



**KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe) DALAM BERAS DARI DUA
VARIETAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) DI KELURAHAN
KRANJINGAN DENGAN PEMUPUKAN HIDROLISAT IKAN**

SKRIPSI

Oleh

Deby Avista Ariartha

191810301065

JURUSAN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS JEMBER

2023



**KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe) DALAM BERAS DARI DUA
VARIETAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) DI KELURAHAN
KRANJINGAN DENGAN PEMUPUKAN HIDROLISAT IKAN**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan dan mencapai gelar Sarjana Pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Kimia dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh
Deby Avista Ariartha
NIM 191810301065

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2023**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Keluarga besar tercinta yaitu Ayah Martono Bugiharto, Ibu Juwatik Lukita Ningsih, dan Adik Ken Ayu Jovita Ariartha, dan anggota keluarga lainnya yang telah memberi semangat dan dukungan, serta tak hentinya memberikan doa sehingga saya dapat menyelesaikan pendidikan dengan baik.
2. Bapak Ibu guru TKK Santo Fransiskus Lawang, SDK Santo Fransiskus Lawang, SMPK Budi Mulia Lawang, dan SMAN 1 Lawang yang telah dengan sabar mendidik dan memberikan ilmu yang sangat bermanfaat sehingga saya dapat menempuh hingga pendidikan pada jenjang Sarjana.
3. Almamater kebanggaan Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jember.

MOTTO

“Whatever happens after this, I just want you to know that this was worth it. You were worth it. You were worth everything”

- Sierra Simone¹



¹ Simone, S. 2015. *Priest A Love Story*. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Deby Avista Ariartha

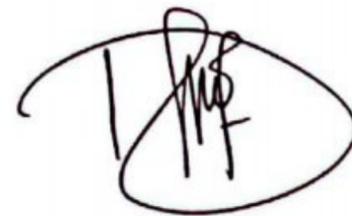
NIM : 191810301065

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “Kandungan Logam Besi Pada Beras Dari Dua Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L) Di Kelurahan Kranjingan Dengan Pemupukan Hidrolisat Ikan” merupakan benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 22 Juni 2023

Yang menyatakan,



Deby Avista Ariartha

NIM. 191810301065

SKRIPSI

**KANDUNGAN LOGAM BESI (Fe) DALAM BERAS DARI DUA
VARIETAS TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) DI KELURAHAN
KRANJINGAN DENGAN PEMUPUKAN HIDROLISAT IKAN**

Oleh

Deby Avista Ariartha

NIM 191810301065

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Muhammad Reza, S.Si., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Busroni, M.Si

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Kandungan Logam Besi Pada Beras Dari Dua Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L) Di Kelurahan Kranjingan Dengan Pemupukan Hidrolisat Ikan” karya Deby Avista Ariartha telah diuji dan disahkan pada:

Hari, Tanggal : **KAMIS 20 JUL 2023**

Tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,



Dr. Muhammad Reza, S.Si., M.Si.
NIP. 199204132022031007

Anggota I,



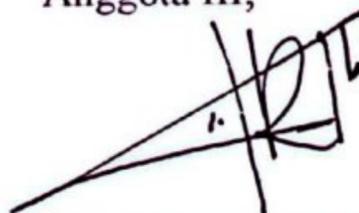
Dr. Busroni, M.Si.
NIP. 195905151991031007

Anggota II



Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D.
NIP. 195910091986021001

Anggota III,



Tri Mulyono, S.Si., M.Si
NIP. 196810021998021001

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember



Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph. D
NIP. 195910091986021001

RINGKASAN

Kandungan Logam Besi Pada Beras Dari Dua Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L) Di Kelurahan Kranjingan Dengan Pemupukan Hidrolisat Ikan; Deby Avista Ariartha; 191810301065; 38 halaman; Jurusan Kimia; Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam; Universitas Jember.

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman tumbuh dengan penyesuaian kondisi lingkungan yang tumbuh semusim dengan sistem perakaran serabut. Padi memiliki berbagai varietas unggul salah satunya yaitu varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32 yang digunakan pada penelitian ini. Padi menghasilkan beras dengan kandungan gizi bervariasi yang dipengaruhi oleh faktor genetik seperti jenis varietas yang berbeda, tingkat kesuburan tanah, proses pemupukan, dan kondisi lingkungan. Jenis beras yang beredar di masyarakat umumnya merupakan beras sosoh karena berpenampilan lebih menarik secara visual mutu tanak, aroma, dan rasa. Beras memiliki kandungan yang beragam diantaranya yaitu protein, lemak, air, besi, magnesium, kalium, fosfor, seng, vitamin B1, B2, B3, B6, B9 dan serat. Zat besi merupakan unsur hara esensial yang berfungsi sebagai sintesis klorofil dan bagian dari protein yang berfungsi sebagai pembawa elektron pada fase terang fotosintesis dan respirasi. Zat besi dalam tubuh bermanfaat sebagai pembentukan sel darah merah dan sel otot. Kandungan besi dalam beras sosoh berkisar 3,15-6,9 ppm. Kandungan besi dapat ditingkatkan dengan cara biofortifikasi melalui pemupukan. Dalam penelitian ini dilakukan penambahan pemupukan padi menggunakan pupuk organik cair hidrolisat ikan yang dilakukan pada fase generatif dengan pengaplikasian pada daun.

Penelitian dilakukan untuk mengetahui pengaruh penambahan pupuk organik hidrolisat ikan terhadap kadar besi (Fe) yang terkandung dalam beras varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32. Pemupukan menggunakan pupuk organik hidrolisat ikan dilakukan sebagai pupuk tambahan pada fase generatif pada padi. Pemupukan dilakukan dengan perbandingan antara pupuk dengan air sebesar 1:100. Pemupukan pada varietas Inpari IR Nutri Zinc

disemprotkan pada umur 63, 70, 75 dan 81 HST (hari setelah tanam), sedangkan varietas Inpari 32 dipupuk pada umur 75, 82, 87 dan 93 HST. Pupuk cair hidrolisat ikan diaplikasikan pada pagi hari sebanyak 4 kali hingga padi siap panen. Panen padi untuk varietas Inpari IR Nutri Zinc dilakukan pada umur 94 HST, sedangkan varietas Inpari 32 pada umur 96 HST. Gabah hasil panen dibedakan berdasarkan variabel kontrol dan semprot. Gabah kemudian dikeringkan dibawah sinar matahari langsung selama 3-4 hari. Gabah dilakukan penggilingan sebanyak 1 kali menghasilkan beras soosh. Beras soosh kemudian diukur kadar besi menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrofotometry* (AAS).

Kadar Fe yang terkandung dalam beras varietas Inpari IR Nutri Zinc sebesar untuk variabel kontrol dan semprot secara berturut-turut 3,79 ppm dan 16,6 ppm, sedangkan pada varietas Inpari 32 sebesar 5,71 ppm dan 18,0 ppm. Perbedaan kadar yang diperoleh pada kedua varietas disebabkan oleh faktor genetik yaitu varietas. Pengaplikasian pupuk organik hidrolisat ikan memberikan pengaruh baik dalam peningkatan kadar Fe pada beras kedua varietas. Peningkatan tersebut dikarenakan hidrolisat ikan mengandung protein yang cukup tinggi pada hidrolisat ikan membantu transportasi Fe untuk mencapai biji padi. Turunan protein membantu pengangkutan Fe(II)-NA dan Fe(III)-DMA ke dalam benih padi dan dalam embrio bulir padi. Asam amino penyusun protein berperan sebagai pengatur waktu berbunga pada tanaman dan memperlancar proses fotosintesis untuk menghasilkan fotosintat sebagai cadangan makanan pada buah. Hasil pengukuran selanjutnya diuji menggunakan uji *recovery* untuk mengetahui kedekatan antara hasil kadar terukur dengan kadar sebenarnya. Persen perolehan kembali yang diperoleh sebesar 98,3% yang dinyatakan baik.

PRAKATA

Segala rahmat dan karunia Allah SWT. sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kandungan Logam Besi Pada Beras Dari Dua Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa* L) Di Kelurahan Kranjingan Dengan Pemupukan Hidrolisat Ikan”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Skripsi ini disusun dengan bantuan beberapa pihak, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Jember yang senantiasa mengusahakan pelayanan terbaik di tingkat fakultas;
2. Dr. Anak Agung Istri Ratnadewi, S.Si., M.Si selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember yang senantiasa mengusahakan pelayanan terbaik di tingkat jurusan;
3. Dr. Muhammad Reza, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Busroni, M.Si selaku dosen pembimbing anggota yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan dan arahan dalam penulisan skripsi ini;
4. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc., Ph.D selaku dosen penguji utama dan Tri Mulyono, S.Si., M.Si selaku dosen penguji anggota yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam penulisan skripsi ini;
5. Novita Andarini, S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan arahan selama masa perkuliahan;
6. Seluruh bapak dan ibu dosen Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan;
7. Seluruh teknisi laboratorium Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember yang telah memberikan ilmu dan membantu pada penelitian;

8. Ketua kelompok tani “Sido Makmur” Bapak Abdul Faseh di Kelurahan Kranjingan, Kecamatan Sumbersari, Kabupaten Jember yang telah bersedia mengizinkan lahan persawahan sebagai tempat penelitian;
9. Tim Studi Independent yang sekaligus sebagai tim penelitian yang sabar berjuang bersama untuk menyelesaikan tugas akhir;
10. Sahabat kos Kalimantan “Alim Sohelah” Mayada Rosyifaul I., dan Jauhairiah Gailani, serta Vina Walida yang selalu memberikan motivasi, perhatian, keceriaan dan hiburan selama di bangku kuliah dan hari-hari selama di kos;
11. Sahabat “Caploslock” dan “D’jarmsh” yang telah saling menguatkan dan memberikan motivasi dalam masa perkuliahan;
12. Seluruh teman-teman Vanadium 2019 yang telah membantu maupun menemani masa belajar dan bermain selama masa kuliah;
13. Serta pihak-pihak yang turut membantu yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis meminta maaf atas kekeliruan yang kemungkinan terdapat dalam skripsi ini, selain itu penulis juga menerima segala kritik dan saran dari semua pihak untuk menyempurnakan penulisan skripsi ini. Penulis berharap setiap kalimat dalam skripsi ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Jember, 22 Juni 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SAMPUL.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN.....	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN.....	vii
RINGKASAN	viii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Padi	6
2.2 Varietas Padi	7
2.3 Beras	9
2.4 Hidrolisat Ikan.....	12
2.5 Pupuk.....	13
2.6 Zat Besi.....	14

2.7 Metode Destruksi.....	16
2.8 Spektrofotometri Serapan Atom.....	17
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....	19
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	19
3.2.1 Alat.....	19
3.2.2 Bahan.....	19
3.3 Diagram Alir Penelitian.....	20
3.4 Prosedur Penelitian.....	21
3.4.1 Penyiapan Tanaman Padi.....	21
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	22
3.4.3 Pengeringan Sampel Beras.....	23
3.4.4 Destruksi Basah dengan Menggunakan HNO ₃ pada Beras.....	23
3.4.5 Destruksi Basah dengan Menggunakan HNO ₃ pada Hidrolisat Ikan ...	23
3.4.6 Pembuatan Larutan Baku 1000 ppm.....	24
3.4.7 Pembuatan Larutan Deret Standar.....	24
3.4.8 Pembuatan Kurva Kalibrasi.....	25
3.4.9 Penentuan Kadar Logam Besi (Fe) pada Sampel.....	25
3.4.10 Uji Recovery.....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1 Pengukuran Kadar Air Pada Beras.....	27
4.2 Pengukuran Kadar Fe Pada Hidrolisat Ikan.....	30
4.3 Pengukuran Kadar Fe Pada Beras.....	32
4.4 Uji Recovery.....	36
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1 Kesimpulan.....	38
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
LAMPIRAN.....	47

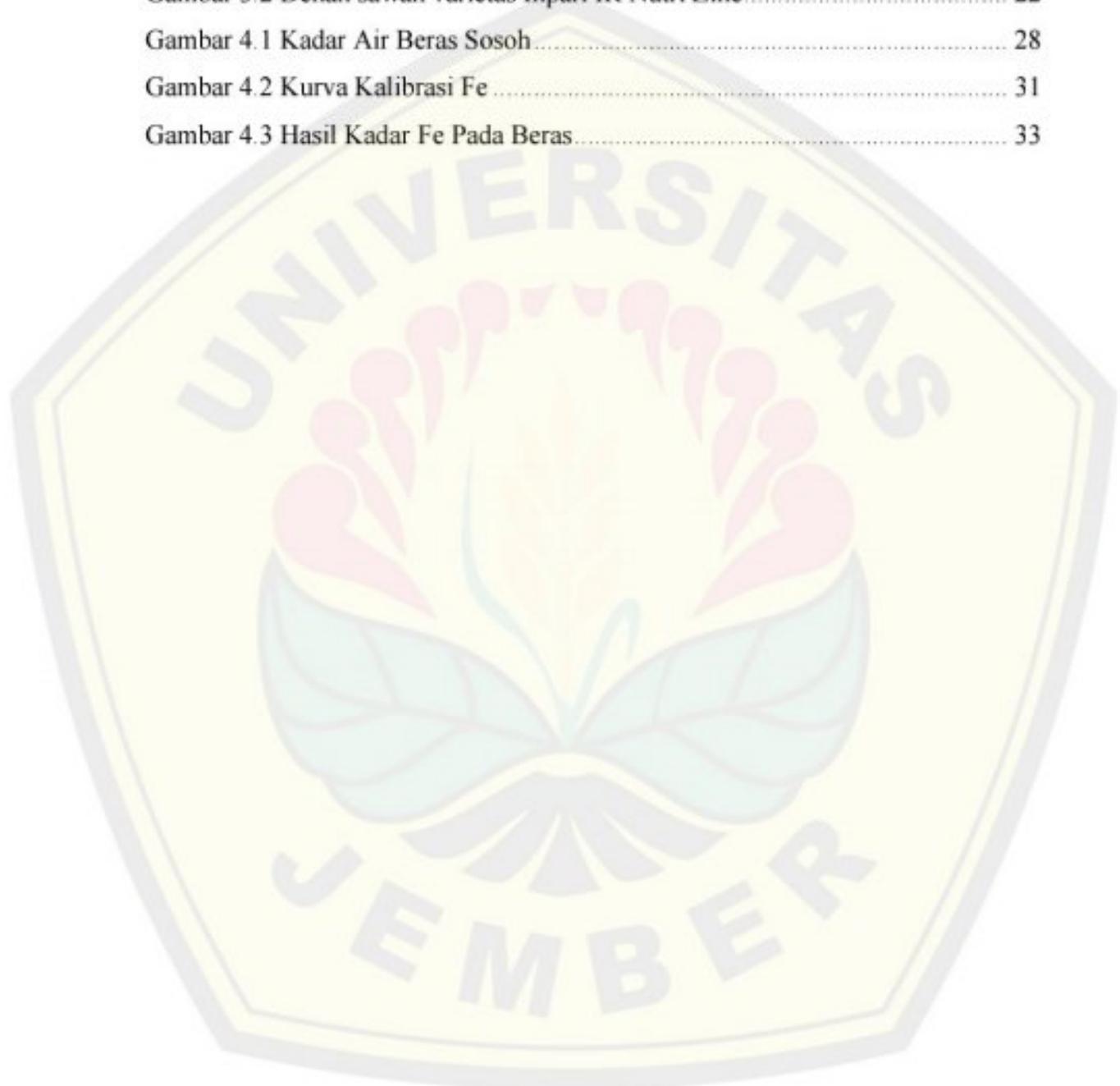
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan Gizi Beras Putih per 100 gram	11
Tabel 2.2 Kandungan Nutrisi Pada Hidrolisat Ikan	13
Tabel 4.1 Hasil Uji Recovery Kadar Besi Pada Beras	37



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Anatomi Beras	9
Gambar 2.2 Skema alat Spektrofotometri Serapan Atom	18
Gambar 3.1 Denah sawah varietas Inpari 32	21
Gambar 3.2 Denah sawah varietas Inpari IR Nutri Zinc	22
Gambar 4.1 Kadar Air Beras Sosoh	28
Gambar 4.2 Kurva Kalibrasi Fe	31
Gambar 4.3 Hasil Kadar Fe Pada Beras	33



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1.1 Pembuatan HNO_3 0,1 M	47
2.1 Perhitungan Kristal Air Pada $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	47
2.2 Pembentukan Larutan Standar Fe 1000 ppm	48
3.1 Pembuatan Deret Larutan Standar Fe	48
4.1 Data Absorbansi Larutan Standar Fe	49
5.1 Data Kadar Air Beras	50
6.1 Kadar Fe pada Hidrolisat Ikan	51
6.2 Kadar Fe Pada Beras	52
7.1 Perhitungan Kadar Besi (Fe)	55
8.1 Perhitungan Standar Deviasi	55
9.1 Perhitungan Uji Recovery	56

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan tanaman yang menjadi salah satu makanan pokok setelah gandum dan jagung, sehingga menjadi tanaman yang sangat penting di dunia. Penduduk dunia terutama Asia sebagian besar menjadikan beras sebagai makanan pokok hingga masa sekarang. Menurut Louhennapessy, dkk (2010) hampir 97% penduduk Indonesia menjadikan beras sebagai makanan utama. Hal tersebut menunjukkan bahwa ketergantungan terhadap beras sangat tinggi. Peningkatan jumlah penduduk Indonesia dan perubahan pola makanan pokok pada daerah tertentu dari umbi-umbian menjadi beras berdampak pada meningkatnya permintaan beras (Purnamaningsih, 2006).

Permintaan beras yang semakin meningkat mendorong pemerintah untuk mengembangkan berbagai varietas padi yang lebih baik. Padi memiliki bermacam-macam varietas salah satunya seperti varietas Inbrida Padi Sawah 32 (INPARI) dan varietas Inpari IR Nutri Zinc. Varietas Inpari 32 merupakan padi turunan dari varietas ciherang yang memiliki umur panen selama 120 hari. Inpari 32 memiliki tekstur beras dengan kepulenan sedang (BBPADI, 2022). Varietas Nutri Zinc merupakan varietas unggul baru yang memiliki umur panen selama 115 hari. Nutri Zinc merupakan varietas padi yang baru dilepaskan pada tahun 2019. Varietas ini dikenal dengan keunggulannya dalam kandungan Zn yang berpotensi lebih banyak hingga 34,51 ppm (BBPADI, 2022).

Permintaan beras yang ada di masyarakat dapat terpenuhi dengan adanya produktivitas padi yang baik. Produktivitas dipengaruhi oleh beberapa hal seperti pupuk, tenaga kerja, benih, dan pestisida (BPTP, 2011). Produktivitas padi di Jawa Timur tiga tahun terakhir pada tahun 2020, 2021, dan 2022 mengalami penurunan yaitu dari 56,68 ku/ha; menjadi 56,02 ku/ha; dan 56,02 ku/ha. Penurunan produktivitas padi juga secara otomatis menurunkan produksi padi. Penurunan tersebut dapat disebabkan oleh berbagai hal salah satunya yaitu penyusutan luas panen. Nilai produktivitas berbanding lurus dengan besarnya luas panen dan produksi (BPS, 2022). Pada dua tahun terakhir nilai produktivitas mengalami

stagnan yang dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian pemberian pupuk terhadap kebutuhan unsur hara tanah dan tanaman (Setyorini, 2004).

Mutu beras harus tetap terjaga meskipun tingkat produktivitas mengalami penurunan atau stagnan. Mutu produk pertanian cenderung lebih berfokus terhadap unsur makro yang berkaitan dengan kesehatan manusia. Unsur mikro dalam bahan pangan seperti mineral besi masih jarang digali (Latief, 2004). Beras menjadi salah satu sumber energi namun juga memiliki kandungan beragam lainnya antara lain protein, lemak, air, besi, magnesium, kalium, fosfor, seng, vitamin B1, B2, B3, B6, B9 dan serat (Utami, 2013). Beras memiliki gizi mikro yang berpotensi terhadap kekurangan gizi pada konsumen. Kekurangan asupan gizi mikro khususnya Fe menyebabkan anemia dengan jumlah cukup serius di Indonesia sebanyak 21,7 % (Astuti dkk., 2013). Asupan zat besi dapat terpenuhi dari berbagai sumber salah satunya yaitu beras. Zat besi yang terdapat pada beras giling untuk berbagai varietas yaitu berkisar 3,15-4,2 mg/kg (Indrasari dkk., 2002). Penelitian Rohaeni *et al.* (2016) menyatakan kandungan Fe pada beras sosoh yang dihasilkan berkisar 3,75-6,90 ppm dengan rata-rata sebesar 4,89 ppm.

Pemenuhan kandungan gizi pada beras dapat ditingkatkan melalui biofortifikasi atau fortifikasi biologi. Biofortifikasi merupakan langkah yang dilakukan dengan cara memasukkan unsur nutrisi pada tanaman sehingga nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman meningkat. Upaya biofortifikasi umumnya dilakukan melalui intervensi agronomis (pemupukan) dan secara genetis yaitu pemuliaan tanaman (Gruissem *et al.*, 2016). Biofortifikasi genetis telah dilakukan oleh Indrasari (2018), yang mentransformasi gen ferritin dari *Phaseolus vulgaris* ke tanaman padi guna meningkatkan kandungan Fe. Menurut Hartoyo (2022) varietas padi setelah biofortifikasi secara rekayasa genetik memiliki kandungan zat besi 15 µg/g yang sebelumnya hanya sebesar 2 µg/g.

Pada penelitian kali ini penambahan kandungan Fe dilakukan dengan cara pemupukan menggunakan pupuk organik hidrolisat ikan yang diharapkan dapat menambah kandungan Fe dalam beras. Pemupukan merupakan usaha penting yang dilakukan untuk meningkatkan produksi tanaman dengan adanya penambahan unsur hara pada tanah dalam bentuk kimia maupun organik. Menurut Hartatik dkk.

(2015) pupuk organik berperan dalam meningkatkan kesuburan fisik, kimia dan biologi tanah serta mengefisienkan penggunaan pupuk anorganik. Pertumbuhan tanaman juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, udara, air, dan unsur hara. Pemupukan yang berimbang dengan penyesuaian unsur hara dan dosis pupuk yang tepat dapat memperoleh hasil yang maksimal (Purba, dkk., 2021). Mowidu, (2017) menyatakan bahwa pemberian kompos jerami pada tanaman padi dapat meningkatkan daya serap terhadap Fe hingga 114,97 mg/rumpun.

Hidrolisat ikan yang digunakan merupakan suatu produk yang diproduksi dengan memanfaatkan limbah ikan seperti ekor, kepala, sirip, atau kulit ikan. Limbah ikan dipilih karena mengandung kadar protein yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut (Bernadeta, 2012). Hidrolisat ikan dapat diaplikasikan sebagai pupuk tanaman yang dilakukan oleh Akbar, (2017) yaitu mengaplikasikan hidrolisat ikan dengan perbedaan konsentrasi pada tanaman padi mampu meningkatkan produksi tanaman padi. Hidrolisat ikan juga dapat digunakan sebagai campuran pakan ayam yang mampu meningkatkan kadar Zn dalam kuning telur (Sa'adah, 2021), menurunkan kadar lipid daging paha ayam broiler (Wulandari, 2021) dan meningkatkan kadar protein daging sayap ayam broiler (Elfadilah, 2021).

Pengaruh penambahan hidrolisat ikan pada tanaman padi terhadap kandungan mineral besi (Fe) belum pernah dilaporkan. Penambahan pupuk organik berbasis hidrolisat ikan diharapkan dapat meningkatkan kandungan mineral Fe dalam bulir beras. Mineral Fe merupakan salah satu mineral unsur mikro yang diperlukan dalam tubuh manusia. Zat besi termasuk dalam komponen esensial di dalam tubuh sehingga pasokannya didapatkan dari luar tubuh yaitu asupan makanan. Jumlah mineral Fe yang dibutuhkan pada tubuh tidak terlalu banyak, namun memiliki peran yang penting bagi fungsi tubuh dimulai dari tingkat sel, jaringan, organ maupun fungsi tubuh secara keseluruhan. Kandungan Fe bermanfaat dalam pembentukan darah khususnya yaitu sintesis hemoglobin. Zat besi akan dalam tubuh akan berkonjugasi dalam dua bentuk yaitu ferro (Fe^{2+}) dan ferri (Fe^{3+}) (Emawati, 2017). Tanaman menyerap kandungan besi dalam bentuk ion ferro (Fe^{2+}) atau ion ferri (Fe^{3+}) (Purbayanti, 1991).

Penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik berbasis hidrolisat ikan terhadap kadar besi dalam beras di Kelurahan Kranjingan. Pengaplikasian hidrolisat ikan pada padi varietas Nutri Zinc dan Inpari 32 diharapkan dapat meningkatkan kandungan mineral besi. Pupuk organik hidrolisat ikan diaplikasikan pada tanaman padi yang terbagi menjadi dua metode yaitu penyemprotan setelah tanaman padi mulai berbunga dan tanpa penambahan hidrolisat ikan. Penyemprotan hidrolisat ikan pada fase padi mulai berbunga yang dilakukan sebanyak empat kali penyemprotan. Analisis kadar zat besi dilakukan pada beras hasil panen yang dihaluskan dengan penambahan asam nitrat pekat (HNO_3). Kadar zat besi diukur dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom (AAS). Analisis kadar besi dilakukan dengan pengulangan secara triplo.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh penambahan pupuk organik hidrolisat ikan terhadap kadar besi (Fe) yang terkandung dalam beras varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini yaitu untuk menentukan pengaruh penambahan pupuk organik hidrolisat ikan terhadap kadar besi (Fe) yang terkandung dalam beras varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian kali ini adalah :

1. Sampel beras yang digunakan merupakan hasil panen sawah di Kelurahan Kranjingan
2. Pupuk organik hidrolisat ikan yang digunakan merupakan hidrolisat ikan "Tirta Sari Mina"
3. Pemberian pupuk pada padi dilakukan dengan metode semprot pada daun yang dilakukan pada pagi hari

4. Pupuk organik hidrolisat ikan diberikan pada kedua varietas saat padi mulai terbik atau munculnya malai yaitu saat varietas Inpari IR Nutri Zinc berumur 63 HST (Hari Setelah Tanam) dan varietas Inpari 32 saat berumur 75 HST
5. Padi varietas Inpari IR Nutri Zinc ditanam pada bulan Juli 2022, sedangkan varietas Inpari 32 ditanam pada bulan Juni 2022
6. Padi varietas Inpari IR Nutri Zinc dipanen pada bulan Oktober 2022, sedangkan varietas Inpari 32 pada bulan September 2022 pada musim penghujan
7. Petak Inpari IR Nutri Zinc dan petak Inpari 32 terletak berjauhan yang dipisahkan oleh 3 petak Inpari 32 yang tidak digunakan dalam penelitian
8. Gabah kering pada penelitian dilakukan penyosohan sebanyak satu kali

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini yaitu agar mengetahui pengaruh penambahan pupuk organik hidrolisat ikan terhadap kandungan besi (Fe) yang terkandung dalam beras varietas Inpari 32 dan Inpari IR Nutri Zinc.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Padi

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh dengan penyesuaian kondisi lingkungan yang tumbuh semusim dengan sistem perakaran serabut. Padi merupakan tanaman dengan jenis *Graminae* atau rumput-rumputan. Klasifikasi tanaman padi yaitu sebagai berikut, (Handoyo, 2013) :

Kingdom : *Plantae*
Subkingdom : *Tracheobionta*
Superdivision : *Spermatophyta*
Division : *Magnoliophyta*
Class : *Liliopsida*
Subclass : *Commelinidae*
Ordo : *Cyperales*
Family : *Gramineae*
Genus : *Oryza L.*
Species : *Oryza sativa L.*

Tanaman padi terdiri dari beberapa bagian tanaman seperti akar, batang, daun, malai, ruas, dan bunga. Akar padi memiliki dua jenis perakaran yaitu akar seminal yang tumbuh dari radikula (akar primer) pada saat berkecambah, dan akar adventif (akar sekunder) yang bercabang dan tumbuh dari buku batang muda bagian bawah. (Iskandar, 2021). Batang padi tersusun oleh ruas-ruas yang merupakan bubung kosong tempat daun pelepah tumbuh. Bulir padi dapat tumbuh saat daun pelepah bagian atas berubah menjadi ligula dan daun bendera (Kurniawan, 2021). Malai memiliki beberapa cabang dengan jumlah sekitar 15-20 buah. Banyaknya cabang malai mempengaruhi tinggi rendahnya rendemen tanaman padi varietas baru dimana setiap malai mencapai 100-120 bunga (Iskandar, 2021).

Pertanaman padi dibedakan menjadi tiga fase pertumbuhan, yaitu fase vegetatif (0-60 hari), fase generatif (60-90 hari), dan fase pemasakan (90-120 hari). Padi pada ketiga fase tersebut memiliki kebutuhan air yang berbeda yaitu pada fase pembentukan anakan aktif, anakan maksimum, inisiasi pembentukan malai, fase

bunting dan fase pembungaan (BBPADI, 2022). Fase utama pertumbuhan tanaman padi terbagi menjadi 10 tahap yang dimulai pada fase perkecambahan, pertunasan, pembentukan anakan, pemanjangan batang, pembentukan malai hingga bunting, tahap munculnya bunga, proses pembuahan, gabah matang susu, gabah setengah matang, dan gabah matang penuh (Suhartatik, 2009).

Tingkat produktivitas tanaman dipengaruhi oleh unsur hara yang terkandung dalam tanah. Tanah memiliki unsur-unsur esensial dalam jumlah tertentu untuk memenuhi pertumbuhan tanaman. Unsur hara tanah dapat dibutuhkan dalam jumlah banyak ataupun sedikit yang dibagi menjadi unsur hara makro dan mikro. Unsur hara mikro merupakan unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah yang relatif kecil seperti B, Fe, Mn, dan Zn (Mpapa, 2016). Mineral besi (Fe) tergolong dalam unsur hara mikro esensial yang memiliki peran penting dan tidak dapat digantikan oleh unsur lain. Tanaman yang kekurangan unsur hara esensial dapat tumbuh secara tidak normal (Purba dkk., 2021).

Penanaman bibit menentukan pertumbuhan padi sehingga berpengaruh pada produktivitas padi. Jumlah penanaman padi yang relatif banyak yaitu 5-10 batang per rumpun atau >10 batang per rumpun menyebabkan pertumbuhan padi menjadi tidak normal. Hal tersebut dikarenakan adanya persaingan antar tanaman padi karena kurangnya asupan air, unsur hara, CO₂, O₂, cahaya, dan ruang untuk tumbuh. Bibit yang ditanam terlalu banyak mengakibatkan tanaman padi mudah terserang hama dan penyakit, mudah rebah, hingga berkurangnya gabah yang dihasilkan. Penanaman bibit dengan jumlah lebih sedikit dapat mengurangi dampak negatif yang tidak diinginkan. Jumlah bibit dapat ditanam sebanyak 1-3 batang per rumpun sehingga persaingan antar tanaman lebih rendah dan dapat mengurangi biaya produksi (Misran, 2014).

2.2 Varietas Padi

Varietas merupakan salah satu faktor penting yang berperan dalam peningkatan produksi dan produktivitas padi. Padi memiliki berbagai varietas unggul yang dapat disesuaikan dengan kondisi iklim pada area pertanian sehingga dapat dijadikan alternatif bagi petani (Minarsih *et al.*, 2013). Badan Litbang

Pertanian telah melepaskan sebanyak 120 varietas yang terbagi menjadi varietas Inbrida padi sawah (INPARI) sebanyak 69 varietas, varietas Hibrida Padi (HIPA) sebanyak 21 varietas, varietas Inbrida Padi Gogo (INPAGO) sebanyak 19 varietas, dan varietas Inbrida Padi Rawa (INPARA) sebanyak 11 varietas. Varietas Inpari memiliki beberapa jenis, dimana salah satunya yaitu varietas Inpari-32 dan Inpari IR Nutri Zinc. Berikut merupakan varietas Inpari-32 dan Inpari IR Nutri Zinc :

a. Varietas Inpari-32

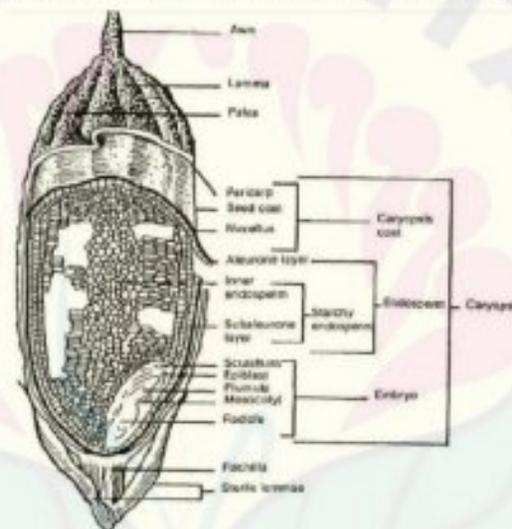
Varietas Inpari-32 merupakan varietas yang cocok ditanam dengan ekosistem tanah dataran rendah hingga ketinggian 600 mdpl. Inpari-32 memiliki umur panen selama 120 hari setelah benih tersebar. Varietas ini memiliki bentuk tanaman dan daun bendera tegak, tinggi tanaman kurang lebih 97 cm, serta bentuk gabah medium yang berwarna kuning bersih. Inpari-32 memiliki kadar amilosa sekitar 23,46% dengan berat 1000 butir sebesar 27,1 gram. Varietas ini memiliki kerentanan terhadap hama wereng batang coklat biotipe 1,2, dan 3, namun dapat tahan terhadap hawar daun, bakteri patotipe 3, blas ras 033, dan ketahanan yang sedikit rendah pada hawar daun bakteri patotipe IV dan VIII, blas ras 073, dan tungro ras Lanrang (BBPADI, 2022). Inpari 32 ditanam dengan sistem jajar legowo untuk memaksimalkan masuknya cahaya matahari yang berperan dalam proses fotosintesis sehingga dapat meningkatkan populasi pertumbuhan padi (Aini et al., 2013).

b. Varietas Inpari IR Nutri Zinc

Varietas Inpari IR Nutri Zinc merupakan varietas baru yang dilepas pada tahun 2019 yang cocok ditanam pada lahan sawah irigasi pada ketinggian 0-600 mdpl. Inpari IR Nutri Zinc memiliki umur panen selama 115 hari dengan bentuk tanaman dan daun bendera yang tegak serta memiliki bentuk gabah ramping berwarna kuning jerami. Kadar amilosa pada varietas ini yaitu sebesar 16,60% dan berat 1000 butir sekitar 24,60%. Varietas ini memiliki kerentanan terhadap WBC biotipe 3 namun agak tahan pada biotipe 1,2. Penyakit yang rentan dialami oleh varietas ini yaitu blas 173, HDB patotipe IV dan VIII pada fase vegetatif dan generatif, namun memiliki ketahanan terhadap HDB patotipe III, blas 033, 073, 133, dan tungro inakulum garut dan Purwakarta (BBPADI, 2022).

2.3 Beras

Beras merupakan bulir padi (*Oryza sativa*) yang telah siap digiling untuk dipisahkan dengan sekam yang dapat dilakukan dengan pengupasan dan penyosohan. Beras menjadi makanan pokok di Indonesia sehingga tingkat konsumsi beras mencapai 139,15 per kapita tahun. Tingkat konsumsi tersebut jauh lebih tinggi dibanding dengan negara-negara maju yang hanya mencapai sebesar 80-90 kg per tahun. Kadar air dalam beras yang terlalu tinggi akan menyebabkan beras mudah rusak. Kadar air yang tinggi dapat disebabkan karena proses pengolahan pasca panen yang kurang tepat. Proses pengolahan pasca panen dapat dilakukan dengan penggilingan, pengemasan, pengangkutan, penyimpanan beras dengan tepat agar beras memiliki kualitas yang baik (Ide, 2010).



Gambar 2.1 Anatomi Beras (Sumber: Balnkeney, 1984)

Beras merupakan hasil gabah yang telah dikeringkan dan digiling untuk dipisahkan dengan kulit luarnya yang disebut sekam. Gabah terdiri dari beberapa bagian yaitu 15-30% sekam (kulit luar), 4-5% aleuron (kulit ari), 12-14% bekatul, 65-67% endosperm, dan 2-3% embrio (lembaga). Sekam merupakan kulit biji, sedangkan butir biji dan embrio dinamakan butir beras. Bagian biji padi yang merupakan beras terdiri dari aleuron, endospermia, dan embrio. Aleuron merupakan lapis terluar beras yang dapat ikut terbuang dalam proses pemisahan kulit. Endosperm merupakan bagian utama butir beras yang mengandung sebagian besar pati dan protein. Embrio merupakan bagian terdalam pada beras yang disebut calon

tanaman baru, yang dapat tumbuh dengan bantuan teknik kultur jaringan. Embrio disebut juga dengan mata beras (Muchtadi, 1992).

Beras ialah hasil tahap pemanenan tanaman padi yang semula dalam bentuk gabah. Gabah memiliki ciri seperti tanaman berwarna kuning dan isi gabah yang keras namun mudah pecah dengan kuku. Gabah pasca panen dapat dikonsumsi setelah mengalami proses penggilingan menghasilkan beras giling atau beras sosoh. Beras sosoh merupakan beras yang tidak memiliki sekam, lapisan aleuron (dedak) dan kotiledon. Beras sosoh digunakan oleh masyarakat sebagai olahan nasi untuk dikonsumsi (Kementan, 2015).

Masyarakat memberikan tuntutan terhadap peningkatan mutu beras yang beredar seperti penampilan, mutu masak, maupun aroma (Wongpornchai, 2004). Salah satu cara menjaga penampilan beras yaitu dengan cara penyosohan. Penyosohan berperan penting dalam memperbaiki penampilan beras agar lebih menarik secara visual mutu tanak, aroma, dan rasa. Beras pecah kulit yang mengandung lebih banyak nutrisi kurang disukai oleh masyarakat karena penampilannya yang kurang menarik, tekstur kasar, dan susah dikunyah. Nutrisi terbesar pada beras pecah kulit terdapat pada lapisan terluar beras yaitu dedak yang hilang pada saat penyosohan (Mohapatra, 2007). Lapisan luar beras tersebut tidak dipisahkan sepenuhnya pada beras saat penyosohan. Lapisan luar beras yang tinggi dapat menurunkan daya simpan beras. Berdasarkan hal tersebut penyosohan beras perlu diperhatikan agar kandungan gizi tetap terjaga diikuti dengan penampilan yang digemari oleh masyarakat (Tarigan, 2011).

Beras memiliki kandungan gizi yang bermacam-macam dimana sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh. Beras putih mengandung lebih banyak karbohidrat dibandingkan dengan kandungan nutrisi lain. Nutrisi lain yang terkandung diantaranya yaitu protein, lemak, air, besi, magnesium, kalium, fosfor, tembaga, seng, vitamin B1, B2, B3, B6, B9 dan serat. Kandungan-kandungan tersebut dapat diukur pada kadar protein, besi, seng, dan serat. Kandungan aleuron dan amilosa pada beras putih tergolong sedikit yaitu hanya 20% (Hermawan & Meylani, 2016). Kandungan nutrisi pada beras putih per 100 gram disajikan dalam tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi Beras Putih per 100 gram

Komposisi	Kandungan
Kalori (kal)	357
Protein (g)	8,4
Lemak (g)	1,7
Besi (g)	1,8
Karbohidrat (g)	77,1
Serat (g)	0,2
Kalsium (mg)	147
Pospor (mg)	81
Vitamin B1 (mg)	0,2
Air (g)	12

(Sumber: TKPI, 2009)

Kandungan gizi pada beras bervariasi yang dipengaruhi oleh faktor genetik seperti jenis varietas yang berbeda, tingkat kesuburan tanah, proses pemupukan, dan kondisi lingkungan (Anjum *et al*, 2007). Pada penelitian Indrasari,(2008) melaporkan bahwa kandungan mineral Fe pada varietas IR 64, Ciherang, Cisadane, Sintanur, dan Pandanwangi berbeda-beda yaitu sebesar 0,42; 4,32; 4,65; 0,36; dan 0,36 mg/100 g. Kandungan gizi yang berbeda juga dapat dipengaruhi oleh kesuburan tanah. Kesuburan tanah dapat diamati melalui parameter kimia yaitu N, P, dan K yang apabila bernilai kurang maka akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Ketersediaan unsur N, P, dan K dipengaruhi oleh pemupukan dengan dosis yang kurang tepat (Agustina, 2020). Kondisi lingkungan juga berperan penting dalam produktivitas tanaman. Pada cuaca kemarau panjang dapat menyebabkan tanaman menjadi stress dan produktivitas menurun. Tanah kering akibat kemarau panjang mengakibatkan senyawa Fe yang tereduksi menjadi racun bagi tanaman (Saidi *et al*, 2021).

Faktor pergeseran musim juga dapat mempengaruhi kandungan gizi pada makanan. Kekeringan memberikan dampak penurunan hasil panen dan penurunan kandungan mikro mineral pada jenis sereal. Dampak perubahan iklim dapat dinilai berdasarkan beberapa teori seperti perubahan ketersediaan CO₂ pada atmosfer, curah hujan, dan perubahan musim hujan dan kemarau. Perubahan iklim dan peningkatan kadar CO₂ dapat secara signifikan mengurangi ketersediaan nutrisi pada makanan seperti protein, besi, dan zinc. Perubahan curah hujan dapat menurunkan kualitas tanah yang berdampak buruk terhadap kualitas produktivitas

tanaman dan mikronutrien yang terkandung. Pada sayuran kandungan mineral besi cenderung lebih tinggi selama musim hujan, dimana memiliki perkiraan penurunan sebesar < 1% (Giulia, 2020).

2.4 Hidrolisat Ikan

Hidrolisat protein merupakan hasil produk yang telah mengalami proses hidrolisis menggunakan asam kuat, basa kuat atau enzim yang menghasilkan produk pangan (Johnson & Peterson, 1974). Molekul protein dapat terpecahkan menjadi beberapa bentuk yang lebih kecil yaitu gugus asam amino yang terjadi oleh adanya proses hidrolisis melalui pemutusan ikatan peptida (Rehm & Reed, 1995). Hidrolisat protein ikan dapat dihasilkan dari proses penguraian protein ikan melalui proses hidrolisis oleh enzim, asam, dan basa yang menghasilkan peptida sederhana atau asam amino. Enzim yang digunakan untuk memproduksi hidrolisat ini yaitu enzim protease yang berasal dari tanaman, hewan, maupun mikroba (Annisa, 2017).

Hidrolisat ikan mengandung berbagai macam gizi seperti protein, asam amino, asam lemak, mineral. Hidrolisat ikan adalah produk yang memanfaatkan limbah ikan dalam proses pembuatannya, dimana dalam prosesnya dapat dilakukan secara enzimatik atau secara kimia (Annisa, 2017). Kandungan nutrisi pada hidrolisat ikan dapat dilihat pada tabel 2.2.

Produk hidrolisat ini dapat berbentuk cair, pasta atau tepung yang bersifat higroskopis. Pada hidrolisat yang berbentuk cair, kadar cairan lebih banyak dibandingkan dengan kadar padatan, dimana kadar padatan dalam bentuk ini yaitu sebanyak 30%. Pada hidrolisat berbentuk pasta, padatan yang terkandung yaitu sebanyak 65%. Flavor yang dihasilkan pada hidrolisat bergantung pada komposisi asam amino yang digunakan. Pada hidrolisat gelatin, flavor yang dihasilkan relatif manis karena kandungan glisinnya yang tinggi (Johnson & Peterson, 1974).

Hidrolisat ikan dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang dimana hidrolisat ini memiliki sumber protein dan asam amino. Hidrolisat ikan dapat dimanfaatkan sebagai suplemen makanan, pemberian makanan pada tanaman dan hewan atau pakan ternak. Hidrolisat ikan yang memiliki kualitas yang rendah sehingga tidak bisa digunakan sebagai sumber pangan, namun dapat digunakan

sebagai sumber protein pada pakan, sumber nitrogen pada pupuk tanaman dan media tumbuh bakteri (Kristinsson, 2007).

Tabel 2.2 Kandungan Nutrisi Pada Hidrolisat Ikan

Kandungan	Kadar (ppm)
Kadar air	80×10^4
Karbon	$13,38 \times 10^4$
Nitrogen	$2,98 \times 10^4$
N Organik	$2,14 \times 10^4$
N Amonia	$0,16 \times 10^4$
N nitrat	$0,67 \times 10^4$
Protein	$18,6 \times 10^4$
P ₂ O	2,10
K ₂ O	0,57
Ca	0,41
Mg	0,06
Na	0,19
S	154
Fe	1,5
Mn	11
Cu	6
Zn	20
B	14
Cd, Hg	0,01

(Sumber: Label Kemasan Hidrolisat Ikan)

2.5 Pupuk

Pupuk merupakan material yang berisi beberapa unsur yang digunakan untuk menggantikan unsur yang telah terserap pada tanaman. Pupuk menjadi material yang ditambahkan kedalam unsur hara tanah dan tanaman. Pupuk berfungsi untuk memenuhi kebutuhan hara pada tanaman sehingga dapat berproduksi dengan baik (Dwicaksono, 2013). Penambahan pupuk dilakukan karena tanaman tidak memiliki unsur-unsur esensial yang dibutuhkan pada pertumbuhan. Penambahan dan pengembalian zat-zat hara dengan cara buatan seperti pupuk dapat menunjang produksi tanaman atau tanaman tetap normal. Penambahan zat-zat hara juga berfungsi untuk keseimbangan antara unsur-unsur hara yang hilang. Penambahan pupuk pada tanaman harus sesuai dengan kebutuhan agar unsur tanaman yang tidak tersedia dapat disuplai kembali oleh pupuk. Hal

tersebut harus memperhatikan metode dan jenis pupuk yang akan ditambahkan (Sugiyanta, 2015).

Pupuk secara umum dibagi menjadi dua yaitu pupuk organik dan anorganik. Pupuk yang dihasilkan dari peruraian bagian limbah tanaman atau hewan disebut dengan pupuk organik. Pupuk organik sebagian besar mengandung nitrogen dalam persenyawaannya sehingga dijadikan sebagai penanda bahwa pupuk tersebut yaitu pupuk organik (Sunar, 2021). Pupuk organik terbuat dari bahan organik sehingga mudah diserap oleh tanaman. Pupuk organik tidak meninggalkan limbah atau sisa asam anorganik dalam tanah. Pupuk organik juga memiliki kadar persenyawaan C-organik yang tinggi. Pupuk organik umumnya tersedia secara langsung di alam seperti pupuk kandang, pupuk kompos, pupuk hijau, dan guano. Persenyawaan C pada pupuk organik merupakan kadar hara yang dimiliki, dimana persenyawaan C tersebut yang menjadi pembeda pupuk organik dengan pupuk lainnya (Sumekto, 2006).

2.6 Zat Besi

Mineral terbagi menjadi dua jenis yaitu mineral makro dan mikro. Mineral mikro terdiri dari berbagai macam seperti Se, Mg, Cu, dan lain-lain dimana salah satunya yaitu zat besi. Zat besi diserap oleh tanaman dalam bentuk ion ferri (Fe^{3+}) atau ferro (Fe^{2+}). Tanaman juga dapat menyerap zat besi dalam bentuk $\text{Fe}(\text{OH})^{2+}$ dan Fe-khelat. Besi dalam tanaman berfungsi sebagai sintesis klorofil dan enzim-enzim yang berfungsi dalam sistem transfer elektron (Purbayanti *et al.*, 1991). Besi merupakan unsur hara esensial yang merupakan bagian dari enzim-enzim tertentu dan bagian dari protein yang berfungsi sebagai pembawa elektron pada fase terang fotosintesis dan respirasi (Winarso, 2005). Besi (Fe) dalam tanaman berfungsi dalam penyusunan klorofil dimana Fe membantu dalam pembentukan ultra struktur kloroplas. Defisiensi Fe dapat menyebabkan jumlah dan ukuran kloroplas semakin berkurang. Defisiensi Fe dalam tanaman juga menyebabkan terhambatnya pembentukan klorofil, penyusunan protein menjadi tidak sempurna dan penurunan jumlah ribosom (Warganegara, 2011).

Zat besi merupakan mineral mikro yang paling banyak terdapat di dalam tubuh manusia dan hewan. Terdapat 3-5 gram zat besi dalam tubuh manusia dewasa. Zat besi dalam tubuh memiliki beberapa fungsi esensial yaitu sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh (Krisnawati, 2011). Besi juga berfungsi sebagai alat pengangkut elektron di dalam sel dan berperan dalam reaksi enzim di dalam jaringan tubuh. Zat besi terbagi menjadi dua jenis yaitu zat besi yang berasal dari hewani (*heme iron*) dan zat besi yang berasal dari tumbuhan (*nonheme*). Kualitas zat besi tertinggi terdapat didalam sumber hewani seperti telur, daging, dan ikan. Zat besi pada serelia memiliki kualitas yang sedang, serta kualitas besi yang rendah pada sebagian besar sayuran khususnya yang memiliki asam oksalat tinggi (Almatsier, 2002).

Zat besi bermanfaat dalam tubuh sebagai pembentukan sel darah merah dan sel otot. Zat besi tersebut merupakan ion-ion besi seperti ferro (Fe^{2+}) dan ferri (Fe^{3+}). Menurut Whitney *et al* (2008) ion Fe^{3+} dan Fe^{2+} masuk ke lambung, kemudian lambung akan mengubah Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dan kelebihan akan disimpan dalam bentuk ferritin. Mineral besi dalam pangan nabati umumnya dalam bentuk ferri (Fe^{3+}) dan ferro (Fe^{2+}) pada pangan hewani. Mineral besi terkandung dalam bahan pangan organik seperti buah, sayur, dan beras. Bulir padi yang telah dibersihkan dari kulit luarnya disebut dengan beras. Zat besi yang terkandung dalam beras memiliki kadar yang berbeda-beda tergantung dengan varietas padi yang ditanam. Kandungan zat besi pada bulir padi tidak merata, dimana kandungan mineral besi akan semakin besar pada bagian bulir yang semakin dalam (Dianawati, 2015).

Kandungan mineral besi (Fe) dalam beras dengan jumlah cukup yaitu <50 $\mu\text{g/g}$. Hal tersebut mencukupi kalori untuk menambah asupan mineral besi dalam tubuh. Kekurangan zat besi atau defisiensi besi dapat menyebabkan penyakit yaitu salah satunya anemia. Hal tersebut mendorong untuk pembuatan padi dengan kandungan mineral besi yang lebih tinggi. Kandungan Fe pada tanaman padi dapat dipengaruhi oleh faktor genetik, penyosohan beras, perbedaan cuaca dan iklim saat penanaman, pemupukan dan pengairan, serta umur tanaman (Rohaeni, 2016). Peningkatan kandungan Fe dalam padi tidak mengubah bentuk morfologi, rasa,

tekstur, dan mutu beras saat dimasak, dimana kandungan mineral Fe sangat halus (Indrasari, 2018).

Analisis kandungan mineral besi (Fe) pada beras telah dilakukan sebelumnya oleh Rasydy *et al.*, (2021) dengan menggunakan 3 sampel beras yang ditanam di daerah Industri Karet Mekar Jaya. Penelitian tersebut dilakukan secara analisis kuantitatif menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Kandungan besi pada 3 sampel yang diuji yaitu menghasilkan logam Fe sebesar 6,8; 5,76; dan 5,025 mg/kg.

2.7 Metode Destruksi

Destruksi merupakan metode pemecahan senyawa menjadi unsur-unsurnya untuk dapat dianalisis. Destruksi dapat disebut juga sebagai perombakan bentuk organik logam menjadi bentuk logam-logam anorganik. Terdapat dua jenis metode destruksi yaitu destruksi kering (oksida kering) dan destruksi basah (oksida basah). Destruksi basah merupakan metode perombakan sampel oleh asam-asam kuat tunggal maupun campuran. Metode tersebut kemudian dilanjutkan dengan proses oksidasi menggunakan zat oksidator. Pelarut yang digunakan dalam metode destruksi basah merupakan larutan asam tertentu antara lain asam nitrat, asam sulfat, asam perklorat, dan asam klorida. Keberhasilan proses destruksi dapat diketahui dengan dihasilkannya larutan jernih pada larutan destruksi. Kejernihan menunjukkan bahwa pemecahan senyawa-senyawa organik telah berjalan dengan baik sehingga komponen dapat larut sempurna. Proses destruksi menghasilkan senyawa-senyawa garam yang stabil dan disimpan selama beberapa hari (Raimon, 1993).

Prinsip destruksi basah berada pada sampel yang dioksidasi menggunakan larutan pengoksidasi yang kemudian dipanaskan pada temperatur yang cukup tinggi. Pemanasan dilakukan secara kontinu pada waktu yang lama sehingga sampel dapat teroksidasi sempurna meninggalkan senyawa anorganik yang sesuai untuk dianalisis (Anderson, 1997). Destruksi basah banyak digunakan dibandingkan dengan destruksi kering karena suhu yang digunakan jauh lebih rendah dibandingkan suhu yang dibutuhkan saat destruksi kering. Pemanasan larutan

destruksi menggunakan suhu dibawah titik didih dari senyawa yang akan dianalisis. Larutan asam yang digunakan untuk mendestruksi pada suhu rendah bertujuan untuk menghindari kehilangan mineral oleh adanya pemanasan (Apriyanto, 1989).

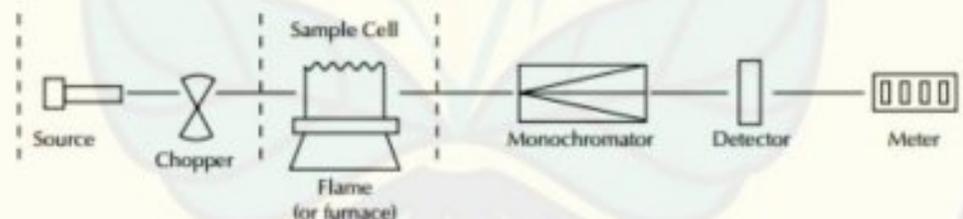
2.8 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom (SSA) merupakan suatu metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar. Teknik atau metode SSA digunakan untuk menentukan dan menganalisa logam-logam yang menyerap energi dalam keadaan bebas. Penyerapan energi akan mengakibatkan elektron tereksitasi dari kulit atom pada energi rendah menuju yang lebih tinggi. Peristiwa tersebut akan mengakibatkan adanya emisi dan absorpsi. Sumber cahaya akan dilewatkan dalam nyala api yang didalamnya terdapat sampel teratomisasi. Proses radiasi akan diteruskan ke detektor melalui monokromator. Spektrofotometri serapan atom mampu menganalisa logam hingga 61 logam (Dachriyanus, 2004). Spektrofotometer serapan atom digunakan dalam analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah sedikit dan sangat sedikit. Analisis tersebut diperoleh kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut. Spektrofotometer serapan atom memiliki kepekaan yang tinggi, interferensi rendah, dan pelaksanaannya yang relatif sederhana sehingga cocok digunakan terhadap analisis logam dengan jumlah yang sedikit (Gandjar, 2007).

Proses emisi merupakan suatu proses yang terjadi karena menerima energi pengekstisasi dalam bentuk energi panas dinyala sebagian dari energi tersebut digunakan untuk mengeksitasi atom. Atom mengalami perpindahan ke tingkat yang lebih tinggi ketika tereksitasi. Atom pada saat kembali ke keadaan dasar terjadi pelepasan energi yang berbentuk gelombang elektromagnetik berupa sinar emisi yang akan dipancarkan ke segala arah. Hal tersebut yang mengakibatkan intensitas sinar yang sampai ke detektor hanya sebagai kecil saja. Proses absorpsi merupakan proses yang terjadi karena seberkas sinar dengan panjang gelombang tertentu melewati media pengaruh pengabsorpsi yang terdiri dari atom. Atom yang mengabsorpsi energi cahaya tersebut akan mengubah atau menjadi atom yang

tereksitasi, sedangkan energi yang tidak diserap akan ditransmisikan (Wijaya, 2015). Metode spektrofotometri serapan atom (SSA) adalah metode yang dapat diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Aplikasi tersebut salah satunya yaitu dalam bidang kesehatan. Teknik serapan berbasis SSA dapat digunakan untuk karakterisasi produk farmasi dan makanan. Spektrofotometri serapan atom memiliki tingkat sensitifitas yang tinggi dan akurat dalam analisis obat-obatan. Bidang Farmasi memanfaatkan logam untuk proses sintesis bahan pendukung obat, seperti Kapsul dan sebagainya (Gandjar, 2007).

Sumber cahaya pada SSA adalah sumber cahaya dari lampu katoda yang berasal dari elemen yang sedang diukur, kemudian dilewatkan ke dalam nyala api yang berisi sampel. Sampel tersebut merupakan sampel yang telah teratomisasi. Radiasi tersebut kemudian diteruskan ke detektor melalui monokromator. Chopper digunakan untuk membedakan radiasi yang berasal dari sumber radiasi dan radiasi yang berasal dari nyala api. Detektor akan menolak arah ke arah arus (DC) dari emisi nyala dan hanya mengukur arus bolak-balik dari sumber radiasi atau sampel (Jamaludin, 2005). Spektrofotometer serapan atom terdiri dari tiga komponen yaitu unit teratomisasi, sumber radiasi, dan sistem pengukuran fotometrik. Alat spektrofotometer atom dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.2 Skema alat Spektrofotometri Serapan Atom (Sumber: Beaty, 1993)

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Sampel yang digunakan yaitu padi varietas Nutri zinc dan Inpari 32 yang diambil pada lahan percobaan di Kelurahan Kranjingan, Jember. Analisis mineral pada beras dilakukan di laboratorium Kimia Organik dan Kimia Anorganik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember dimulai pada bulan Juli 2022 hingga Juni 2023.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

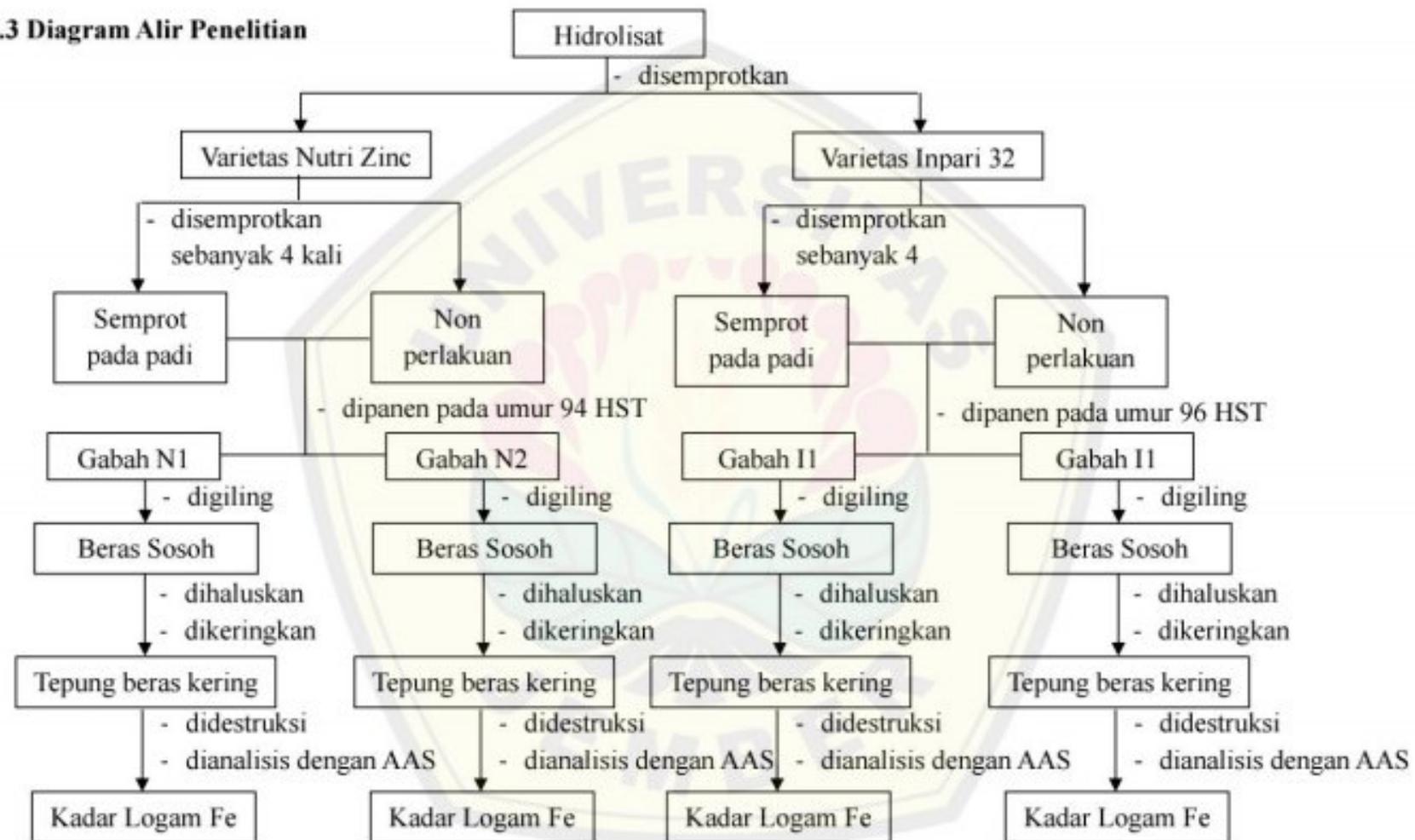
3.2.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian adalah lampu katoda Fe, neraca analitik, blender, gelas beaker 100 ml, batang pengaduk, labu ukur 50 mL, labu ukur 100 mL, corong, spatula, pipet tetes, pipet mohr 10 ml, ball pipet, pemanas oven, capit kayu, *hotplate* (Therlyne), mortar, alu, cawan porselin, pemanas listrik, desikator, spektrofotometer serapan atom (SSA) (Buck Scientific).

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian adalah sampel beras varietas Inpari IR Nutri zinc dan varietas Inpari 32, hidrolisat ikan "Tirta Sari Mina", akuades, akuademin, asam nitrat (HNO_3) (Merck), besi (III) klorida heksahidrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) (Merck), aluminium foil, dan kertas saring Whatman No. 42.

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Penyiapan Tanaman Padi

Penelitian menggunakan dua varietas padi yang berbeda yaitu varietas Inpari IR Nutri Zinc dan Inpari (IR) 32. Metode yang dilakukan pada kedua varietas yaitu metode penyemprotan saat padi mulai terbik. Penyemprotan padi dilakukan menggunakan hidrolisat ikan yang telah tercampur air dengan perbandingan 1:100 mL sebanyak 15 L. Campuran pupuk dan air sebanyak 15 L dapat disemprotkan pada tiap luasan 400 m². Petak padi varietas Inpari IR Nutri Zinc disemprotkan hidrolisat ikan pada 4 petak sawah sebanyak empat kali pada umur 63 hari setelah tanam (HST), 70 HST, 75 HST dan 81 HST. Petak padi varietas Inpari 32 penyemprotan dilakukan pada 1 petak sawah sebanyak empat kali pada umur 75 HST, 82 HST, 87 HST dan 93 HST. Denah petak sawah varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3.1 Denah sawah varietas Inpari 32

Keterangan :

A = Petak semprot 700 m²

B = Petak non perlakuan 600 m²



Gambar 3.2 Denah sawah varietas Inpari IR Nutri Zinc

Keterangan :

- A = Petak semprot 900 m²
- B = Petak semprot 400 m²
- C = Petak semprot 500 m²
- D = Petak semprot 1100 m²
- E = Petak non perlakuan 1250 m²

3.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada petak penelitian yang telah diberikan perlakuan khusus. Pada padi varietas Nutri zinc, pengambilan sampel dilakukan pada empat (4) petak berbeda dengan perlakuan penyemprotan pada tanaman dan satu petak tanpa perlakuan. Pengambilan gabah pada tiap variabel diambil sebanyak 11 kg. Sampel pada petak semprot yang diambil dengan mencampurkan gabah pada empat petak yang berbeda. Pada padi varietas IR 32 pengambilan sampel dilakukan pada dua petak sawah yang terdiri dari petak semprot dan tanpa perlakuan. Gabah yang telah diperoleh kemudian dikeringkan dengan cara penjemuran dibawah sinar matahari langsung selama 3 hari untuk varietas Inpari 32, sedangkan varietas Nutri Zinc dikeringkan selama 4 hari. Gabah yang telah kering kemudian digiling menggunakan mesin penggiling menghasilkan beras sosoh. Beras yang dihasilkan dimasukkan kedalam plastik kemudian dilakukan pengepresan.

3.4.3 Pengeringan Sampel Beras

Sampel beras dihaluskan menggunakan blender kemudian ditimbang sebanyak 5 gram pada cawan porselen. Cawan porselen sebelumnya telah dipanaskan dalam oven selama 15 menit pada suhu 105°C dan didinginkan pada suhu ruang. Sampel beras dan cawan porselen yang telah ditimbang ditetapkan sebagai berat awal. Sampel beras dan cawan porselen kemudian dipanaskan pada oven selama 24 jam pada suhu 105°C. Sampel yang telah dipanaskan kemudian didinginkan selama beberapa saat pada desikator kemudian ditimbang. Sampel dikeringkan dalam oven kembali pada suhu 105°C selama 1 jam kemudian didinginkan dan dilanjutkan dengan penimbangan. Perlakuan yang sama dilakukan berulang hingga diperoleh berat kering konstan. Kadar air sampel dapat diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air \%} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Berat sampel awal}} \times 100\%$$

(AOAC,1995).

3.4.4 Destruksi Basah dengan Menggunakan HNO₃ pada Beras

Sampel beras dihaluskan menggunakan penghalus. Serbuk beras yang telah dihitung kadar airnya lalu ditimbang sebanyak 2 gram. Sampel beras dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 ml dan ditambahkan HNO₃ 65% sebanyak 15 ml. Campuran ditutup kemudian didiamkan semalaman pada lemari asam. Campuran yang telah didiamkan semalaman kemudian dipanaskan menggunakan *hotplate* pada suhu 90°C hingga diperoleh larutan jernih. Hasil destruksi kemudian didinginkan selama beberapa menit kemudian di filtrasi menggunakan kertas saring Whatman No. 42 pada labu ukur 50 ml. Filtrat kemudian diencerkan menggunakan akuademin hingga tanda batas. Larutan yang dihasilkan dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Perlakuan yang sama dilakukan pada semua sampel dengan pengulangan secara triplo (Wahyuningrum, 2016).

3.4.5 Destruksi Basah dengan Menggunakan HNO₃ pada Hidrolisat Ikan

Hidrolisat ikan berupa endapan kering yang telah dihitung kadar air dihaluskan menggunakan mortar lalu ditimbang sebanyak 2 gram. Sampel hidrolisat ikan kemudian dimasukkan ke dalam erlenmeyer 50 ml dan ditambahkan

HNO_3 65% sebanyak 10 ml. Campuran ditutup kemudian didiamkan semalaman pada lemari asam. Campuran yang telah didiamkan semalaman kemudian dipanaskan pada suhu 90°C hingga diperoleh larutan jernih. Hasil destruksi kemudian didinginkan selama beberapa menit kemudian di filtrasi menggunakan kertas saring Whatman No. 42 pada labu ukur 50 ml. Filtrat kemudian diencerkan menggunakan akuademin hingga tanda batas. Filtrat yang dihasilkan dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Perlakuan yang sama dilakukan pada semua sampel dengan pengulangan secara triplo (Wahyuningrum, 2016).

3.4.6 Pembuatan Larutan Baku 1000 ppm

Pembuatan larutan baku Fe dihasilkan oleh pengenceran padatan besi (III) klorida heksahidrat ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). Padatan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebelum diencerkan, terlebih dahulu dilakukan *pretreatment* untuk memastikan kristal air yang terkandung dalam padatan tersebut. Padatan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 2 gram kemudian dioven selama 15 menit, kemudian didinginkan di desikator dan dilanjutkan dengan penimbangan. Perlakuan yang sama dilakukan berulang hingga diperoleh berat kering konstan. Padatan ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 0,482 gram dilarutkan menggunakan akuademin dalam erlenmeyer 100 mL. Larutan kemudian didinginkan dan diencerkan menggunakan HNO_3 0,1 M pada labu ukur 100 mL hingga tanda batas sehingga menghasilkan larutan baku Fe dengan konsentrasi 1000 ppm (Manurung, 2016).

3.4.7 Pembuatan Larutan Deret Standar

Pembuatan larutan deret standar diawali dengan membuat larutan standar dengan konsentrasi 100 ppm. Larutan baku 1000 ppm dipipet sebanyak 10 mL dan diencerkan dengan HNO_3 0,1 M hingga tanda batas pada labu ukur 100 mL lalu dikocok hingga homogen. Larutan standar 100 ppm digunakan untuk membuat larutan standar 10 ppm. Larutan baku 10 ppm dibuat dari larutan baku 100 ppm yang dipipet sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml kemudian dihomogenkan menggunakan HNO_3 0,1 M hingga tanda batas. Larutan deret standar Fe dibuat dengan lima variasi konsentrasi yang berbeda yaitu 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,8 ppm; 1,2 ppm dan 1,6 ppm. Larutan baku 10 ppm dipipet secara berturut-

turut sebanyak 2 mL, 4 mL, 8 mL, 12 mL, dan 16 mL kemudian dimasukkan dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan menggunakan HNO₃ 0,1 M hingga tanda batas. Larutan standar kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA) (Rasydy dkk, 2021).

3.4.8 Pembuatan Kurva Kalibrasi

Kurva kalibrasi dihasilkan oleh adanya pengukuran nilai absorbansi pada deret larutan standar. Larutan standar Fe terdiri dari lima variasi konsentrasi yang berbeda yaitu 0,2 ppm; 0,4 ppm; 0,8 ppm; 1,2 ppm dan 1,6 ppm. Deret larutan standar kemudian diukur secara triplo menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang 248,3 nm. Kurva kalibrasi dibuat berdasarkan hasil serapan pada larutan deret standar. Kemudian ditentukan persamaan garis lurusnya yaitu $y = ax + b$

3.4.9 Penentuan Kadar Logam Besi (Fe) pada Sampel

Sampel yang telah didestruksi kemudian diukur kadarnya menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang 248,3 nm. Pengukuran menghasilkan data absorbansi yang kemudian diplotkan menjadi kurva kalibrasi untuk menghitung kadar logam Fe dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Kadar logam } (\mu\text{g/g}) = \frac{C (\mu\text{g/mL})}{B (\text{g})} \times V (\text{mL})$$

Keterangan :

C = Konsentrasi logam berat dalam sampel yang dihitung dari kurva kalibrasi

V = Volume larutan uji (mL)

B = Berat sampel dari larutan uji (gram)

3.4.10 Uji Recovery

Uji recovery dilakukan dengan cara menambahkan sampel dengan larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya. Larutan standar yang digunakan yaitu larutan standar dengan konsentrasi terkecil, menengah, dan terbesar. Pada penelitian ini larutan standar yang digunakan yaitu sebesar 0,2 ppm; 0,8 ppm; dan 1,6 ppm. Ketiga larutan standar tersebut ditambahkan pada sampel yang belum didestruksi sebanyak 2 gram kedalam erlenmeyer 50 mL. Campuran kemudian

didestruksi menggunakan larutan HNO₃ 65% sebanyak 15 mL dengan cara dipanaskan hingga jernih pada suhu 90°C dan didinginkan. Hasil destruksi yang telah dingin difiltrasi menggunakan kertas saring Whatman No. 42 pada labu ukur 50 mL kemudian diencerkan menggunakan akuademin hingga tanda batas. Larutan yang dihasilkan kemudian dianalisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. Nilai persen recovery dapat diperoleh menggunakan rumus :

$$\text{Recovery (\%)} = \frac{([\text{C}]_{\text{sampel+standar}}) - [\text{C}]_{\text{sampel}}}{[\text{C}]_{\text{standar}}} \times 100\%$$

(Harmita, 2014)



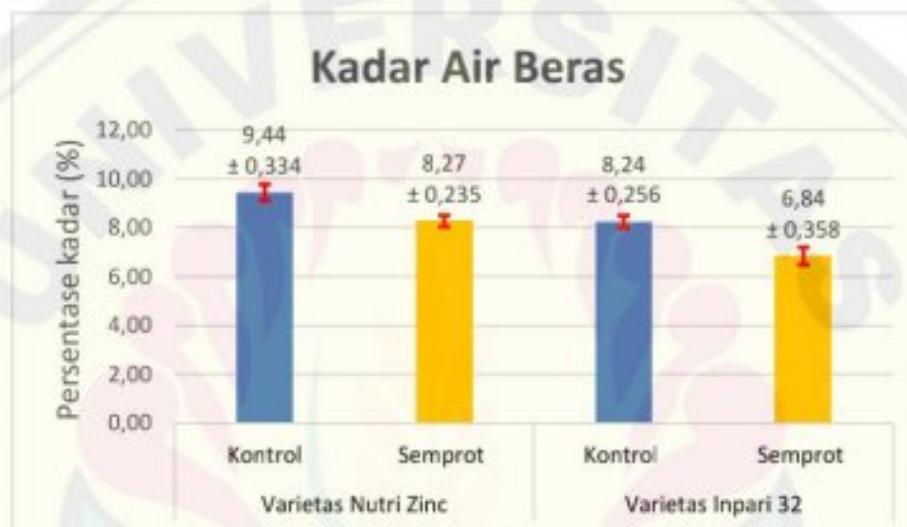
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beras yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari padi yang ditanam pada persawahan di Kelurahan Kranjingan Kabupaten Jember. Padi yang akan dianalisis berasnya merupakan padi varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32. Padi pada masing-masing varietas dipanen pada umur 93 hari setelah tanam (HST) untuk varietas Inpari IR Nutri Zinc dan umur 95 HST varietas Inpari 32. Padi yang digunakan dibedakan menjadi dua petak yang berbeda dengan 2 perlakuan yaitu penambahan pemupukan menggunakan pupuk organik hidrolisat ikan dan tanpa perlakuan. Pada varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32 petak perlakuan pemupukan hidrolisat secara berturut-turut sebesar 2900 m² dan 700 m². Pupuk organik cair yang digunakan sebanyak 150 mL dalam 15 L air mampu disemprotkan pada petak seluas 400 m², sehingga pada tiap meternya dosis hidrolisat yang dibutuhkan yaitu sebanyak 0,375 mL. Pemupukan dilakukan tiap minggu pada saat padi berumur 63 - 81 HST untuk varietas Inpari IR Nutri Zinc dan 75 - 93 HST untuk varietas Inpari 32. Pemupukan dilakukan dengan total pemupukan sebanyak 4 kali hingga padi siap panen. Padi dipanen dengan cara menyabit batang padi, kemudian padi dipisahkan dengan gabahnya menggunakan mesin dores. Gabah kemudian dikeringkan menggunakan sinar matahari langsung selama 3 - 4 hari. Gabah kemudian digiling sebanyak satu kali menghasilkan beras sosoh yang kemudian ditentukan kadar airnya.

4.1 Pengukuran Kadar Air Pada Beras

Beras merupakan hasil yang diperoleh setelah penggilingan gabah. Gabah sebelumnya dikeringkan dibawah sinar matahari langsung selama 3 - 4 hari. Gabah dikeringkan hingga memiliki kadar air sebanyak 14%, sehingga siap untuk dilakukan penggilingan. Nilai kadar air maksimum pada gabah sebesar 14% telah ditetapkan oleh pemerintah melalui standar SNI (Standar Nasional Indonesia) dan yang disyaratkan BULOG (Badan Urusan Logistik) agar dapat disimpan waktu 6 bulan sebagai gabah kering giling (Keputusan Bersama Kepala Badan Bimas Ketahanan Pangan No. 04/SKB/BBKP/II/2002). Kadar air gabah sebesar 13-14%

setelah pemanenan mampu meningkatkan kualitas gabah, dimana kadar air yang tinggi dapat menurunkan kualitas gabah yang akan disimpan dan digiling menjadi beras seperti meningkatnya jumlah butir patah dan butir menir (Karbassi, 2008). Penelitian Sarastuti *et al*, (2018) melaporkan bahwa kadar air 14% pada gabah merupakan kondisi yang paling stabil bagi gabah karena memiliki laju penyerapan kadar air yang sangat lambat. Hal tersebut menyebabkan gabah sukar untuk menyerap air kembali. Penyimpanan gabah pada kondisi kadar air tersebut dinilai aman karena respirasi gabah ataupun mikroorganismenya tidak cukup untuk meningkatkan suhu dan kelembaban butiran.



Gambar 4.1 Kadar Air Beras Sosoh

Kadar air beras merupakan jumlah air yang terkandung didalam butir beras, dimana nilai kadar air disajikan dalam bentuk satuan persen. Penentuan kadar air dalam beras dilakukan dengan menghaluskan beras sosoh menggunakan blender hingga membentuk tepung beras. Proses penghalusan berfungsi agar proses pengeringan berjalan dengan optimal dimana luas permukaan yang semakin luas akan mengoptimalkan proses penguapan air dalam beras. Tepung beras kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air pada sampel beras. Metode pengovenan yang digunakan disebut juga sebagai metode thermogravimetri berdasarkan SNI 01-2354.2-2006, dimana penentuan kadar air bahan pangan dilakukan dengan pengovenan pada suhu

105 - 1100°C selama 5 jam atau hingga diperoleh berat konstan (Daud, 2020). Pengovenan diulangi selama 1 jam hingga mendapatkan berat konstan yang ditetapkan sebagai berat akhir. Kadar air beras diperoleh melalui selisih berat sebelum dan setelah proses pengeringan. Persentase kadar air yang dihasilkan merupakan besarnya kadar air yang telah hilang.

Kadar air beras pada gambar 4.1 yaitu pada variabel kontrol memiliki nilai kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan beras yang dilakukan penyemprotan. Kedua perlakuan tersebut memiliki nilai kadar air dibawah 14%, namun nilai kadar air pada variabel semprot untuk kedua varietas yang diperoleh lebih rendah dibandingkan dengan variabel kontrol. Tinggi rendahnya kadar air beras dipengaruhi oleh kadar air gabah kering giling (GKG), dimana nilai kadar air GKG bersifat stabil apabila bernilai 14%. Menurut Ratnawati *et al.*, (2013) apabila kadar air beras melebihi 14% akan mengakibatkan butir beras menguning, menurunnya penyerapan air, dan meningkatkan jumlah butir patah. Kadar air yang rendah dapat menurunkan aktivitas metabolisme dan menjaga kualitas beras. Aktivitas metabolisme sendiri secara langsung mempengaruhi sifat-sifat beras seperti sifat fisik, mekanik, kimia, fisiologi, dan lain sebagainya (Bintoro, 2022). Pada penelitian Hasnelly, (2020) melaporkan bahwa pada beras satu kali penyosohan diperoleh kadar air paling rendah dibandingkan dengan dua kali dan tiga kali penyosohan yang menunjukkan kandungan mineral tertinggi. Berdasarkan nilai kadar air tersebut, hasil analisis kadar air beras varietas IR Nutri Zinc dan Inpari 32 termasuk dalam kategori beras dengan mutu premium menurut Peraturan Menteri Pertanian Nomor 31/Permentan/PP.130/8/270. Hal ini dikonfirmasi oleh penelitian Setyawati *et al.*, (2020) bahwa analisis kadar air beras yang diperoleh sebesar 7,1% - 10% termasuk kedalam kriteria mutu beras premium. Data perhitungan kadar air beras sosoh disajikan pada lampiran 5.1.

Berdasarkan gambar 4.2, nilai standar deviasi yang diperoleh pada kedua varietas dengan variabel kontrol dan semprot secara berturut-turut 0,000148; 0,000150; 0,000153; 0,000150. Nilai yang diperoleh lebih kecil dari nilai rata-rata kadar air yang diperoleh. Hal tersebut menunjukkan bahwa nilai kadar air yang dihasilkan tidak menyebar jauh dari nilai rata-ratanya. Nilai standar deviasi sendiri

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan pupuk organik hidrolisat ikan pada padi memberikan pengaruh baik terhadap kadar besi (Fe) yang terkandung dalam beras varietas Inpari IR Nutri Zinc dan varietas Inpari 32. Kandungan mineral besi pada pupuk hidrolisat ikan mampu meningkatkan kadar besi (Fe) pada beras dengan penyemprotan sebanyak 4 kali. Kadar besi yang diperoleh pada varietas Inpari IR Nutri Zinc meningkat sebanyak 336% sedangkan pada varietas Inpari 32 meningkat sebesar 215% dibandingkan variabel kontrol.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini yaitu perlunya dilakukan penelitian lanjutan menggunakan variasi pelarut untuk mengetahui perolehan hasil yang maksimal. Penelitian lebih lanjut juga perlu dilakukan mengenai pengaruh penambahan pupuk organik cair hidrolisat ikan dengan konsentrasi yang berbeda tanpa adanya penambahan pupuk kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu, R.L., Basri, A., dan Made, U. 2017. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*) terhadap Kebutuhan Nitrogen Menggunakan Bagan Warna Daun. *Jurnal Agroland*. 24(2): 119-127
- Agustina, C., Rayes, M., Kuntari, M. 2020. Pemetaan Sebaran Status Unsur Hara N, P, dan K Pada Lahan Sawah di Kecamatan Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 7(2):273-282
- Akbar, F. 2017. Aplikasi Hidrolisat Ikan Hasil Fermentasi dengan *Efective Mikroorganisme* EM4 pada Dua Varietas Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*). *Skripsi*. Jember: Fakultas Pertanian Universitas Jember
- Almatsier, S. 2002. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- Anderson, R. 1987. *Sample Pretreatment and Separation*. New York: John Wiley & Sons
- Anjum, F.M., Pasha, I., Bugti, M. 2007. Mineral Composition of Different Rice Varietas and Their Milling Fraction. *Pak J Agric Sci*. 44(2): 51-58
- Annisa, S., Darmanto, Y., S.Amalia, U. 2017. Pengaruh Perbedaan Spesies Ikan Terhadap Hidrolisat Protein Ikan Dengan Penambahan Enzim Papain. *Jurnal Sainstek Perikanan dan Teknologi*. 13(1): 24-31
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis: The Association of Official Analytical Chemist Vol. II A*. Washington: AOAC Inc.
- Apriyanto, A. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan Pusat Antar Universitas*. Bogor: IPB.
- Aras, N.K. 2006. *Trace Element Analysis of Food and Diet*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry
- Asra, R., Harefa, F. K., Zulharmita, Nessa. Penetapan Kadar Logam Kalsium dan Besi Pada Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam) Dengan Spektrofotometer Serapan Atom. *Jurnal Of Pharmaceutical And Science*. 1(1): 32-38
- Astuti, R., Subagyo A. W., Muis S. F. 2013. Kadar Tembaga dan Seng Tikus Sprague Dwaley Anemia Defisiensi Besi yang Mendapat Suplementasi Tempe Terfortifikasi Zati Besi dan Vitamin A. *Prosiding Seminar Nasional Menuju Masyarakat Madani dan Lestari*
- BBPADI. 2022. *Badan Besar Penelitian Tanaman Padi Balitbangtan Kementerian Pertanian*. <http://bbpadi.litbang.pertanian.go.id/index.php/varietas-padi/inbrida-padi>

[sawahinpari#:~:text=INPARI%2069.kemurnian%20atau%20homozigositas%20yang%20tinggi](#). [diakses pada 20 Oktober 2022]

- Beaty, R. D., Kerber J. D. 1993. *Concepts, Instrument and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry Second Edition*. USA: The Perkin-Elmer Corporation
- Bernadeta, P. A., Silalahi H. 2012. Penentuan Kondisi Optimum Hidrolisat Protein Dari Limbah Ikan Ekor Kuning (Caesio Cuning) Berdasarkan Karakteristik Organoleptik. *JKK*. 1(1): 26-30
- Bintoro, N., Zahra, A, I. 2022. Effect of Moisture Content and Grain Type on Mechanical Properties of White Rice. *Indonesian Journal of Science and Technology*. 7(2): 337-362
- BPS. 2022. *Badan Pusat Statistik: Bahan Pangan*. <https://www.bps.go.id/indicator/53/1498/1/luas-panen-produksi-dan-produktivitas-padi-menurut-provinsi.html> [diakses pada 20 Oktober 2022]
- BPTP. 2011. *Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Produksi Padi Sawah Di Kabupaten Seluma*. Bengkulu: Badan Pengkajian Teknologi Pertanian
- Blakeney, 1984. *Rice Grain. In: Rice Growing In New South Wales*. Australia: Departement of Agriculture New South Wales and The Rice Research Commitee
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: LPTIK Universitas Andalas
- Daud, A., Suriati, S., & Nuzulyanti, N. (2020). Kajian Penerapan Faktor yang Mempengaruhi Akurasi Penentuan Kadar Air Metode Thermogravimetri. *Lutjanus*, 24(2), 11-16
- Dewi, T. K. 2016. Pengaruh Berbagai Konsentrasi Pupuk Daun Terhadap Pertumbuhan Hasil Tanaman Padi Sawah (*Oryza sativa* L.) Kultivar Ciherang. *Jurnal Agroteknan*. 3(1): 15-21
- Dianawati, N., Sugiarto, R. D. 2015. Penentuan Kadar Besi selama Fase Pematangan Padi Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Sains dan Seni*. 4(2): 35-38
- Dwicaksono, M. R. B., Suharto, B., Susanawati, L. D. 2013. Pengaruh penambahan Effective Microorganisms Pada Limbah Cair Industri Perikanan Terhadap Kualitas Pupuk Cair Organik. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 1(1) 7-11
- Elfadilah, R. 2021. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hidrolisat Ikan dan Lama Pemberian Pakan terhadap Kadar Protein Daging Sayap Ayam Broiler.

Skripsi. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

- Emawati, E., Andriatna, W., Syarofah, S. 2017. Analisis Kadar Besi (Fe) dan Timbal (Pb) Dalam Pangan Organik Dari Kabupaten Bandung. *Jurnal Farmagazine*. 4(2): 14-20
- Gandjar, Gholib, I. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta : Pustaka Pelajar
- Ghozali, I. 2016. *Aplikasi Analisis Multivariete Dengan Program IBM SPSS 23 Edisi 8*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Giulia, S., *et al*. 2020. The Effect of Climatic Factors On Nutrients in Foods: Evidence From a Systematic Map. *Environ. Res. Letter*. 15(113002)
- Guo, N., *et al*. 2021. Function, Trnasport, and Regulation Amino Acids: What In Missing in Rice. *The Crop Journal*. 202(1): 530-542
- Grillet, L., Mari, S., Schmidt, W. 2014. Iron in Seeds-Loding Pathway and Subcellular Localization. *Plant Science*. 4, 535
- Gruissem, W., Vasconcelos, M. W., Bhullar N. K. 2016. Iron Biofortification in the 21 Century: Setting Realistic Targets, Overcoming obstacles, and New Strategies For Healthy Nutrition. *Cur Opin Biotechnol*. 44: 8-15
- Habibi, Y. 2020. Validasi Metoda Destruksi Basah dan Destruksi Kering pada Penentuan Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Tanaman Rumput. *Integrated Lab Journal*. 1(1): 25-31
- Handoyo, S.2013. Hambatan dan Tantangan Penerapan Padi Metode SRI. *Jurnal Habitat*. 4(11): 10-19
- Harmita. 2014. *Analisis Fisikokimia: Kromatografi*. Jakarta: EGC
- Harmita. 2004. Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. 117-35
- Hartati, dan Suwanto. 2010. Kandungan Nutrizi Fe dan Kualitas Beras Empat Kutar Padi yang Ditanam Pada Dua Lokasi. *Agrin*. 14(1): 10-16
- Hasibuan, B. E. 2012. *Pupuk dan Pemupukan*. Medan: Fakultas Pertanian Sumbetera Utara
- Hasnelly, H., *et al*. 2020. Pengaruh Derajat Sosoh Terhadap Mutu Fisik dan Nilai Gizi Beberapa Jenis Beras. *agriTech*. 40(3): 182-189
- Hartoyo, B. 2022. Perbaikan Mutu Gizi Bahan Pangan Melalui Biofortifikasi Kandungan Mineral. *Jurnal Agrifoodtech*. 1(1): 12-20

- Hartatik, W., Husain, Widowati, L. R. 2015. Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 9(7): 107-120
- Hendayana, S. 1994. *Kimia Analitik Instrumen Edisi Kesatu*. Semarang: IKIP Semarang Press
- Hermawan, E., Meylani, V. 2016. Analisis Karakteristik Fisikokimia Beras Putih, Beras Merah, Dan Beras Hitam (*Oryza Sativa L.*, *Oryza Nivara* Dan *Oryza Sativa L. Indica*). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*. 15(1): 79-92
- Ide, P. 2010. *Agar Jantung Sehat: Tip dan Trik Memilih Makanan agar Jantung Sehat*. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo
- Indrasari, S. D., Kristamtini. 2018. Biofortifikasi Mineral Fe dan Zn Pada Beras: Perbaikan Mutu Gizi Bahan Pangan Melalui Pemulihan Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*. 37(1): 9-16
- Indrasari S. D., Hanarida I., Darajat A. 2002. Breeding for Iron Dense Rice: A Low Cost, Sustainable Approach To Reducing Anemia In Asia. *Indonesia Final Report Year I*. Internasional Food Policy Research Institute (IFPRI) and Indonesia Center Food Crops Research and Development (ICFORD) (nutrition aspect)
- Iskandar, R., Chusnah, M. 2021. *Pengaruh Pemupukan Terhadap Pertumbuhan Padi: Aplikasi Pupuk Bayfolan dan Pupuk Dinosaurus*. Jombang: LP2M Universitas KH. Wahab Hasbullah
- Jamaludin, A. A. 2005. *Spektrometri Serapan Atom*. Bandung: Universitas Padjadjaran
- Johson, A. H., Peterson, M. S. 1974. *The Encyclopedia of Food Technology III*. Westport: The AVI Publishing Company
- Karbassi, A., dan Mehdizadeh, Z. J. 2008. Drying Rough Rice in A Fluidized Bed Dryer. *Jurnal Agric. Sci. Technol.* 10: 233-241 dalam Oktaviany, N. U., Wildian. 2016. Rancang Bangun Alat Ukur dan Indikator Kadar Air Gabah Siap Giling Berbasis Mikrokontroler dengan Sensor Fotodiode. *Jurnal Fisika Unand*. 5(1): 94-106
- Kumar, V., et al. 2019. Amino Acids Distribution In Economical Important Plant: a Review. *Biotechnology Research and Innovation*. 3: 197-207
- Kementan. 2015. *Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia: Rencana Strategis Kementerian Pertanian*. Edisi Revisi
- Krisnawati, Dyah. 2011. Efek Cairan Rehiderasi Terhadap Denyut Nadi Tekanan Darah dan Lama. *Jurnal Media Ilmu Keolahragaan Indonesia*. 1(2): 133-138
- Kristinsson, H. G. 2007. *Aquatic Food Protein Hydrolysate*. Boca Raton: CRC Pr

- Kurniawan, J. D., Chusnah, M. 2021. *Penerapan Kombinasi Pupuk Organik Dinosaurius dan Pupuk Kimia Terhadap Pertumbuhan Padi Varietas IN PARI 32*. Jombang: LP2M Universitas KH. Wahab Hasbullah
- Latief, D. 2004. *Kualitas Sumberdaya Hara dan Tingkat Kesehatan Masyarakat. Prosiding Semiloka Hasil Penelitian dan Pengkajian Teknologi Spesifik Lokasi*. Palembang
- Louhenapessy, J.E., dkk. 2010. *Sagu Harapan dan Tantangan*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Minarsih, A., Prayudi, B., Warsito. 2013. Keragaman Beberapa Varietas Unggul Baru Padi Sawah Irigasi Dengan Menerapkan Pengelolaan Tanaman Terpadu (PTT) di Kabupaten Klaten. *Seminar Nasional: Menggagas Kebangkitan Komoditas Unggulan Lokal Pertanian dan Kelautan Fakultas Pertanian dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura*
- Misran. 2014. Efisiensi Penggunaan Jumlah Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Padi Sawah. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 14(1): 39-43
- Mohapatra, D. and S. Bal. 2007. Effect of degree of milling on specific energy consumption, optical measurements and cooking quality. *Journal of Food Engineering*. 80(1): 119-125
- Mowidu, I. dan Jayanti, K. D. 2017. Pengelolaan Keracunan Besi Pada Padi Sawah Melalui Penambahan Kompos. *Prosiding Semnas Biodiversity Conservation* 14(02): 70-77
- Muchtadi, T. R., Sugiyono. 1992. *Ilmu Pengetahuan Bahan Alam*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Mulyati, A. H., Sutanto, dan Dewi, A. 2011. Validasi Metode Analisis Kadar Ambroksol Hidroklorida Dalam Sediaan Tablet Cystelis Secara Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Jurnal Ekologia*. 11(2): 36-45
- Munawar, A. 2011. *Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman*. IPB Press
- Murwatiningsih, E., Sunarto, W., & Susatyo, E. B. 2015. Perbandingan Destruksi Kering Dan Basah Untuk Analisis Pb Pada Sedimen Sungai Kaligelis. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 4(1): 21-26
- Mpapa, L., Bahidin. 2016. Analisis kesuburan tanah pada pada tempat tumbuh pohon jati (*tectona grandis*. L) pada ketinggian yang berbeda. *Jurnal Agrista*. 20(3): 135-138
- Nuraida dan Yulia, A., 2022. Pengaruh Pemberian Kompos Ampas Tahu dan Pupuk NPK Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Terung Ungu. *Jurnal Dinamika Pertanian*. 38(1): 25-34

- Nuryani. 2013. [Potensi Substitusi Beras Putih Dengan Beras Merah Sebagai Makanan Pokok Untuk Perlindungan Diabetes Melitus. *mediaGizi Masyarakat Indonesia*. 3(3): 157-168
- Peng, S. 2008. The importance of improved crop management to world rice production. *Crop Research*. 22. 207-208
- Purba, T., dkk. 2021. *Pupuk dan Teknologi Pemupukan*. Medan: Yayasan Kita Menulis
- Purbayanti, D. P., Lukiwati, D. R., Trimutlatsih, R. *Dasar-dasar Ilmu Tanah*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press
- Purnamaningsih, R. 2006. Induksi Kalus dan Optimasi Regenerasi Empat Varietas Padi Melalui Kultur In Vitro. *Jurnal Agrobiogen*. 2(2):74-80
- Rashid, H., Fardous, Z., dan Chowdury, Z. 2016. Determination of Heavy Metals in the Soils of Tea Plantation, in Fresh, and Processed Tea Leaves: An Evaluation of Six Digestion Methods. *Chemist Central Journal*. 10(7): 1-13
- Rasydy, L. O. A., Sylvia D., Zein Z. A. 2021. Analisis Logam Berat Pada Beras (*Oryza sativa L.*) Yang Ditanam Di Daerah Industri Karet Mekar Jaya. *Jurnal Farmazine*. 8(1): 66-74
- Ratnawati, Djaeni, M., Hartono, D. 2013. Perubahan Kualitas Beras Selama Penyimpanan. *Jurnal Pangan*. 22(3): 199-208
- Raimon. 1993. *Perbandingan Metoda Destruksi Basah dan Kering Secara Spektrofotometri Serapan Atom Lokakarya Nasional*. Yogyakarta: Jaringan Kerjasama Kimia Analitik Indonesia
- Rehm, H.J and G. Reed. 1995. *Biotechnology Volume 9 Enzymes, biomass, food and feed*. New York: VCH
- Rohaeni, W. R., Supriadi, E., et al. 2016. Kandungan Fe dan Zn pada Beras Pecah Kulit dan Beras Sosoh dari Galu-Galur Padi Toleran Wereng Batang Cokelat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 21(3): 172-176
- Romheld, V., dan Nicholic, M. 2007. *Handbook of Plant Nutrition*. Boca Raton: CRC Press
- Rusnawati, Y.B., & Alimuddin. 2018. Perbandingan Metode Destruksi Basah dan Destruksi Kering terhadap Analisis Logam Berat Timbal (Pb) pada Tanaman Rumput Bebek (*Lemna minor*). *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Kimia FMIPA Universitas Mulawarman. 73-76
- Saidi, B., Hendri, J., dan Suratman. 2021. Assesment of Water Managemen Technology on Rice Productivity on Iron Poisoning Rice Field in Jambi. *E3S Web Conf*. 306(04018): 1-8

- Sarastuti, S., Ahmad, U., Sutrisno, S. 2018. Analisis Mutu Beras dan Penyerapan Sistem Jaminan Mutu Dalam Kegiatan Pengembangan Usaha Pangan Masyarakat. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*. 15(2): 63-72
- Setyawati, E., et al. 2020. Evaluasi Mutu Beras dan Penerapan *Good Handling Practice (GHP)* dan *Good Manufacturing Practice (GNP)*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*. 30(1): 100-109
- Setyorini, D., Hartatik, W., Suriadikata, D.A. 2004. *Petunjuk Teknis Uji Mutu dan Efektivitas Pupuk Alternatif Anorganik*. Bogor: Balai Penelitian Tanah
- Sjaifullah, A. Fadhillah, Z., Santoso, A. B. 2016. Solusi Meningkatkan Kadar Besi (Fe) Pada Padi (*Oryza sativa L.*) Menggunakan Pupuk Cair Hidrolisat Ikan. *Prosiding Seminar Nasional*. ISBN-978-602-60569-4-8
- Suhartatik, E., Makarim, A. 2009. Morfologi dan Fisiologi Tanaman Padi. *Jurnal Balai Besar Penelitian Tanaman Padi*
- Sugiyanta, Siwanto, T., Melati, M. 2015. Peran Pupuk Organik dalam Peningkatan Efisiensi Pupuk Anorganik pada Padi Sawah (*Oryza sativa L.*). *Jurnal Agron*. 43(1): 8-14
- Sunar, Gustina, T. R., Nikmah. 2021. Respon Pertumbuhan, Produksi dan Kandungan Seng (Zn) Tanaman Padi (*Oryza sativa L.*) Terhadap Teknik Pemberian dan Dosis Pupuk Zink Sulfat. *Jurnal Agrisia*. 14(1): 1-13
- Sumekto, R. 2006. *Pupuk-pupuk Organik*. Klaten: PT Intan Sejati
- Tarek, A., dan Hasan, E. 2017. Foliar application: from plant nutrition to biofortification. *Journal env Biodiv Soil Security*. 1; 71-83
- Tarigan, E., Kusbiantoro, B. 2011. Pengaruh Derajat Sosoh dan Pengeemasan Terhadap Mutu Beras Aromatik Selama Penyimpanan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 30(1): 30-37
- TKPI. 2009. *Tabel Komposisi Pangan Indonesia*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI
- Utami, R., Widowati, E. & Dewati, A.D.A.R. 2013. Kajian penggunaan tepung gembili (*Dioscorea esculenta*) dalam pembuatan minuman sinbiotik terhadap total bakteri probiotik, karakter mutu, dan karakter sensoris. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3):3-8
- Wahyuningrum, R. 2016. Analisis Kadar Zn Pada Beras Dari Padi (*Oryza sativa L.*) yang Diberi Pupuk Cair Hidrolisat Ikan Menggunakan Spektrometri Serapan Atom. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember

- Wang, Q., Chen, M., Hao, Q., dan He, Y. 2021. Research and Progress on The Mechanism of Iron Transfer and Accumulation in Rice Grain. *Plants*. 10, 2610
- Warganegara, G. R., Ginting Y., Kushendarto. 2015. Pengaruh Konsentrasi Nitrogen dan Plant Catalyst Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.) Secara Hidroponik. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 15(2): 100-106
- Whitney E, Roffles SR. 2008. *Understanding Nutrition 11th ed*. United States: Thomson Wadsworth
- Winarso, S. 2005. *Kesuburan Tanah: Dasar Kesehatan dan Kualitas Tanah*. Yogyakarta: Gaya Media
- Wijaya, L. 2015. *Kimia Analitik Dasar*. Jakarta: Gama Utama
- Wongpornchai, S., Dumri, K., Jongkaewwattana, S., Siri, B. 2004. *Effects of drying methods and storage time on the aroma and milling quality of rice (Oryza sativa L.) cv. Khao Dawk Mali 105*. *Journal of Food Chemistry*. 87(3): 407-414
- Wulandari, S. A. 2021. Pengaruh Variasi Konsentrasi Hidrolisat Ikan dalam Pakan dan Lama Pemberian Terhadap Kadar Lipid dalam Daging Paha Ayam Broiler. *Skripsi*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember
- Zou, Y. 2011. Development of Cultivation Technology For Double Cropping Rice Along The Changjiang River Valley. *Scientia Agricultural Sinica*. 44