fe), tembaga (Cu), dan seng (Zn) dengan produksi padi dianalisis menggunakan analisis regresi, korelasi, dan determinasi disajikan pada Tabel 12 dan Tabel 13.

Tabel 12. Hubungan Unsur Hara Mikro Terhadap Gabah Kering Panen (GKP)

Unsur Hara Mikro	Persamaan Regresi	r	$R^2$
Besi (Fe)	$y = 11,602 - 0,0011x$	-0,587	0,3442
Tembaga (Cu)	$y = 11,146 - 1,7916x$	-0,556	0,3086
Seng (Zn)	$y = 7,5591 - 0,0836x$	-0,068	0,0046

Tabel 13. Hubungan Unsur Hara Mikro Terhadap Gabah Kering Giling (GKG)

Unsur Hara Mikro	Persamaan Regresi	r	R <sup>2</sup>
Besi (Fe)	$y = 8,6313 - 0,0007x$	-0,548	0,3003
Tembaga (Cu)	$y = 8,3357 - 1,1854x$	-0,520	0,2704
Seng (Zn)	$y = 5,8321 - 0,0398x$	-0,046	0,0021

Hasil uji korelasi antara unsur hara mikro Fe dengan Produksi padi pada GKP dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan sedang dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,587. Hasil korelasi menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi unsur hara mikro Fe di dalam tanah maka produksi padi akan menurun. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan nilai sebesar 0,3442. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan produksi padi pada GKP dipengaruhi oleh unsur hara mikro Fe sebesar 34,42%, sedangkan 65,58 % disebabkan oleh pengaruh lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh Fe terhadap produksi padi lemah. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan  $y = 11,602 - 0,0011x$  digunakan untuk menduga nilai minimum  $y$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur hara mikro Fe di dalam tanah meningkat satu satuan, produksi padi cenderung menurun rata-rata 0,0011 satuan, dan jika kandungan Fe dalam tanah adalah 0, maka produksi padi diperkirakan mencapai 11,602 satuan.

Hasil uji korelasi antara unsur hara mikro Cu dengan Produksi padi pada GKP dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan sedang dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,556. Hasil korelasi menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi unsur hara mikro Cu di dalam tanah maka produksi padi akan menurun. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan nilai sebesar 0,3086. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan produksi padi pada GKP dipengaruhi oleh unsur hara mikro Cu sebesar 30,86%, sedangkan 69,14% disebabkan oleh pengaruh lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh Cu terhadap produksi padi lemah. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan  $y = 11,146 - 1,7916x$  digunakan untuk menduga nilai minimum  $y$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur hara mikro Cu di dalam tanah meningkat satu satuan, produksi padi cenderung menurun

rata-rata 1,791 satuan, dan jika kandungan Cu dalam tanah adalah 0, maka produksi padi diperkirakan mencapai 11,146 satuan.

Hasil uji korelasi antara unsur hara mikro Zn dengan Produksi padi pada GKP dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan tidak berkaitan dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,068. Hasil korelasi menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi unsur hara mikro Zn di dalam tanah maka produksi padi akan menurun. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan nilai sebesar 0,0046. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan produksi padi pada GKP dipengaruhi oleh unsur hara mikro Zn sebesar 0,46%, sedangkan 99,54% disebabkan oleh pengaruh lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh Zn terhadap produksi padi sangat lemah. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan  $y = 7,5591 - 0,0836x$  digunakan untuk menduga nilai minimum  $y$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur hara mikro Zn di dalam tanah meningkat satu satuan, produksi padi cenderung menurun rata-rata 0,0836 satuan, dan jika kandungan Cu dalam tanah adalah 0, maka produksi padi diperkirakan mencapai 7,5591 satuan.

Hasil uji korelasi antara unsur hara mikro Fe dengan Produksi padi pada GKG dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan sedang dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,548. Hasil korelasi menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi unsur hara mikro Fe di dalam tanah maka produksi padi akan menurun. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan nilai sebesar 0,3003. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan produksi padi pada GKG dipengaruhi oleh unsur hara mikro Fe sebesar 30,03%, sedangkan 69,97% disebabkan oleh pengaruh lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh Fe terhadap produksi padi lemah. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan  $y = 8,6313 - 0,0007x$  digunakan untuk menduga nilai minimum  $y$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur hara mikro Fe di dalam tanah meningkat satu satuan, produksi padi cenderung menurun rata-rata 0,0007 satuan, dan jika kandungan Fe dalam tanah adalah 0, maka produksi padi diperkirakan mencapai 8,6313 satuan.

Hasil uji korelasi antara unsur hara mikro Cu dengan produksi padi pada GKG dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan sedang dengan nilai koefisien



korelasi ( $r$ ) sebesar 0,520. Hasil korelasi menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi unsur hara mikro Cu di dalam tanah maka produksi padi akan menurun. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan nilai sebesar 0,2704. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan produksi padi pada GKG dipengaruhi oleh unsur hara mikro Cu sebesar 27,04%, sedangkan 72,96% disebabkan oleh pengaruh lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh Cu terhadap produksi padi lemah. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan  $y = 8,3357 - 1,1854x$  digunakan untuk menduga nilai minimum  $y$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur hara mikro Cu di dalam tanah meningkat satu satuan, produksi padi cenderung menurun rata-rata 1,1854 satuan, dan jika kandungan Cu dalam tanah adalah 0, maka produksi padi diperkirakan mencapai 8,3357 satuan.

Hasil uji korelasi antara unsur hara mikro Zn dengan Produksi padi pada GKG dapat dilihat bahwa keduanya memiliki hubungan tidak berkaitan dengan nilai koefisien korelasi ( $r$ ) sebesar 0,046. Hasil korelasi menunjukkan nilai negatif, yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi unsur hara mikro Zn di dalam tanah maka produksi padi akan menurun. Besarnya hubungan ditentukan oleh koefisien determinasi ( $R^2$ ) dengan nilai sebesar 0,0021. Hal tersebut menunjukkan bahwa setiap peningkatan produksi padi pada GKG dipengaruhi oleh unsur hara mikro Zn sebesar 0,21%, sedangkan 99,79% disebabkan oleh pengaruh lain. Hal tersebut menunjukkan bahwa pengaruh Zn terhadap produksi padi sangat lemah. Hasil analisis regresi menunjukkan persamaan  $y = 5,8321 - 0,0398x$  digunakan untuk menduga nilai minimum  $y$ . Persamaan tersebut menunjukkan bahwa kandungan unsur hara mikro Zn di dalam tanah meningkat satu satuan, produksi padi cenderung menurun rata-rata 0,0398 satuan, dan jika kandungan Cu dalam tanah adalah 0, maka produksi padi diperkirakan mencapai 5,8321 satuan. Lemahnya pengaruh antara unsur hara mikro dengan produksi padi disebabkan karena unsur hara mikro seperti Fe, Cu, dan Zn yang dibutuhkan tanaman sangat kecil atau sebesar 0,1% berat kering tanaman (Husnain *et al.*, 2016).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Pengelolaan air secara CF, AWD, dan MiDi dengan penambahan bahan organik jerami dan tanpa penambahan bahan organik jerami serta interaksi antar kedua perlakuan menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn pada tanah setelah perlakuan.
2. Pemanfaatan metode CF, AWD, dan MiDi dengan penambahan bahan organik menghasilkan perubahan kandungan unsur hara mikro Fe, Cu, dan Zn di dalam tanah. Perlakuan CF dengan penambahan bahan organik mampu menurunkan kadar Fe sebesar 9,84% dan Cu sebesar 6%, namun meningkatkan kandungan Zn sekitar 9,14%. Sementara itu perlakuan AWD dengan penambahan bahan organik menunjukkan penurunan Fe sebesar 38,35% dan Cu sebesar 11,6%, namun Zn mengalami peningkatan sebesar 21,98%. Sementara pada perlakuan MiDi dengan penambahan bahan organik dapat menurunkan Fe sebesar 56,98% dan Cu sebesar 12,8%, tetapi Zn hanya meningkat sekitar 4,64%.
3. Pengelolaan air secara CF, AWD, dan MiDi serta interaksi antar perlakuan menunjukkan hasil tidak berpengaruh nyata namun perlakuan penambahan bahan organik jerami berpengaruh nyata terhadap produksi padi. Perlakuan CF dengan penambahan bahan organik menunjukkan hasil produksi padi Gabah Kering Panen (GKP) tertinggi yakni 7,88 ton/ha, dan Gabah Kering Giling (GKG) yakni 6,26 ton/ha apa bila dibandingkan dengan perlakuan pengelolaan air lainnya.

### 5.2 Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pengelolaan air dan bahan organik tidak berpengaruh nyata terhadap ketersediaan unsur hara Fe, Cu, dan Zn. Hal ini disebabkan karena intensitas hujan yang cukup tinggi (Lampiran 23), serta tingginya unsur hara mikro di lokasi penelitian. Oleh sebab itu untuk penelitian berikutnya sebaiknya dilakukan pada saat musim kemarau. Selain itu perlu mengkaji lebih dalam unsur hara mikro di lokasi penelitian dengan melakukan analisis di laboratorium yang berbeda untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat,

serta menambahkan waktu pengambilan sampel untuk mendapatkan hasil dan informasi lebih jelas tentang unsur hara Fe, Cu, dan Zn di tanah sawah.





## DAFTAR PUSTAKA

- Adviany, I., D. D, Maulana. 2019. Pengaruh Pupuk Organik dan Jarak Tanam terhadap C-Organik, Populasi Jamur Tanah dan Bobot Kering Akar serta Hasil Padi Sawah pada Inceptisols Jatinangor, Sumedang. *Jurnal Agrotechnology Research*. 3 (1): 28–35.
- Alamsyah, S. A., Arifin., M. A. Sadat. 2021. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Risiko Produksi Usahatani Padi Sawah Tadah Hujan (Studi Kasus Di Kelurahan Soreang Kecamatan Lau Kabupaten Maros). *Jurnal Agribisnis*. 9 (2): 130–138.
- Anwar, K., Sabiham, S., Sumawinata, B., Sapei, A., Alihamsyah, T. 2006. Pengaruh Kompos Jerami terhadap Kualitas Tanah, Kelarutan Fe<sup>2+</sup> dan SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> serta Produksi Padi pada Tanah Sulfat Masam. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 24 (1): 29–39.
- Arafah. 2011. Kajian Pemanfaatan Pupuk Organik Pada Tanaman Padi Sawah Di Pinrang Sulawesi Selatan. *Jurnal. Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 14 (1): 11–18.
- Arpindra, S. J., Nuraini, Y., Widiyanto. 2017. Kajian Porositas Tanah Pada Pemberian Beberapa Jenis Bahan Organik Di Perkebunan Kopi Robusta. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 4 (1): 463–471.
- Atmaja, I. S. W., Saleh, I., Wahana, S. 2018. Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah (*Oryza sativa*) dengan Penggunaan Beberapa Amelioran dan Teknik Pengairan pada Lahan Sawah tercekam Fe. *Agrosintesa: Jurnal Ilmu Budidaya Pertanian* 1 (2): 103-108.
- Balai Penelitian Tanah. 2009. Analisis Kimia Tanah. Tanaman. Air, dan Pupuk. Balai Penelitian Tanah. Bogor.
- BPTP Jawa Barat. 2012. Metode Panduan Ubinan Padi Jajar Legowo. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian. Jawa Barat
- Boling, A., Tuong, T.P., Jatmiko, S.Y., Burac, M.A. 2004. Yield constraints of rainfed lowland rice in Central Java, Indonesia. *Journal Field Crops Reserch*. 90 (2): 351–360.
- Budianto, B. M., Supriadi, A., Hidayat, S., Salehudin, S. 2020. Model Irigasi Hemat Air Perpaduan System of Rice Intensification (SRI) dengan Alternate Wetting and Drying (AWD) pada Padi Sawah. *Jurnal Teknologi Pengairan*. 11 (2): 128–136.
- Diyah, S. I., Suminarti, N. E. 2018. Pengaruh Jumlah Dan Frekuensi Pemberian Air Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Edamame (*Glycine max L. Merrill*). *Jurnal Produksi Tanaman*. 6 (8) 1966–1973.



- Eddy. 2022. Pengantar Teknologi Budidaya Tanaman Serealia. Makassar. PT. Nas Media Indonesia.
- Ethan, S., A. C. Odunze., E. N. O, Iwaufor. 2011. Pengaruh Pengelolaan Air dan Laju Nitrogen terhadap Konsentrasi Besi dan Hasil Panen pada Dataran Rendah. *Jurnal Pertanian dan Biologi Amerika Utara*. 2 (4): 622–629.
- Fitriadi, A., Sufardi., Muyasir. 2013. Pengaruh residu Pupuk KCl dan Kompos Terhadap Sifat Kimia Tanah dan Pertumbuhan Padi (*Oryza sativa L.*). *Jurnal. Manajen Sumberdaya Lahan*. 2(3): 223–230.
- Harahap, F. S., Kurniawan, D., Susanti, R. 2021. Pemetaan Status pH Tanah dan C-Organik Tanah Sawah Tadah Hujan di Kecamatan Panai Tengah Kabupaten Labuhanbatu. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*. 23 (1): 37-42
- Hardjowigeno. S., M. L. Rayes. 2005. Tanah Sawah; Karakteristik Kondisi dan Permasalahan Lahan Sawah di Indonesia. Malang. Bayumedia Publishing.
- Harviyanti, T., Prasetyo, B., Ahmad, F., Harianti, M. 2011. Upaya Mengendalikan Keracunan Besi (Fe) dengan Bahan Humat dari Kompos Jerami Padi dan Pengelolaan Air untuk Meningkatkan Produktivitas Lahan Sawah Bukan Baru di Sitiung, Sumatera Barat. *Jurnal Tanah dan Iklim* 34 (2): 40-47.
- Hidayat, A., Pontomojono, K., Maha, M. 2015. Geologi Dan Studi Lingkungan Pengendapan Formasi Patiayam Daerah Pegandan Dan Sekitarnya, Kecamatan Margorejo Dan Jekulo Kabupaten Pati Dan Kudus, Jawa Tengah. *Jurnal Ilmiah Geologi Pangea*. 2 (1): 74–78.
- Hidayati, I. N., Suryanto. 2015. Pengaruh Perubahan Iklim Terhadap Produksi Pertanian dan Strategi Adaptasi pada Lahan Rawan Kekeringan. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*. 16 (1): 42-52.
- Hikmat, M., Yatno, E. 2022. Karakteristik Tanah Sawah yang Terbentuk dari Bagab Endapan Aluvium dan Marin di DAS Cimanuk Hilir, kabupaten Indramayu. *Jurnal. Tanah dan Iklim*. 40 (1): 103-115
- Husnain, A., Kasno, S., Rochayati. 2016. Pengelolaan Hara dan Teknologi Pemupukan Mendukung Swasembada Pangan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 10 (1): 25–36.
- Jayakumar, M., Krishnasamy, S., Thavaprakash, N. 2004. Effect Of Irrigation Regimes, Mid-Season Drainage And Time Of Application Of Nitrogen On Growth And Yield Of Hybrid Rice. *Journal Acta Agronomica Hungarica*. 52 (1): 45–51.
- Jonharnas, Sitindaon, S. H. 2017. Peran Lahan Sawah Tadah Hujan Terhadap Ketahanan Pangan Nasional Di Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. *Jurnal. Agroteknologi* 7 (2): 15-20
- Kaparang, G., Paulus, J.M., Walingkas, S.A.F., 2017. Pemberian Pupuk NPK dan



Kompos Jerami pada Pertumbuhan dan Hasil Padi (*Oryza sativa* L) metode SRI (System of Rice Intensification). *Ejournal UNSRAT*. 6 (1): 1-13

Kasno, A., Rostaman, T., Diah, D. 2016. Peningkatan Produktivitas Lahan Sawah Tadah Hujan dengan Pemupukan Hara N, P, K dan Penggunaan Padi Varietas Unggul. *Jurnal Tanah dan Iklim*. 40 (2): 147–157.

Kaya, E. 2018. Pengaruh Kompos Jerami Dan Pupuk NPK Terhadap N-Tersedia Tanah, Serapan-N, Pertumbuhan, Dan Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L). *Jurnal Agrologia*. 2 (1): 43–50.

Kusumaningtyas, A. S., Cahyono, P., Sudarto., Suntari, R. 2015. Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah Terhadap pH, Eh, Fe, Al-dd , Mn dan P Terlarut Pada Tanaman Nanas Klon GP3 di Ultisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 2(1): 103–109.

Lampayan, R. M., Rejesus, R M., Singleton, G. R., Bouman, B. A. M. 2015. Adoption And Economics Of Alternate Wetting And Drying Water Management For Irrigated Lowland Rice. *Journal Field Crops Research*. 170 (1): 95–108.

Laraswati, D., Purnomo, D. 2014. Regresi Linear Dalam Penentuan Nilai Guna Langsung Kawasan Sindang Gila Provinsi NTB Dengan Metoda TCM. *Jurnal Khatulistiwa Informatika* 2 (2) 126–133.

Lestari, B. L., Ardani, M. 2021. Peningkatan Produktivitas Padi di Lahan Sawah Tadah Hujan dengan Aplikasi Pupuk Organik Mol dan Kompos. *Jurnal Penelitian Pertanian Pangan*. 5 (3): 211-216.

Maharini., I. Rahim., Harsani. 2021. Kadar Cu dan Pb Tanah Masam yang Di Bioremediasi Menggunakan Jamur Mikoriza. 5 (1): 585-592. *Dalam Seminar Nasional dalam Rangka Dies Natalis Ke-45 UNS Tahun 2021*. UNS. Surakarta.

Munandar, A., Nazir., Zuraida. 2018. Pengaruh Teknik Penggenangan Tanaman Padi Terhadap Beberapa Sifat Kimia Tanah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*. 3 (3): 1–10.

Noor, A., Lubis, I., Ghulamahdi, M., Achmad C. M., Anwar, K., Desta Wirnas. 2012. Pengaruh Konsentrasi Besi dalam Larutan Hara terhadap Gejala Keracunan Besi dan Pertumbuhan Tanaman Padi. *Jurnal Agron. Indonesia* 40 (2): 91–98.

Novarizan. 2005. *Petunjuk Pemupukan yang Efektif*. PT, AgroMedia Pustaka. Jakarta

Novrika, D., Herison, C., Fahrurrozi. 2016. Korelasi Antar Komponen Pertumbuhan Vegetatif dan Generatif dengan Hasil pada Delapan Belas Genotipe Gandum Di Dataran Tinggi. *Jurnal Akta Agrosia* 19 (2): 93–103.



- Nuraeni, A., Khairani, L., Susilawati, I. 2019. Pengaruh Tingkat Pemberian Pupuk Nitrogen Terhadap Kandungan Air Dan Serat Kasar *Corchorus aestuans*. *Pastura* 9 (1): 32-35.
- Nursida., Zinatal., Imuliany. 2019. Pengaruh Ameliorasi Abu Janjang Kelapa Sawit Terhadap Ketersediaan Dan Serapan Unsur Hara Zn Pada Produksi Beberapa Varietas Kedelai Di Tanah Gambut. *Jurnal Agro Indragiri* 4 (1): 13–22.
- Nursyamsi, D., Suprihati. 2019. Sifat-sifat Kimia dan Mineralogi Tanah serta Kaitannya dengan Kebutuhan Pupuk untuk Padi ( *Oryza sativa* ), Jagung ( *Zea mays* ), dan Kedelai ( *Glycine max*). *Jurnal Bul. Agron.* 4 (33): 40–47.
- Nursyamsi, D., Widowati, L. R., Setyorini, D., Sri A. J. 2000. Pengaruh Pengolahan Tanah, Pengairan Terputus, dan Pemupukan Terhadap Produktivitas Lahan Sawah Baru pada Inceptisols dan Ultisols Muara Beliti dan Tatakarya. *Jurnal Tanah dan Iklim.* 18 (1): 33–43.
- Palembang, J. N., Jamilah., Sarifuddin. 2013. Kajian Sifat Kimia Tanah Sawah dengan Pola Pertanaman Padi Semangka di Desa Air Hitam Kecamatan Lima Puluh Kabupaten Batubara. *Jurnal Online Agroekoteknologi.* 1 (4): 1154-1162.
- Pirmoradian, N., Deghani, N., Karimi, V., Navabian, M. 2020. Effects Of Surface Mid-Season Drainage On Soil Water Tension And Soil Bearing Capacity On Paddy Fields At Harvest Time. *Journal Agric. Conspec. Sci.* 85 (2): 105–111.
- Pramono, A., Jumari, J., Ayu, A. T. 2018. Penghematan Air Dan Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Perlakuan Alternate Wetting and Drying Di Lahan Sawah. *Jurnal Ecolab* 12 (1): 20–31.
- Prasetyo, T. B., Ruhaimah., Wardhana, S. A. 2006. Pengaruh Pengelolaan Air Terhadap Konsentrasi Besi (Fe) Pada Sawah Bukaun Baru. *Jurnal Solum.* 3 (1): 8–18.
- Puja, I .N., Atmaja, I. W. D. A. 2018. Kajian Status Kesuburan Tanah untuk Menentukan Pemupukan Spesifik Lokasi Tanaman Padi. *Jurnal Agrotrop.* 8 (1): 1–10.
- Purbalisa, W., Mulyadi. 2018. Pb Dan Cu Pada Badan Air Dan Tanah Sawah Sub-Das Solo Hilir Kabupaten Lamongan. *Jurnal Agrologia.* 2 (2): 116–123.
- Putri, F. A. dan Suryanto. 2012. Strategi Adaptasi Dampak Perubahan Iklim ( Climate Change ) Terhadap Sektor Pertanian Tembakau. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan.* 13 (1): 33–42.
- Rachmawati, D., Retnaningrum, E., 2013. Pengaruh Tinggi Dan Lama Penggenangan Terhadap Pertumbuhan Padi Kultivar Sintanur Dan Dinamika Populasi Rhizobakteri Pemfiksasi Nitrogen Non Simbiosis. *Bionatura: Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisika.* 15 (2): 117–125.



Ramli, I. A., Jamaluddin., Yanto, S. 2017. Laju Pengerangan Gabah Menggunakan Pengerang Tipe Efek Rumah Kaca (ERK). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 3 (1): 158–164.

Risma, S., Maryam., Rahayu, A. Y. 2023. Penentuan C-Organik Pada Tanah Untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Dan Keberlanjutan Umur Tanaman Dengan Metoda Spektrofotometri UV VIS. *Jurnal Teknologi Pertanian* 12 (1): 11–19.

Riwandi., Prasetyo., Hasanudin., Cahyadinata. I. 2017. Bahan Ajar Kesuburan Tanah dan Pemupukan. Bengkulu. Yayasan Sahabat Alam Raflesia.

Rosmarkan., Yuwono. 2002. Ilmu Kesuburan Tanah. Depok. PT. Kanisius.

Salawati., Ende, S., Basir, M., Kadekoh, I., Thaha, A. R. 2021. Peningkatan Kadar Zn Beras Pecah-Kulit pada Sistem Penggenangan Berselang Melalui Aplikasi Pupuk Kandang Diperkaya Zn Heptahidrat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* 26 (4): 630–638.

Sari, M. N., Sudarsono., Darmawan., 2017. Pengaruh Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Fosfor Pada Tanah-Tanah Kaya Al Dan Fe. *Jurnal Buletin Tanah dan Lahan* 1 (1): 65–71.

Setyanto, P., Pramono, A., Adriany, T.A., Susilawati, H. L., Tokida, T., Padre, A. T., Minamikawa, K. 2018. Alternate Wetting And Drying Reduces Methane Emission From A Rice Paddy In Central Java, Indonesia Without Yield Loss. *Journal Soil Science and Plant Nutrient*. 64 (1): 23–30.

Siregar, P., Fauzi, S., 2017. Pengaruh Pemberian Beberapa Sumber Bahan Organik dan Masa Inkubasi Terhadap Beberapa Aspek Kimia Kesuburan Tanah Ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi FP USU* 5 (2): 256–264.

Sitepu, R., Iswandi, A., Sri. D. 2017. Pemanfaatan Jerami Sebagai Pupuk Organik Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Dan Produksi Padi (*Oryza sativa*). *Jurnal Buletin Tanah dan Lahan*. 1 (1): 100–108.

Suhartini, T. 2017. Perbaikan Varietas Padi untuk Lahan Keracunan Fe. *Jurnal Buletin Plasma Nutfah*. 10 (1): 1-19

Sukaryorini, P., Fuad, A. M., Santoso, S. 2016. Pengaruh Macam Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Amonium ( $\text{NH}_4^+$ ), C-Organik dan Populasi Mikroorganisme Pada Tanah Entisol. *Jurnal Plumula*. 5 (2): 99–106.

Sulakhudin, Suswati, D., Gafur, S. 2014. Kajian Status Kesuburan Tanah Pada Lahan Sawah Di Kecamatan Sungai Kunit Kabupaten Mempawah. *Jurnal Pedon Tropika Edisi* 1. 3 (1): 106–114.

Sumastuti, E., Pradono, N. S. 2016. Dampak Perubahan Iklim Pada Tanaman Padi Di Jawa Tengah. *Jurnal Economic Education*. 5 (1): 31–38.

- Supadma, A. A. N., Adnyana, I. M., Puja, I. N. 2013. Kajian Unsur Hara Mikro Tanah Untuk Peningkatan Produksi Pangan pada Lahan Sawah di Kecamatan Penebel, Tabanan. *Agrotrop: Jurnal Agriculture Science*. 3 (1): 73–81.
- Suriani, M., Mahbub, M., Rodinah. 2020. Impact of Rice Straw Compost on Ferro ( $\text{Fe}^{2+}$ ) Solubility, Soil pH and The Growth of Cihorang Rice Plant in Acid Sulfate Soil. *Jurnal Tugas Akhir Mahasiswa*. 3 (1): 55–61.
- Susilawati, A., Fahmi, A., 2013. Dinamika Besi pada Tanah Sulfat Masam yang Ditanami Padi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 7 (2): 67–75.
- Sutarman, Miftakhurrohmat, A. 2019. Kesuburan tanah. In: UMSIDA PRESS. pp. 1–116.
- Syachroni, S.H., 2020. Kajian Beberapa Sifat Kimia Tanah Pada Tanah Sawah Di Berbagai Lokasi Di Kota Palembang. *Sylva J. Ilmu-ilmu Kehutan*. 8, 60.
- Syafruddin, Irmadamayanti, A., Sulukpadang, I., Harwalina, Saidah., 2015. Pemupukan Terpadu dan Varietas Unggul dengan Kondisi Macak-Macak Pada Lahan Sawah Bukaan Baru di Kabupaten Poso Sulawesi Tengah. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian* 18 (2): 145–156.
- Taufik. M., Arafah., Nappu, B., Djufry, F. 2014. Analisis Pengelolaan Air dalam Usaha Tani Padi pada Lahan Sawah Irigasi di Sulawesi Selatan. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 17 (1): 61–68
- Virzelina, S., Tampubolon, G., Nasution, H. 2019. Kajian Status Unsur Hara Cu Dan Zn Pada Lahan Padi Sawah Irigasi Semi Teknis : Studi Kasus di Desa Sri Agung Kecamatan Batang Asam Kabupaten Tanjung Jabung Barat. *Jurnal Agroecotenia* 2 (1): 11–26.
- Wibowo, R. A., Kurniawan, A. A. 2020. Analisis Korelasi Dalam Penentuan Arah Antar Faktor Pada Pelayanan Angkutan Umum Di Kota Magelang. *Jurnal Electrical Engineering, Computer and Information Technology*. 1 (2) 45–50.
- Yanti, Y. A., Indrawati., Refilda. 2013. Penentuan Kandungan Unsur Hara Mikro (Zn, Cu, Dan Pb) di Dalam Kompos Yang Dibuat Dari Sampah Tanaman Pekarangan Dan Aplikasinya Pada Tanaman TomaT (*Solanum lycopersicum* Mill). *Jurnal Kimia Unand* 2 (1): 34–40.
- Yolanda, W., Fatchullah, D., Purbajanti, E. D., Sumarsono. 2020. Pertumbuhan Dan Produksi Selada Merah (Lettuce Lolorosa) Akibat Kombinasi Pupuk Kotoran Kambing dan  $\text{FeSO}_4$ . *Jurnal Agro Complex*. 4 (2): 125–131.
- Yulianto, B., Kusmiyati, F., Ali, P. 2020. Pengaruh Pengelolaan Air dan Bahan Organik Terhadap Produktivitas Air Dan Potensi Hasil Padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Buana Sains*. 20 (2): 111–120.
- Yuniarti, A., Kaya, E. 2015. Efek Kombinasi Pupuk Organik Padat Granul Dan Pupuk N, P, K Terhadap Zn Total, Zn Tersedia, Serapan Zn, Serta Hasil Padi



Sawah (*Oryza sativa* L.) Pada Inceptisols. Jurnal Budidaya Pertanian. 11 (2): 1–6.

Zbiral, J, 2016. Determination Of Plant-Available Micronutrients By The Mehlich 3 Soil Extractant – A Proposal Of Critical Values. Journal Plant, Soil and Environment. 62 (11): 527–531.

REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA



REPOSITORY.UB.AC.ID

UNIVERSITAS  
BRAWIJAYA

## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Deskripsi varietas padi inpari 32

Nomor sekesi	: BP10620F-BB4-15-BB8
Asal seleksi	: Ciherang/IRBB64
Umur tanaman	: + 120 hari setelah sebar
Bentuk tanaman	: Tegak
Tinggi tanaman	: +97
Daun bendera	: Tegak
Bentuk gabah	: Medium
Warna gabah	: Kuning bersih
Kerontokan	: Sedang
Kerebahan	: Agak tahan
Tekstur nasi	: Sedang
Kadar amilosa	: +23,46%
Rata-rata hasil	: 6,3 ton/ha GKG
Potensi hasil	: 8,42 ton/ha GKG
Ketahanan terhadap hama	
Hama	: Agak rentan terhadap wereng batang coklat biotipe 1,2 dan 3
Penyakit	: Tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe III, agak tahan terhadap hawar daun bakteri patotipe IV dan VIII, tahan terhadap penyakit blas ras 033, agak tahan terhadap blas ras 073, serta agak tahan terhadap tungro ras Lanrang
Anjuran tanam	: Cocok ditanam di ekosistem sawah dataran rendah sampai ketinggian 600 mdpl
Pemulia	: Aam. A. Deradjat. Cucu Gunarsih, Trias Sitaresmi dan Nafisah
Dilepas Tahun	: 2013





**Lampiran 2.** Perhitungan bahan organik dan pupuk organik

Dosis bahan organik per hektar ( $10.000 \text{ m}^2$ ) = 5000 kg jerami

- Dosis per petak ( $16 \text{ m}^2$ ) =  $\frac{4 \times 4}{10.000} \times 5.000 \text{ kg} = 8 \text{ kg}$  jerami
- Total kebutuhan jerami =  $8 \text{ kg} \times 12 = 96 \text{ kg}$  jerami

Dosis pupuk anorganik = 120 kg N/ha. 60 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha dan 90 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha

- 15 hst = 40 kg N/ha, 60 kg  $\text{P}_2\text{O}_5$ /ha dan 30 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha

$$\text{Pupuk urea} = \frac{4 \times 4}{10.000} \times \frac{100}{45} \times 40 \text{ kg/ha} = 0,14 \text{ kg/petak}$$

$$\text{Pupuk SP-36} = \frac{4 \times 4}{10.000} \times \frac{100}{36} \times 60 \text{ kg/ha} = 0,27 \text{ kg/petak}$$

$$\text{Pupuk KCL} = \frac{4 \times 4}{10.000} \times \frac{100}{60} \times 30 \text{ kg/ha} = 0,08 \text{ kg/petak}$$

- 35 hst = 40 kg N/ha dan 30 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha

$$\text{Pupuk urea} = \frac{4 \times 4}{10.000} \times \frac{100}{45} \times 40 \text{ kg/ha} = 0,14 \text{ kg/petak}$$

$$\text{Pupuk KCL} = \frac{4 \times 4}{10.000} \times \frac{100}{60} \times 30 \text{ kg/ha} = 0,08 \text{ kg/petak}$$

- 55 hst = 40 kg N/ha dan 30 kg  $\text{K}_2\text{O}$ /ha

$$\text{Pupuk urea} = \frac{4 \times 4}{10.000} \times \frac{100}{45} \times 40 \text{ kg/ha} = 0,14 \text{ kg/petak}$$

$$\text{Pupuk KCL} = \frac{4 \times 4}{10.000} \times \frac{100}{60} \times 30 \text{ kg/ha} = 0,08 \text{ kg/petak}$$

**Lampiran 3.** ANOVA pH Tanah pada Fase Vegetatif Maksimum

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	0,099	0,033	1,450	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,089	0,045	1,968	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,005	0,005	0,237	8,683	4,543	tn
P x B	2	0,002	0,001	0,044	6,359	3,682	tn
Galat	15	0,342	0,022				
Total	23	0,539					
FK		733,06					

**Lampiran 4.** ANOVA pH Tanah pada masa Panen

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	0,018	0,006	0,129	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,050	0,025	0,550	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,002	0,002	0,044	8,683	4,543	tn
P xB	2	0,112	0,056	1,22	6,359	3,682	tn
Galat	15	0,688	0,046				
Total	23	0,87					
FK		647,7126					

**Lampiran 5.** ANOVA KTK Tanah pada Fase Vegetatif Maksimum

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	56,066	18,689	2,156	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	45,957	22,978	2,650	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,448	0,448	0,052	8,683	4,543	tn
P xB	2	0,807	0,403	0,047	6,359	3,682	tn
Galat	15	130,041	8,669				
Total	23	233,319					
FK		4478,294					

**Lampiran 6.** ANOVA KTK Tanah pada Masa Panen

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	41,759	13,920	1,490	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	9,367	4,683	0,501	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	7,605	7,605	0,814	8,683	4,543	tn
P xB	2	41,031	20,516	2,197	6,359	3,682	tn
Galat	15	140,079	9,339				
Total	23	239,840					
FK		4219,597					

**Lampiran 7.** ANOVA C-Organik Tanah pada Fase Vegetatif Maksimum

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	0,031	0,010	1,954	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,003	0,001	0,290	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,022	0,022	4,257	8,683	4,543	tn
P xB	2	0,002	0,001	0,214	6,359	3,682	tn
Galat	15	0,078	0,005				
Total	23	0,136					
FK		4,851004					

**Lampiran 8.** ANOVA C-Organik Tanah pada Masa Panen

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	0,023	0,008	1,379	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,027	0,014	2,498	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,002	0,002	0,371	8,683	4,543	tn
P xB	2	0,025	0,012	2,291	6,359	3,682	tn
Galat	15	0,082	0,005				
Total	23	0,158					
FK		8,592067					

**Lampiran 9.** ANOVA Besi (Fe) pada Fase Vegetatif Maksimu

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	32374583,33	10791527,78	3,478	5,417	3,287	*
Pengelolaan Air (P)	2	943333,333	471666,6667	0,152	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	1170416,667	1170416,667	0,377	8,683	4,543	tn
P xB	2	5053333,333	2526666,667	0,8143	6,359	3,682	tn
Galat	15	46537916,67	3102527,778				
Total	23	86079583,33					
FK		497770416,7					



**Lampiran 10. ANOVA Besi (Fe) pada Masa Panen**

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	3368333,333	1122777,778	1,111	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	1325833,333	662916,667	0,656	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	1815000	1815000	1,796	8,683	4,543	tn
P xB	2	2372500	1186250	1,174	6,359	3,682	tn
Galat	15	15156666,67	1010444,444				
Total	23	24038333,33					
FK		484201666,7					

**Lampiran 11. ANOVA Tembaga (Cu) pada Fase Vegetatif Maksimum**

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	4,062	1,354	0,502	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	1,460	0,730	0,271	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,098	0,098	0,036	8,683	4,543	tn
P xB	2	3,849	1,926	0,714	6,359	3,682	tn
Galat	15	40,430	2,695				
Total	23	49,899					
FK		273,9828					

**Lampiran 12. ANOVA Tembaga (Cu) pada Masa Panen**

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	1,902	0,634	1,517	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,571	0,286	0,683	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,531	0,531	1,270	8,683	4,543	tn
P xB	2	0,630	0,315	0,754	6,359	3,682	tn
Galat	15	6,269	0,418				
Total	23						
FK		137,9042					

**Lampiran 13. ANOVA Seng (Zn) pada Fase Vegetatif Maksimum**

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	33,612	11,204	1,067	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	1,252	0,626	0,060	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,479	0,479	0,046	8,683	4,543	tn
P xB	2	3,885	1,943	0,185	6,359	3,682	tn
Galat	15	157,576	10,505				
Total	23	196,805					
FK		1757,368					

**Lampiran 14.** ANOVA Seng (Zn) pada Masa Panen

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1 %	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	8,594	2,865	1,009	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,585	0,292	0,103	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	0,023	0,023	0,008	8,683	4,543	tn
P x B	2	11,282	5,641	1,986	6,359	3,682	tn
Galat	15	42,606	2,840				
Total	23	63,089					
FK		1702,524					

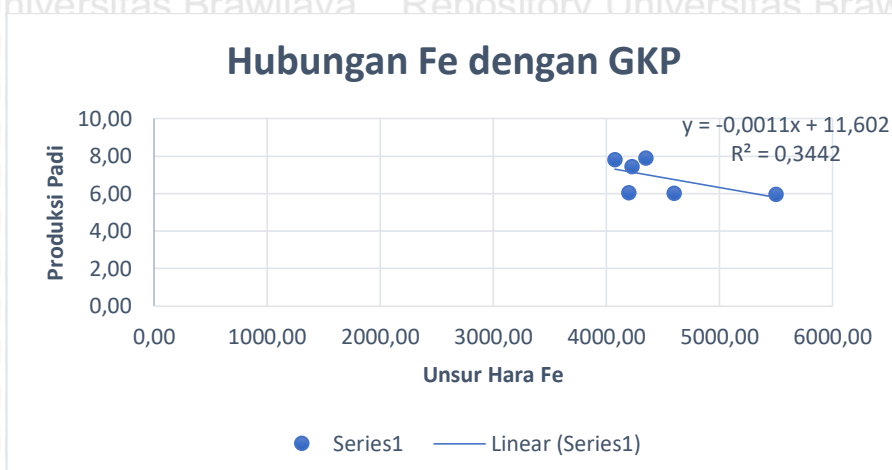
**Lampiran 15.** ANOVA Hasil Gabah Kering Panen (GKP)

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1%	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	2,88	0,96	2,66	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,18	0,09	0,25	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	17,43	17,43	48,37	8,683	4,543	**
P x B (PB)	2	0,31	0,16	0,43	6,359	3,682	tn
Galat	15	5,41	0,36				
Total	23	26,21					
FK		1128,127					

**Lampiran 16.** ANOVA Hasil Gabah Kering Giling (GKG)

SK	db	JK	KT	Fhit	Ftab 1%	Ftab 5%	Notasi
Ulangan	3	1,27	0,42	2,89	5,417	3,287	tn
Pengelolaan Air (P)	2	0,12	0,06	0,41	6,359	3,682	tn
Bahan Organik (B)	1	8,60	8,60	58,73	8,683	4,543	**
P x B (PB)	2	0,19	0,10	0,66	6,359	3,682	tn
Galat	15	2,20	0,15				
Total	23	12,38					
FK		724,653					

### Lampiran 17. Hubungan Fe Terhadap Gabah Kering Panen (GKP)



#### Summary Output

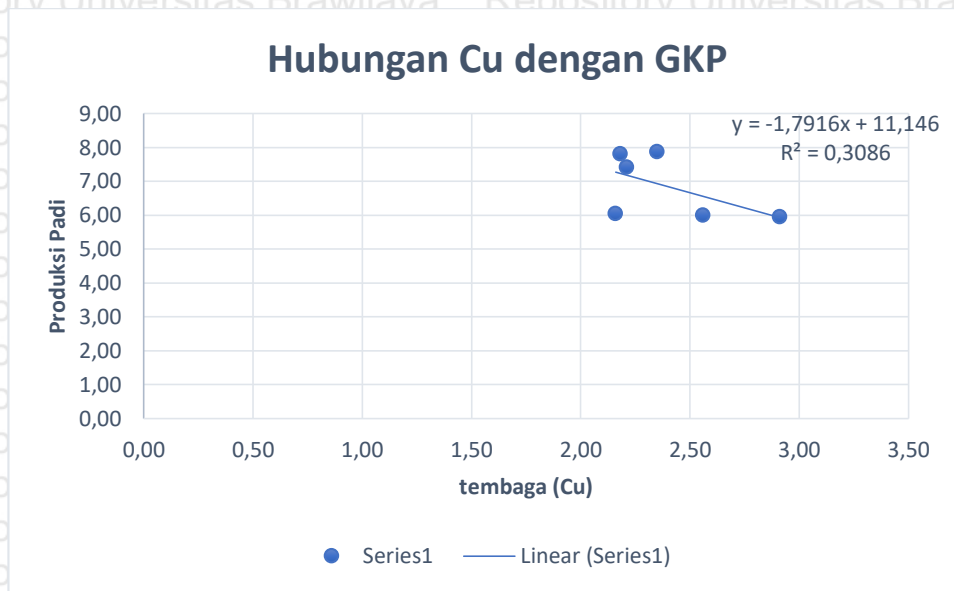
##### Regression Statistics

Multiple R	0,586667
R Square	0,344178
Adjusted R Square	0,180222
Standard Error	0,856406
Observations	6

##### ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	1,539628	1,539628	2,09921453	0,220958756
Residual	4	2,933722	0,733431		
Total	5	4,47335			

### Lampiran 18. Hubungan Cu Terhadap Gabah Kering Panen (GKP)



#### Summary Output

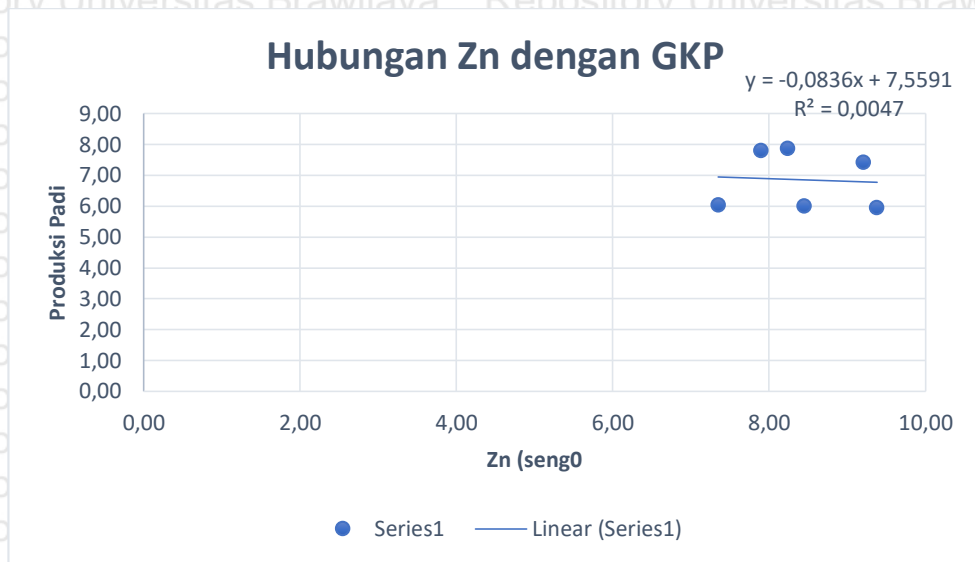
##### Regression Statistics

Multiple R	0,55556
R Square	0,308647
Adjusted R Square	0,135808
Standard Error	0,879299
Observations	6

##### ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	1,38068446	1,380684465	1,785753356	0,252396
Residual	4	3,09266554	0,773166384		
Total	5	4,47335			

Lampiran 19. Hubungan Zn Terhadap Gabah Kering Panen (GKP)



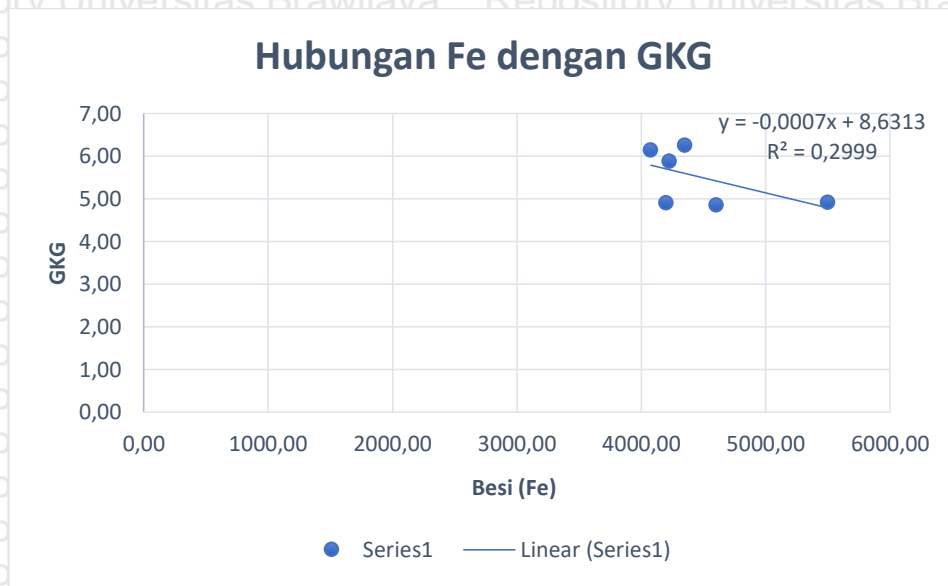
SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,068405
R Square	0,004679
Adjusted R Square	-0,24415
Standard Error	1,055038
Observations	6

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,020932	0,02093159	0,018804696	0,89755328
Residual	4	4,452418	1,1131046		
Total	5	4,47335			



### Lampiran 20. Hubungan Fe Terhadap Gabah Kering Giling (GKG)



#### SUMMARY OUTPUT

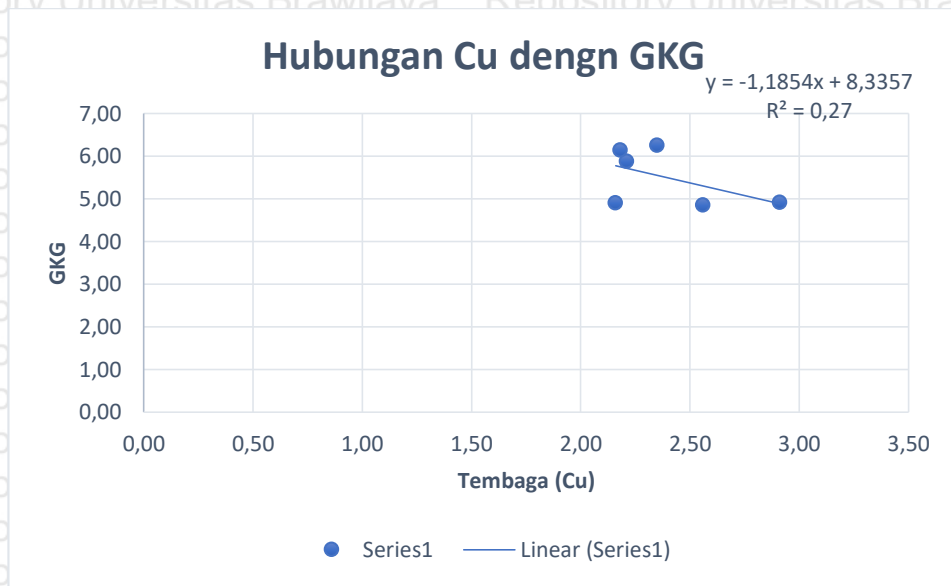
##### Regression Statistics

Multiple R	0,547619
R Square	0,299887
Adjusted R Square	0,124858
Standard Error	0,625945
Observations	6

##### ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,671306	0,671306	1,71336	0,260683
Residual	4	1,567227	0,391807		
Total	5	2,238533			

### Lampiran 21. Hubungan Cu Terhadap Gabah Kering Giling (GKG)



#### SUMMARY OUTPUT

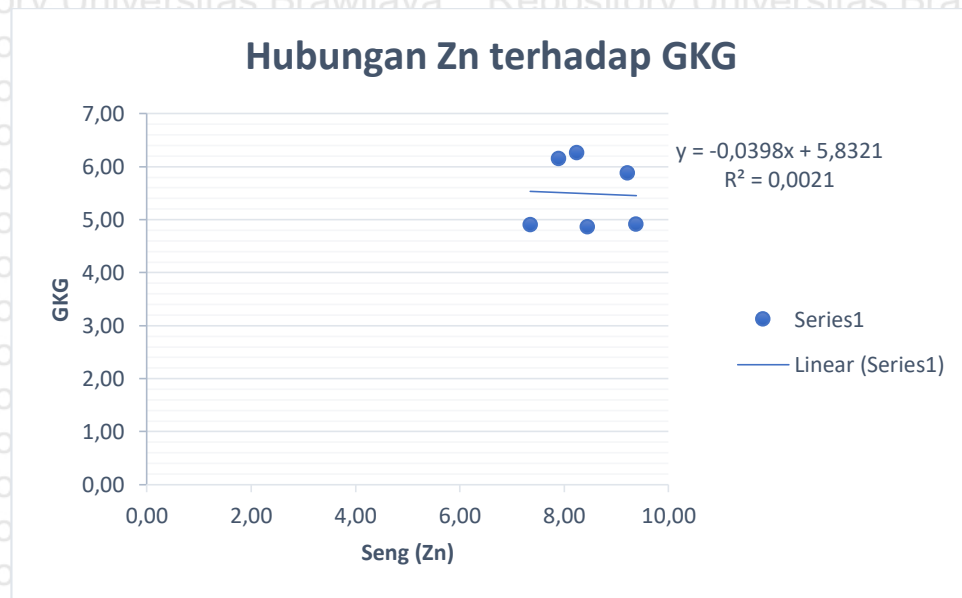
##### Regression Statistics

Multiple R	0,519629
R Square	0,270014
Adjusted R Square	0,087518
Standard Error	0,639159
Observations	6

##### ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,604436	0,604436	1,479558	0,29071
Residual	4	1,634098	0,408524		
Total	5	2,238533			

### Lampiran 22. Hubungan Zn Terhadap Gabah Kering Giling (GKG)



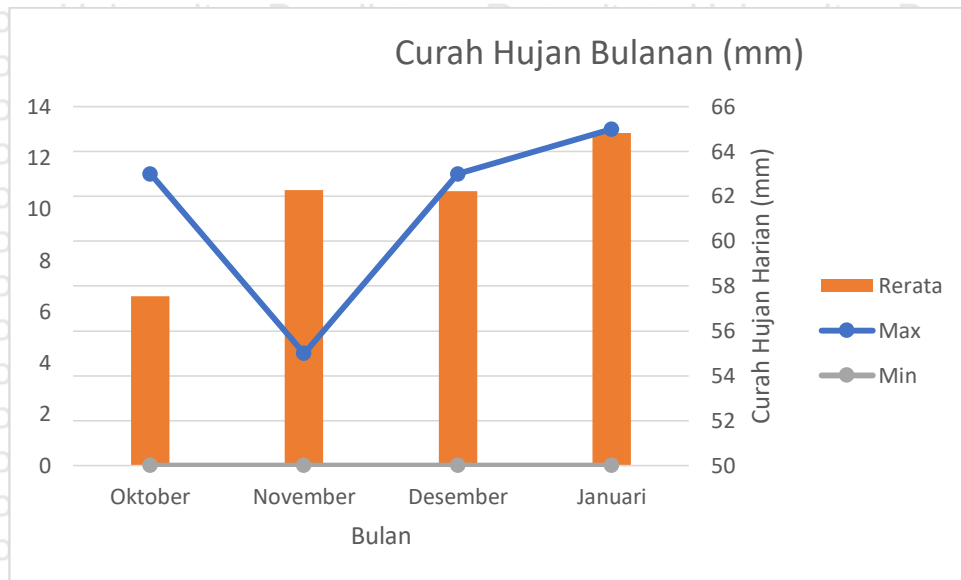
#### SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,022104
R Square	0,000489
Adjusted R Square	-0,33268
Standard Error	0,71614
Observations	5

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	0,000752	0,000752	0,001466	0,971859
Residual	3	1,538568	0,512856		
Total	4	1,53932			

**Lampiran 23. Data Pengamatan Curah Hujan Bulan Oktober 2022 - Januari 2023**

Tanggal	Curah Hujan Bulan (mm)			
	Oktober	November	Desember	Januari
1	0	0	7	33
2	2,5	11	28	15,5
3	18	0	1	1
4	22	0	0	65
5	1	16	0	4
6	3	2	0	24
7	7	40	0	15
8	0	1	0	47
9	0	0	0	33
10	10	0	13,5	37
11	0	19	0	7,5
12	0	47	0	0
13	5	0	0	0
14	23	4	0	24
15	63	0	3	3
16	4	0	63	1,5
17	6	0	31	3
18	15	31	2	5
19	0	3	9	0
20	14	0	29	23
21	0	0	17	0
22	8	7,5	6	0
23	0	7	2,5	53
24	0	0	12	0
25	0	3	17	0
26	0	24	7,5	1
27	3	0	20	1
28	0	34	2,5	1
29	0	18	12	0
30	0	55	12	5
31	0		37	0
Max	63	55	63	53
Jumlah	204,5	322,5	332	402,5
Rerata	6,5967	10,7500	10,7096	12,9838
Min	0	0	0	0



**Keterangan**

Ambang batas nilai yang digunakan untuk menentukan intensitas hujan (BMKG, 2024)

- 0 mm/hari : Berawan
- 0.5 – 20 mm/hari : Hujan ringan
- 20 – 50 mm/hari : Hujan sedang
- 50 – 100 mm/hari : Hujan Lebat
- 100 – 150 mm/hari : Hujan sangat lebat
- >150 mm/hari : hujan ekstrem

## Lampiran 24. Data Hasil Analisis Tanah



**KEMENTERIAN PERTANIAN**  
**BADAN STANDARDISASI INSTRUMEN PERTANIAN**  
**BALAI BESAR PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN**  
**BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN LINGKUNGAN PERTANIAN**

**LABORATORIUM BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN LINGKUNGAN PERTANIAN**

Jl. Raya Jakenan – Jaken Km. 05 Kotak Pos. 5 Jakenan – Pati 59182

E-mail : bsp.lingkungan@pertanian.go.id

Website : lingkungan.bsp.pertanian.go.id

Telp.: 62-(0295) - 4749044

Fax : 62-(0295) – 4749045

**FORMULIR**

**F.07 LAPORAN HASIL PENGUJIAN**  
**RESULT OF ANALYSIS**

No. Dokumen : F. 07  
 Edisi/Revisi : 01/0  
 Tanggal : 26 Juni 2023  
 Halaman : 2 dari 4

**Hasil Pengujian / Result of analysis**

**1. Sampel Tanah / Soil**

Nomor/ Number	Kode Distribusi/ Distribution Code	Kode Contoh/ Sample Code	Fe	Cu	Zn	KTK
			%	mg/Kg		cmol(+) kg-1
1	154.4.001	874 I awal	0,53	2,73	8,24	13,05
2	154.4.002	875 II awal	0,63	3,28	10,06	15,87
3	154.4.003	876 III awal	0,22	1,26	4,38	23,13
4	154.4.004	877 IV awal	0,55	2,72	7,54	11,06
5	154.4.005	878 2 I-1	0,58	4,26	9,92	21,19
6	154.4.006	879 2 I-2	0,49	3,91	9,45	12,97
7	154.4.007	880 2 I-3	0,53	3,28	8,77	15,54
8	154.4.008	881 2 I-4	0,63	3,59	10,17	15,74
9	154.4.009	882 2 I-5	0,70	4,01	10,65	13,36
10	154.4.010	883 2 I-6	0,24	1,40	4,82	13,77
11	154.4.011	884 2 II-1	0,65	4,43	8,44	16,78
12	154.4.012	885 2 II-2	0,67	5,18	13,06	11,33
13	154.4.013	886 2 II-3	0,69	4,29	12,48	9,75
14	154.4.014	887 2 II-4	0,63	2,62	8,91	10,35
15	154.4.015	888 2 II-5	0,41	2,65	8,77	9,32
16	154.4.016	889 2 II-6	0,58	3,60	9,11	9,35
17	154.4.017	890 2 III-1	0,52	2,85	8,71	11,56
18	154.4.018	891 2 III-2	0,24	2,35	5,87	21,28
19	154.4.019	892 2 III-3	0,15	0,99	3,57	11,06
20	154.4.020	893 2 III-4	0,18	1,03	2,90	14,07
21	154.4.001	894 2 III-5	0,46	2,57	8,22	13,84
22	154.4.002	895 2 III-6	0,68	6,45	11,87	12,05
23	154.4.003	896 2 IV-1	0,49	5,12	10,94	14,05
24	154.4.004	897 2 IV-2	0,17	1,71	3,99	16,07
25	154.4.005	898 2 IV-3	0,37	3,80	9,38	17,07
26	154.4.006	899 2 IV-4	0,51	5,83	12,81	11,85

\*Ruang Lingkup Akreditasi

Hasil Pengujian hanya berlaku untuk contoh yang diuji  
*The test result is only valid for the tested sample*

Hasil Pengujian berlaku untuk kelompok (Lot)  
*The test result is valid for the group sample*

Laporan Hasil Pengujian ini dilarang diperbanyak kecuali atas persetujuan tertulis dari Manajer Puncak Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian  
*This report shall not be reproduced without approval from Top Manager of Laboratory of Indonesian Agricultural Environment Research Institute*





KEMENTERIAN PERTANIAN  
BADAN STANDARDISASI INSTRUMEN PERTANIAN  
BALAI BESAR PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN  
BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN LINGKUNGAN PERTANIAN

**LABORATORIUM BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN LINGKUNGAN PERTANIAN**

Jl. Raya Jakenan – Jaken Km. 05 Kotak Pos. 5 Jakenan - Pati 59182

E-mail : [bsip.lingkungan@pertanian.go.id](mailto:bsip.lingkungan@pertanian.go.id)

Website : [lingkungan.bsip.pertanian.go.id](http://lingkungan.bsip.pertanian.go.id)

Telp.: 62-(0295) - 4749044

Fax : 62-(0295) – 4749045

**FORMULIR**

**F.07 LAPORAN HASIL PENGUJIAN  
RESULT OF ANALYSIS**

No. Dokumen : F. 07  
Edisi/Revisi : 01/0  
Tanggal : 26 Juni 2023  
Halaman : 3 dari 4

Lanjutan..../Continue...

Nomor/ Number	Kode Distribusi/ Distribution Code	Kode Contoh/ Sample Code	Fe	Cu	Zn	KTK
			%	mg/Kg		cmol(+) kg-1
27	154.4.027	900 2 IV-5	0,18	1,53	4,53	12,04
28	154.4.028	901 2 IV-6	0,50	3,64	8,03	14,05
29	154.4.029	902 3 I-1	0,35	2,46	8,34	15,05
30	154.4.030	903 3 I-2	0,41	2,84	9,03	17,08
31	154.4.031	904 3 I-3	0,26	1,75	5,89	23,82
32	154.4.032	905 3 I-4	0,42	2,47	8,08	12,86
33	154.4.033	906 3 I-5	0,45	2,28	8,31	12,56
34	154.4.034	907 3 I-6	0,52	3,00	9,42	10,75
35	154.4.035	908 3 II-1	0,48	1,90	7,03	16,07
36	154.4.036	909 3 II-2	0,48	2,99	9,78	11,85
37	154.4.037	910 3 II-3	0,51	3,84	11,78	11,87
38	154.4.038	911 3 II-4	0,60	2,68	9,61	9,73
39	154.4.039	912 3 II-5	0,49	2,44	8,91	11,36
40	154.4.040	913 3 II-6	0,48	3,01	9,52	19,08
41	154.4.041	914 3 III-1	0,50	2,75	9,48	12,76
42	154.4.042	915 3 III-2	0,47	2,36	7,80	11,34
43	154.4.043	916 3 III-3	0,51	0,92	10,42	16,79
44	154.4.044	917 3 III-4	0,18	0,89	3,58	11,76
45	154.4.045	918 3 III-5	0,35	2,11	7,62	10,75
46	154.4.046	919 3 III-6	0,65	3,23	10,20	11,74
47	154.4.047	920 3 IV-1	0,41	2,30	8,13	12,74
48	154.4.048	921 3 IV-2	0,48	2,07	7,18	12,04
49	154.4.049	922 3 IV-3	0,41	2,33	8,75	11,35
50	154.4.050	923 3 IV-4	0,48	2,60	8,14	12,07
51	154.4.051	924 3 IV-5	0,34	1,90	6,78	10,76
52	154.4.052	925 3 IV-6	0,55	2,41	8,36	12,06

\*Ruang Lingkup Akreditasi

- Hasil Pengujian hanya berlaku untuk contoh yang diuji  
*The test result is only valid for the tested sample*
- Hasil Pengujian berlaku untuk kelompok (Lot)  
*The test result is valid for the group sample*

Laporan Hasil Pengujian ini dilarang diperbanyak kecuali atas persetujuan tertulis dari Manajer Puncak Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian  
*This report shall not be reproduced without approval from Top Manager of Laboratory of Indonesian Agricultural Environment Research Institute*





**KEMENTERIAN PERTANIAN**  
**BADAN STANDARDISASI INSTRUMEN PERTANIAN**  
**BALAI BESAR PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN SUMBERDAYA LAHAN PERTANIAN**  
**BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN LINGKUNGAN PERTANIAN**

**LABORATORIUM BALAI PENGUJIAN STANDAR INSTRUMEN LINGKUNGAN PERTANIAN**

Jl. Raya Jakenan – Jaken Km. 05 Kotak Pos. 5 Jakenan - Pati 59182

E-mail : bsp.lingkungan@pertanian.go.id

Website :lingkungan.bsp.pertanian.go.id

Telp.: 62-(0295) - 4749044

Fax : 62-(0295) – 4749045

**FORMULIR**

**F.07 LAPORAN HASIL PENGUJIAN**  
**RESULT OF ANALYSIS**

No. Dokumen : F. 07  
 Edisi/Revisi : 01/0  
 Tanggal : 26 Juni 2023  
 Halaman : 4 dari 4

**2. Sampel Tanah / Soil**

Nomor/ Number	Kode Distribusi/ Distribution Code	Kode Contoh/ Sample Code	Tekstur		
			Pasir	Debu	Liat
			%		
1	154.4.053	1	35	41	24
2	154.4.054	2	39	38	23
3	154.4.055	3	35	41	24

**Metode Pengujian :**

- |   |         |   |
|---|---------|---|
| 1 | Fe      | = Pengabuan basah, ekstrak HClO <sub>4</sub> + HNO <sub>3</sub> , AAS |
| 2 | Cu      | = Pengabuan basah, ekstrak HClO <sub>4</sub> + HNO <sub>3</sub> , AAS |
| 3 | Zn      | = Pengabuan basah, ekstrak HClO <sub>4</sub> + HNO <sub>3</sub> , AAS |
| 4 | KTK     | = Perkolasi Ammonium Asetat, Titrimetri                               |
| 5 | Tekstur | = Oksidasi H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +HCl, Gravimetri             |

Pati, 24 Juli 2023

Manajer Teknis/ *Technical Manager*

Fitra Purnariyanto, A.Md.,A.K

NIP. 19810801200604 1 001

**\*Ruang Lingkup Akreditasi**

- Hasil Pengujian hanya berlaku untuk contoh yang diuji  
*The test result is only valid for the tested sample*
- Hasil Pengujian berlaku untuk kelompok (Lot)  
*The test result is valid for the group sample*

Laporan Hasil Pengujian ini dilarang diperbanyak kecuali atas persetujuan tertulis dari Manajer Puncak Laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian  
*This report shall not be reproduced without approval from Top Manager of Laboratory of Indonesian Agricultural Environment Research Institute*





Lampiran 25. Perlakuan Pengairan

	<u>Tumbuh 100%</u>	<u>Pemupukan 1</u>	<u>Pemupukan 2</u>	<u>Pemupukan 3</u>	<u>Berbunga</u>	<u>Pengeringan</u>
	<u>Vegetatif</u>			<u>Generatif</u>		<u>Panen</u>
<u>Perlakuan</u>	1-10	11-35	36-49	50-60	60-97	97-104
CF	[Solid Blue]					
AWD 25	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]
MiDi	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]	[Diagonal Blue]

Basah
 Pengairan 5 cm
 Pengeringan alami
 Pengeringan



Lampiran 26. Dokumentasi Penelitian



Persiapan lahan



Penanaman Benih



Pengaplikasian Pengelolaan Air



Penyulaman tanaman Padi



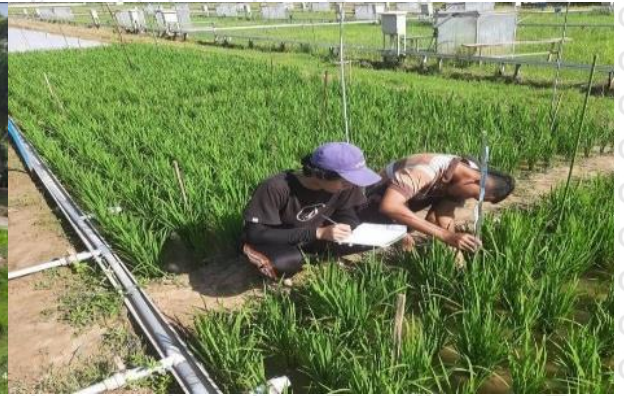
Pengukuran tinggi air



Meninimbang Pupuk Anorganik



Pemupukan Pertama



Pengukuran Tinggi Air



Pengukuran Tinggi Air



Penyemprotan Pestisida



Pengambilan Sampel tanah



Pemupukan kedua



Pengambilan Sampel Tanah



Panen



Panen



Panen



Menghitung 1000 butir





Preparasi Sampel Tanah



Sampel Tanah Kasar



Sampel Tanah Halus



Menimbang Sampel Tanah



Timbangan Analitik



Menimbang Pereaksi



Melakukan Analisis Sampel



Melakukan Destilasi



Melakukan Perkolasi



Hasil Perkolasi



Analisis Sampel



Proses Pemanasan Sampel



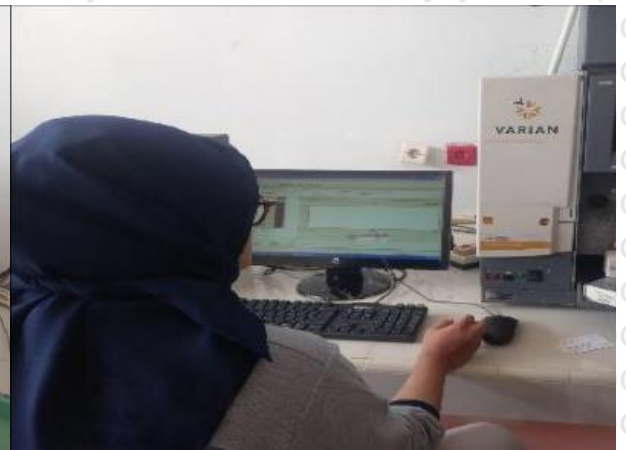
Sampel Tanah yang Telah Diencerkan



Pembuatan Larutan Standar



Menginjeksi Sampel



Analisis Sampel Menggunakan SSA



Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)