

**PENGARUH PENYEMPROTAN ZINC (Zn) MELALUI DAUN TERHADAP
KOMPONEN HASIL DAN MUTU BENIH PADI VARIETAS CIHERANG,
INPARI 32, DAN INPARI NUTRIZINC**

(Skripsi)

Oleh

**Rahma Juliana
2114161076**



**UNIVERSITAS LAMPUNG
2025**

ABSTRAK

PENGARUH PENYEMPROTAN ZINC (Zn) MELALUI DAUN TERHADAP KOMPONEN HASIL DAN MUTU BENIH PADI VARIETAS CIHERANG, INPARI 32, DAN INPARI NUTRIZINC

Oleh

RAHMA JULIANA

Produksi padi di Indonesia perlu terus ditingkatkan tidak hanya dari segi kuantitas, tetapi juga kualitas gizi hasil panen. Salah satu upaya peningkatan kualitas adalah melalui biofortifikasi agronomis dengan penyemprotan Zinc (Zn) secara foliar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyemprotan Zn melalui daun terhadap pertumbuhan, hasil, dan mutu benih padi pada varietas Ciherang, Inpari 32, dan Inpari Nutrizinc. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu dan Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada Februari–Juli 2025. Penelitian menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu varietas (Ciherang, Inpari 32, dan Inpari Nutrizinc) dan periode penyemprotan Zn (dua kali pada fase 1–2 minggu setelah berbunga, serta empat kali pada fase primordia malai, bunting, dan 1–2 minggu setelah berbunga), dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas dan periode penyemprotan Zn berpengaruh nyata terhadap beberapa variabel hasil dan mutu benih. Varietas Inpari Nutrizinc menunjukkan respons terbaik terhadap hasil, sedangkan Ciherang menunjukkan mutu benih tertinggi. Penyemprotan Zn empat kali pada fase generatif memberikan hasil terbaik pada jumlah gabah isi, daya kecambah, kecepatan tumbuh, serta kandungan Zn dalam beras dibandingkan penyemprotan dua kali. Interaksi antara varietas dan waktu penyemprotan juga berpengaruh nyata terhadap jumlah gabah isi, gabah hampa, serta bobot basah kecambah normal. Kombinasi Varietas Inpari Nutrizinc dengan empat kali penyemprotan Zn memberikan hasil paling optimal pada pertumbuhan, hasil, dan mutu benih padi.

Kata kunci: Mutu benih, varietas padi, penyemprotan voliar, zinc.

ABSTRACT

EFFECT OF FOLIAR ZINC (ZN) APPLICATION ON YIELD COMPONENTS AND SEED QUALITY OF RICE VARIETIES CIHERANG, INPARI 32, AND INPARI NUTRIZINC

By

RAHMA JULIANA

Rice production in Indonesia needs to be continuously improved, not only in terms of quantity but also in the nutritional quality of the harvest. One strategy to enhance quality is through agronomic biofortification by foliar spraying of Zinc (Zn). This study aimed to investigate the effect of foliar Zn application on the growth, yield, and seed quality of rice varieties Ciherang, Inpari 32, and Inpari Nutrizinc. The study was conducted at the Integrated Field Laboratory and the Seed and Plant Breeding Laboratory, Faculty of Agriculture, University of Lampung, from February to July 2025. The research used a factorial randomized block design (RBD) with two factors: rice variety (Ciherang, Inpari 32, and Inpari Nutrizinc) and Zn spraying frequency (twice at 1–2 weeks after flowering, and four times at panicle primordia, booting, and 1–2 weeks after flowering), with four replications. The results showed that both the variety and Zn spraying frequency significantly affected several growth, yield, and seed quality variables. The Inpari Nutrizinc variety exhibited the best response in terms of growth and yield, while Ciherang showed the highest seed quality. Four times foliar Zn application during the generative phase produced the best results for the number of filled grains, germination rate, growth rate, and Zn content in the rice, compared to spraying twice. The interaction between variety and spraying time also significantly affected the number of filled grains, unfilled grains, and fresh weight of normal seedlings. The combination of Inpari Nutrizinc variety with four Zn sprays provided the most optimal outcomes for rice growth, yield, and seed quality.

Keyword: Foliar spray, rice varieties, seed quality, zinc.

**PENGARUH PENYEMPROTAN ZINC (Zn) MELALUI DAUN TERHADAP
KOMPONEN HASIL DAN MUTU BENIH PADI VARIETAS
CIHERANG, INPARI 32, DAN INPARI NUTRIZINC**

Oleh

RAHMA JULIANA

Skripsi

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

Pada

**Jurusan Agronomi dan Hortikultura
Fakultas Pertanian, Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

Judul Skripsi : PENGARUH PENYEMPROTAN ZINC
(Zn) MELALUI DAUN TERHADAP
KOMPONEN HASIL DAN MUTU BENIH
PADI VARIETAS CIHERANG, INPARI
32, DAN INPARI NUTRIZINC

Nama Mahasiswa : Rahma Juliana

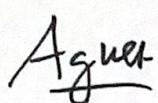
Nomor Pokok Mahasiswa : 2114161076

Jurusan : Agronomi dan Hortikultura

Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

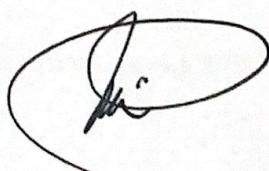


Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.
NIP 197208042005011002



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

2. Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikulturan



Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D.
NIP 196603041990122001

MENGESAHKAN

1.Tim Penguji

Ketua : Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si.

Agus
Dz.

Sekretaris : Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc.

Mamoe

2.Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 19 November 2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “ PENGARUH PENYEMPROTAN ZINC (Zn) MELALUI DAUN TERHADAP KOMPONEN HASIL DAN MUTU BENIH PADI VARIETAS CIHERANG, INPARI 32, DAN INPARI NUTRIZINC” merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan hasil karya orang lain. Semua hasil yang tertuang dalam skripsi ini telah mengikuti kaidah penulisan karya ilmiah Universitas Lampung. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa skripsi ini merupakan hasil Salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 15 Desember 2025

Penulis,



Rahma Juliana
2114161076

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Rahma Juliana lahir di Bandar Lampung pada tanggal 6 Juli 2003. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Helmi dan Ibu Puji Handayani sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Abadi Perkasa Tulang Bawang (2015), sekolah menengah pertama di SMP Abadi Perkasa Tulang Bawang (2018), dan sekolah menengah atas di SMA Sugar Group Companies (2021).

Pada tahun 2021 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif dalam kegiatan organisasi. Kegiatan organisasi yang penulis jalani yaitu ikut dalam organisasi HIMAGRHO sebagai anggota bidang Medkomifo periode kepengurusan 2023 dan sebagai mentor bidang Medkominfo periode kepengurusan 2024.

Penulis memiliki kegiatan di luar kampus seperti melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Cempaka Jaya, Kecamatan Menggala Timur, Kabupaten Tulang Bawang. Selain itu, penulis juga mengikuti kegiatan Praktik Umum (PU) pada bulan Juli-Agustus 2024 di Balai Pengawasan dan Sertifikasi Benih, Bandar lampung, Provinsi Lampung.

MOTTO

“Dan bersabarlah kamu, Sesungguhnya janji Allah adalah benar”
(QS. Ar-Ruum : 60)

“Cobaan hidupmu bukanlah untuk menguji kekuatan dirimu. Tapi menakar seberapa besar kesungguhan dalam memohon pertolongan kepada Allah”
(Ibnu Qoyyim)

“Semua jatuh bangunmu hal yang biasa, angan dan pertayaan waktu yang menjawabnya, biarkan tenggat waktu bersedihlah secukupnya, rayakan perasaanmu sebagai manusia”
(Baskara Putra-Hindia)

PERSEMBAHAN

Bismillahirahmanirrahim

Tiada kata yang lebih indah selain mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat-Nya selama ini.

Dengan penuh rasa syukur, Penulis mempersembahkan skripsi ini untuk:

Kedua Orangtua Penulis

Bapak Helmi dan Ibu Puji handayani yang selalu melangitkan doa-doa baik dan menjadikan motivasi untuk penulis menyelesaikan skripsi ini.

Adik Penulis

Rahmi Juliani, dan Jimi adib Israqi

Ibu dan Bapak Dosen Jurusan Agronomi yang telah memberikan ilmu dan mengarahkan penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.

sahabat seperjuangan penulis yang memberikan semangat kepada penulis yang selalu menemani dalam suka maupun duka.

Almamater yang penulis banggakan

Jurusen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang selalu memberikan kelimpahan rahmat, nikmat, dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan masa studi dan penulisan skripsi ini yang berjudul ” Pengaruh Penyemprotan Zinc (Zn) Melalui Daun terhadap Komponen Hasil dan Mutu Benih Padi Varietas Ciherang, Inpari 32, dan Inpari Nutrizinc” dengan lancar. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pertanian di Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan sebagai pembuktian kepada diri penulis bahwa penulis dapat menyelesaikannya dengan baik. Selama proses penulisan skripsi ini penulis banyak menerima bantuan, saran, dan arahan dari banyak pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian sekaligus Dosen Pembimbing Kedua yang telah banyak memberikan arahan, kritik, dan saran yang membangun penulis agar dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
2. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P., M.Si., selaku Pembimbing Pertama dan pembimbing akademik yang telah banyak membantu, mengarahkan, meluangkan waktu, memberikan ide, ilmu, saran, motivasi, nasihat serta masukan-masukan dengan penuh kesabaran kepada Penulis dalam penyusunan skripsi.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Muhammad Kamal, M.Sc., selaku Dosen Penguji yang telah banyak memberikan arahan, kritik, dan saran yang membangun penulis agar dapat menyelesaikan skripsi dengan baik .
4. Ibu Prof. Ir. Maria Viva Rini, M.Agr.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

5. Cinta pertama penulis, Bapak Helmi terimakasih atas segala pengorbanan, kasih sayang, dan segala bentuk tanggung jawab yang telah diberikan kepada penulis. Beliau memang tidak merasakan pendidikan di bangku perkuliahan, namun berhasil mengantarkan penulis untuk mendapatkan gelar sarjana ini.
6. Pintu surga, Ibu Puji Handayani terimakasih atas segala doa dan dukungan yang tidak pernah putus. Memberikan kasih sayang dan pengorbanan yang mengiringi setiap langkah untuk menyelesaikan pendidikan ini. Terimakasih sudah banyak berjuang, dan mendidik sampai mendapat gelar sarjana. Doa ibu adalah nafas perjuangan penulis. Sehat selalu dan panjang umur karena kalian harus selalu ada disetiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.
7. Adik adik penulis Rahmi Juliani, Jimi Adib dan juga keluarga besar yang membersamai penulis, memberikan doa, dukungan dan kepada penulis.
8. Sahabat penulis, Dinda, Adel, Agnes, Jepa, Yayuk, Ami yang telah membersamai dan berjuang bersama penulis sedari masa SD, SMP, SMA, dan sampai saat ini. Terimakasih atas segala bantuan, menemani penulis dalam keadaan sulit dan senang.
9. Teman penelitian Dea, Aufa, Fahrul yang telah membersamai penulis. Terima kasih atas bantuan, kebersamaan serta kerjasamanya dalam penelitian ini.
10. Dwi Kurniawan, terimakasih telah menjadi bagian dari perjalanan hidup penulis. Terimakasih atas segala waktu, tenaga, materi, selalu mendukung, menghibur, mendengarkan keluh kesah, menyaksikan setiap tangisan sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini

Semoga Allah SWT yang membala kebaikannya dan selalu diberikan kelimpahan rahmat, nikmat dan lindungan-Nya atas seluruh bantuan dan dukungan kepada penulis. *Aamiin Ya Robbal Alamin.*

Bandar Lampung, 15 Desember 2025

Rahma Juliania

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.3 Kerangka Pemikiran	5
1.4 Hipotesis	10
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	11
2.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Padi	11
2.2 Varietas Padi.....	12
2.2.1 Varietas Ciherang.....	12
2.2.2 Varietas Inpari 32.....	13
2.2.2 Varietas Inpari Nutrizinc.....	13
2.3 Fase Pertumbuhan Tanaman Padi	15
2.4 Peran Zinc pada Tanaman Padi	16
III. METODELOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Rancangan Penelitian	18
3.4 Pelaksanaan Penelitian	19
3.4.1 Pembuatan Larutan	19
3.4.2 Persiapan Lahan	20
3.4.3 Penanaman Benih Padi	20

3.4.4 Aplikasi Larutan Zinc dengan Penyemprotan	20
3.5 Variabel yang diamati	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
4.1 Hasil Penelitian.....	26
4.1.1 Jumlah Gabah Isi per Malai	28
4.1.2 Jumlah Gabah Hampa per Malai.....	28
4.1.2 Jumlah Gabah Total per Malai	28
4.1.4 Presentase Gabah Isi	30
4.1.5 Presentase Gabah Hampa.....	30
4.1.6 Bobot 1.000 Butir	31
4.1.7 Daya Berkecambah	32
4.1.8 Kecepatan Perkecambahan.....	32
4.1.9 Indeks Vigor	33
4.1.10 Waktu Muncul Radikula	34
4.1.11 Waktu Muncul Plumula	34
4.1.12 Panjang Koleoptil	35
4.1.13 Panjang Kecambah	36
4.1.14 Bobot Basah Kecambah Normal	36
4.1.15 Bobot Kering Kecambah Normal.....	37
4.1.16 Kandungan Zinc	38
4.2 Pembahasan	38
V. KESIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Kesimpulan.....	43
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rekapitulasi hasil analisis ragam terhadap pengaruh perbedaan varietas padi serta perbedaan frekuensi penyemprotan pada fase pertumbuhan, dan interaksinya pada variabel pengamatan	27
2. Pengaruh interaksi antara varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel gabah isi	28
3. Pengaruh Interaksi antara varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel jumlah gabah hampa (butir)	29
4. Pengaruh perbedaan varietas padi serta periode penyemprotan terhadap variabel jumlah gabah total	29
5. Pengaruh Interaksi antara varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel persentase gabah isi (%)	30
6. Pengaruh interaksi antara varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel persentase gabah hampa (%)	31
7. Pengaruh penyemprotan Zinc terhadap variabel bobot 1.000 butir 3 varietas padi.....	31
8. Pengaruh interaksi antara varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel daya berkecambah (%)	32
9. Pengaruh perbedaan varietas padi dan periode penyemprotan Zn padi terhadap variabel kecepatan perkecambahan (% per hari)	33
10. Pengaruh periode penyemprotan Zn terhadap variabel indeks vigor (%).....	33
11. Pengaruh perbedaan varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel waktu muncul radikula (hari)	34
12. Pengaruh perbedaan varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel waktu muncul plumula (hari)	35
13. Pengaruh perbedaan varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel waktu muncul plumula	35

14. Pengaruh perbedaan varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel panjang kecambah	36
15. Pengaruh interaksi antara varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel bobot basah kecambah normal (gr)	37
16. Pengaruh jumlah periode penyemprotan Zn pada terhadap variabel bobot kering kecambah normal.....	37
17. Pengaruh perbedaan varietas padi dan periode penyemprotan Zn terhadap variabel variabel kandungan Zinc dalam beras	38
18. Hasil uji barlet data jumlah gabah isi	51
19. Hasil uji aditifitas data jumlah gabah isi per malai	51
20. Hasil analisis ragam data jumlah gabah isi per malai	51
21. Hasil uji barlet data jumlah gabah hampa per malai	52
22. Hasil uji aditifitas data jumlah gabah hampa per malai	52
23. Hasil analisis ragam data jumlah gabah hampa per malai	52
24. Hasil uji barlet data jumlah gabah total	53
25. Hasil uji aditifitas data jumlah gabah total.....	53
26. Hasil analisis ragam data jumlah gabah total	53
27. Hasil uji barlet data presentase gabah hampa	54
28. Hasil uji aditifitas data presentase gabah hampa.....	54
29. Hasil analisis ragam data presentase gabah hampa.....	54
30. Hasil uji barlet data presentase gabah isi	55
31. Hasil uji aditifitas data presentase gabah isi	55
32. Hasil analisis ragam data presentase gabah isi.....	55
33. Hasil uji barlet data bobot 1.000 butir.....	56
34. Hasil uji aditifitas data bobot 1.000 butir.....	56
35. Hasil analisis ragam data bobot 1.000 butir	56
36. Hasil uji barlet data daya berkecambah	57

37. Hasil uji aditifitas data daya berkecambah.....	57
38. Hasil analisis ragam data daya berkecambah.....	57
39. Hasil uji barlet data kecepatan pertumbuhan	59
40. Hasil uji aditifitas data kecepatan pertumbuhan.	59
41. Hasil analisis ragam data kecepatan pertumbuhan.....	59
42. Hasil uji barlet data indeks vigor.	59
43. Hasil uji aditifitas data indeks vigor.	59
44. Hasil analisis ragam data indeks vigor.....	59
45. Hasil uji barlet data waktu muncul plumula.	61
46. Hasil uji aditifitas data waktu muncul plumula.	61
47. Hasil analisis ragam data waktu muncul plumula.....	60
48. Hasil uji barlet data waktu muncul radikula.	61
49. Hasil uji aditifitas data waktu muncul radikula.....	61
50. Hasil analisis ragam data waktu muncul radikula.....	61
51. Hasil uji barlet data panjang kecambah.	62
52. Hasil uji aditifitas data panjang kecambah.....	62
53. Hasil analisis ragam data panjang kecambah.....	62
54. Hasil uji barlet data panjang koleoptil.	63
55. Hasil uji aditifitas data panjang koleoptil.	63
56. Hasil analisis ragam data panjang koleoptil.....	63
57. Hasil uji barlet data bobot basah kecambah normal.....	64
58. Hasil uji aditifitas data bobot basah kecambah normal.....	64
59. Hasil analisis ragam data bobot basah kecambah normal.....	64
60. Hasil uji barlet data bobot kering kecambah normal.	65
61. Hasil uji aditifitas data bobot kering kecambah normal.....	65

62. Hasil analisis ragam data bobot kering kecambah normal.....	65
63. Hasil uji barlet data kandungan Zinc dalam beras.	66
64. Hasil uji aditifitas data kandungan Zinc dalam beras.	66
65. Hasil analisis ragam data kandungan Zinc dalam beras.....	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Diagram alir kerangka berpikir	9
2. Fase pertumbuhan tanaman padi.....	21
3. Hasil analisis tanah.....	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil analisis tanah.....	50
2. Hasil olah data gabah isi per malai	51
3. Hasil olah data gabah hampa per malai.....	52
4. Hasil olah data gabah total per malai	53
5. Hasil olah data presentase gabah hampa	54
6. Hasil olah data presentase gabah isi	55
7. Hasil olah data bobot 1000 butir	56
8. Hasil olah data daya berkecambah.....	57
9. Hasil olah data kecepatan pertumbuhan.....	58
10. Hasil olah data indeks vigor.....	59
11. Hasil olah data waktu muncul plumula	60
12. Hasil olah data waktu muncul radikula.....	61
13. Hasil olah data panjang kecambah	62
14. Hasil olah data panjang koleoptil.....	63
15. Hasil olah data bobot basah kecambah normal	64
16. Hasil olah data bobot kering kecambah normal	65
17. Hasil olah data kandungan Zinc dalam beras.....	66

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) merupakan komoditas pangan utama yang memiliki peran sangat penting dalam memenuhi kebutuhan karbohidrat masyarakat Indonesia. Sebagai sumber pangan pokok, padi menjadi salah satu tanaman yang paling luas dibudidayakan di berbagai daerah. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), luas panen padi di Indonesia mencapai sekitar 10,05 juta hektare dengan total produksi sebesar 53,14 juta ton gabah kering giling (GKG) atau setara dengan 30,62 juta ton beras untuk konsumsi pangan penduduk. Angka tersebut menunjukkan adanya penurunan dibandingkan tahun 2023, yaitu sebesar 1,64% untuk luas panen, 1,55% untuk produksi GKG, dan 1,54% untuk produksi beras (BPS, 2025).

Kondisi ini mencerminkan bahwa sektor pertanian, khususnya subsektor tanaman pangan, masih menghadapi berbagai tantangan, sehingga upaya peningkatan produktivitas serta mutu hasil padi perlu terus dilakukan untuk mewujudkan kemandirian dan ketahanan pangan nasional. Oleh karena itu, perbaikan teknik budidaya padi menjadi hal yang sangat penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman. Salah satu strategi yang dapat diterapkan adalah dengan meningkatkan efisiensi pengelolaan hara, penggunaan varietas unggul, dan penerapan teknik budidaya yang lebih baik guna menunjang pertumbuhan tanaman serta meningkatkan hasil panen.

Unsur hara merupakan salah satu faktor penting yang memengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman padi. Ketersediaan unsur hara yang cukup dan seimbang sangat diperlukan agar tanaman dapat tumbuh secara optimal dan menghasilkan produksi

yang tinggi. Tanah sebagai media tumbuh sering kali tidak mampu menyediakan unsur hara dalam jumlah yang memadai, sehingga diperlukan upaya pemupukan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman. Unsur hara dibedakan menjadi makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta mikro seperti seng (Zn), besi (Fe), dan mangan (Mn). Zinc memiliki peran penting dalam berbagai proses fisiologis tanaman, antara lain dalam aktivasi enzim, pembentukan hormon, dan sintesis klorofil yang mendukung proses fotosintesis (Dang *et al.*, 2024). Kekurangan Zn dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat, pembentukan malai tidak sempurna, serta menurunkan hasil gabah secara signifikan (Arifiyatun *et al.*, 2016). Oleh karena itu, ketersediaan unsur Zn dalam jumlah yang cukup menjadi faktor penting dalam mendukung pertumbuhan dan produktivitas tanaman padi.

Selain penting bagi pertumbuhan tanaman, Zn juga memiliki peran vital bagi kesehatan manusia. Mineral ini dibutuhkan dalam jumlah kecil (<100 mg/hari), tetapi berfungsi penting dalam metabolisme tubuh, sintesis protein, pembelahan sel, dan menjaga fungsi sistem imun. Kekurangan Zn dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, penurunan daya tahan tubuh, serta meningkatkan risiko stunting pada anak-anak (Rohaeni *et al.*, 2020). Sementara itu, kandungan Zn dalam beras sebagai sumber utama pangan masyarakat Indonesia umumnya masih tergolong rendah, yaitu sekitar 15,5–35,6 ppm (Gustian *et al.*, 2024), sedangkan kebutuhan harian Zn manusia berkisar antara 34,7–43,4 ppm (Hamam *et al.*, 2018).

Penyemprotan Zinc secara foliar menjadi salah satu metode yang dapat meningkatkan kandungan Zinc dalam tanaman padi. Metode ini dinilai lebih efektif dibandingkan aplikasi Zinc melalui tanah karena dapat langsung diserap oleh daun dan ditranslokasikan ke bagian tanaman yang membutuhkan, termasuk gabah (Sharifan *et al.*, 2021). Penyemprotan Zinc pada fase pertumbuhan tertentu telah terbukti dapat meningkatkan kadar Zinc dalam beras hingga 67 ppm (Boonchuay *et al.*, 2013). Dengan meningkatnya kandungan Zinc dalam beras,

kualitas gizi masyarakat dapat lebih baik dan membantu mengurangi risiko defisiensi Zinc.

Keberhasilan biofortifikasi melalui penyemprotan Zinc juga dipengaruhi oleh jenis varietas padi yang digunakan. Setiap varietas memiliki kemampuan yang berbeda dalam menyerap dan mengakumulasi Zinc dari penyemprotan foliar. Oleh karena itu, pemilihan varietas yang responsif terhadap aplikasi Zinc menjadi langkah penting dalam meningkatkan efektivitas biofortifikasi. Penggunaan varietas unggul yang memiliki potensi hasil tinggi dan daya serap Zinc yang baik dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kandungan Zinc dalam beras secara optimal. Dengan adanya varietas padi yang memiliki potensi akumulasi Zinc yang lebih tinggi, diharapkan biofortifikasi dapat lebih efektif dalam meningkatkan kualitas gizi masyarakat.

Padi varietas unggul seperti Ciherang dan Inpari 32 banyak dibudidayakan di Indonesia karena memiliki produktivitas yang tinggi dan ketahanan terhadap hama serta penyakit. Namun, kandungan Zinc dalam beras dari varietas ini masih tergolong rendah. Misalnya, Varietas Ciherang hanya memiliki kadar Zinc sekitar 24,6 ppm dalam gabah dan 16,5 ppm dalam beras (Susanto *et al.*, 2021). Oleh karena itu, penerapan biofortifikasi melalui aplikasi Zinc secara foliar pada varietas ini dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kandungan Zinc dalam beras.

Selain Varietas Ciherang dan Inpari 32, terdapat varietas padi unggul lainnya yaitu Inpari Nutrizinc, yang dikembangkan secara khusus untuk memiliki kandungan Zinc lebih tinggi. Varietas ini diketahui memiliki kadar Zinc sekitar 34-39 ppm dalam gabah, yang lebih tinggi dibandingkan varietas padi lainnya seperti Ciherang dan Inpari 32 (Sitaresmi *et al.*, 2023). Keunggulan ini menjadikannya varietas yang lebih baik dalam mendukung upaya pencegahan stunting dan perbaikan gizi masyarakat. Inpari Nutrizinc merupakan varietas hasil pemuliaan dengan daya serap Zinc yang lebih tinggi sehingga lebih responsif terhadap aplikasi Zinc secara foliar. Penyemprotan Zinc pada varietas ini

diharapkan dapat semakin meningkatkan kadar Zinc dalam beras, yang pada akhirnya berkontribusi dalam upaya peningkatan kualitas gizi dan kesehatan masyarakat secara luas.

1.2 Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dirumuskan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh perbedaan varietas padi yang disemprotkan dengan Zinc terhadap komponen hasil dan mutu benih.
2. Mengetahui pengaruh periode penyemprotan Zinc melalui daun terhadap komponen hasil dan mutu benih.
3. Mengetahui interaksi antara varietas padi dan periode penyemprotan Zn melalui daun terhadap komponen hasil dan mutu benih.

1.3 Kerangka Pemikiran

Tanaman padi memerlukan berbagai unsur hara untuk mencapai pertumbuhan yang optimal, yang terbagi dalam dua kategori utama, yaitu unsur makro dan mikro. Unsur makro, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, dibutuhkan dalam jumlah besar untuk mendukung berbagai proses penting dalam perkembangan tanaman. Nitrogen berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif, fosfor mendukung perkembangan akar dan pembungaan, serta kalium berperan dalam pengaturan keseimbangan air dan ketahanan tanaman terhadap stres (Eliasyb *et al.*, 2018). Namun, meskipun unsur makro sangat penting, unsur mikro seperti Zinc (Zn), besi, dan mangan, meskipun dibutuhkan dalam jumlah lebih kecil, memiliki peran yang sangat vital dalam proses fisiologis dan metabolisme tanaman.

Zinc (Zn), sebagai unsur mikro esensial bagi tanaman padi, memiliki peran yang sangat penting dalam berbagai proses metabolismik. Zn terlibat dalam sintesis klorofil, pengaturan metabolisme, serta pembentukan hormon tanaman seperti auksin yang mengatur pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Selain itu, Zn juga berfungsi sebagai kofaktor dalam aktivasi enzim-enzim penting yang diperlukan untuk metabolisme karbohidrat, lipid, dan sintesis asam nukleat. Tanaman padi yang kekurangan Zn dapat mengalami gangguan pembungaan, yang dapat berdampak negatif terhadap kualitas dan kuantitas hasil panen (Huang *et al.*, 2021). Begitu pula dengan besi dan mangan yang juga penting dalam fotosintesis dan metabolisme energi tanaman, yang memungkinkan tanaman padi tumbuh dengan baik dan memiliki ketahanan terhadap penyakit serta faktor lingkungan yang merugikan (Husnain *et al.*, 2016). Oleh karena itu, keseimbangan yang tepat antara unsur makro dan mikro sangat krusial untuk memastikan produktivitas dan kualitas hasil panen yang optimal.

Zinc dalam tanaman padi, meskipun hanya dibutuhkan dalam jumlah yang relatif kecil (sekitar 5–100 mg/kg pada jaringan tanaman), memiliki dampak yang signifikan pada kualitas tanaman. Aplikasi Zinc pada tanaman padi dapat memberikan peningkatan yang jelas dalam berbagai aspek pertumbuhan, seperti

tinggi tanaman, jumlah anakan produktif, panjang malai, serta jumlah biji per malai. Hal ini menunjukkan bahwa Zinc tidak hanya berperan dalam metabolisme, tetapi juga berkontribusi terhadap peningkatan hasil dan kualitas gabah yang dihasilkan (Islam *et al.*, 2021). Sehingga, pemberian Zinc yang cukup melalui pemupukan atau aplikasi foliar dapat membantu mencapai hasil yang lebih tinggi dan lebih sehat pada tanaman padi.

Selain itu, Zinc juga memiliki peran penting dalam kesehatan manusia, terutama dalam sistem kekebalan tubuh. Zinc adalah salah satu mikronutrien yang berperan dalam proses metabolisme dan sangat penting dalam memperkuat sistem imun. Kekurangan Zinc pada manusia dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, terutama pada anak-anak, seperti terjadinya stunting. Stunting sendiri disebabkan oleh kekurangan gizi yang parah, yang memperlambat pertumbuhan fisik dan perkembangan kognitif anak. Selain itu, kekurangan Zinc juga dapat menghambat kematangan seksual dan memengaruhi fungsi sistem imun, sehingga meningkatkan kerentanannya terhadap infeksi. Penyakit infeksi menjadi faktor risiko utama dalam terjadinya stunting, karena nutrisi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan tubuh justru dialokasikan untuk melawan infeksi (Kundarwati *et al.*, 2022). Oleh karena itu, peningkatan asupan Zinc sangat penting, baik melalui pangan maupun suplementasi, untuk mencegah masalah kesehatan yang berhubungan dengan kekurangan Zinc, khususnya pada anak-anak.

Salah satu upaya untuk meningkatkan kandungan Zinc dalam tanaman adalah melalui biofortifikasi, yang bertujuan untuk meningkatkan kandungan mikronutrien secara konvensional maupun melalui rekayasa genetika yang aman. Biofortifikasi konvensional dilakukan dengan memanfaatkan persilangan antar varietas tanaman yang memiliki kandungan Zinc tinggi, sehingga dapat menghasilkan varietas yang kaya akan Zinc, yang dapat membantu menanggulangi masalah kekurangan Zinc pada masyarakat. Selain itu, biofortifikasi dalam konteks agronomi juga dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti pemupukan tanah, penyemprotan daun, priming benih, dan budidaya tanpa tanah (Bhardwaj *et al.*, 2022). Salah satu strategi yang terbukti berhasil dalam

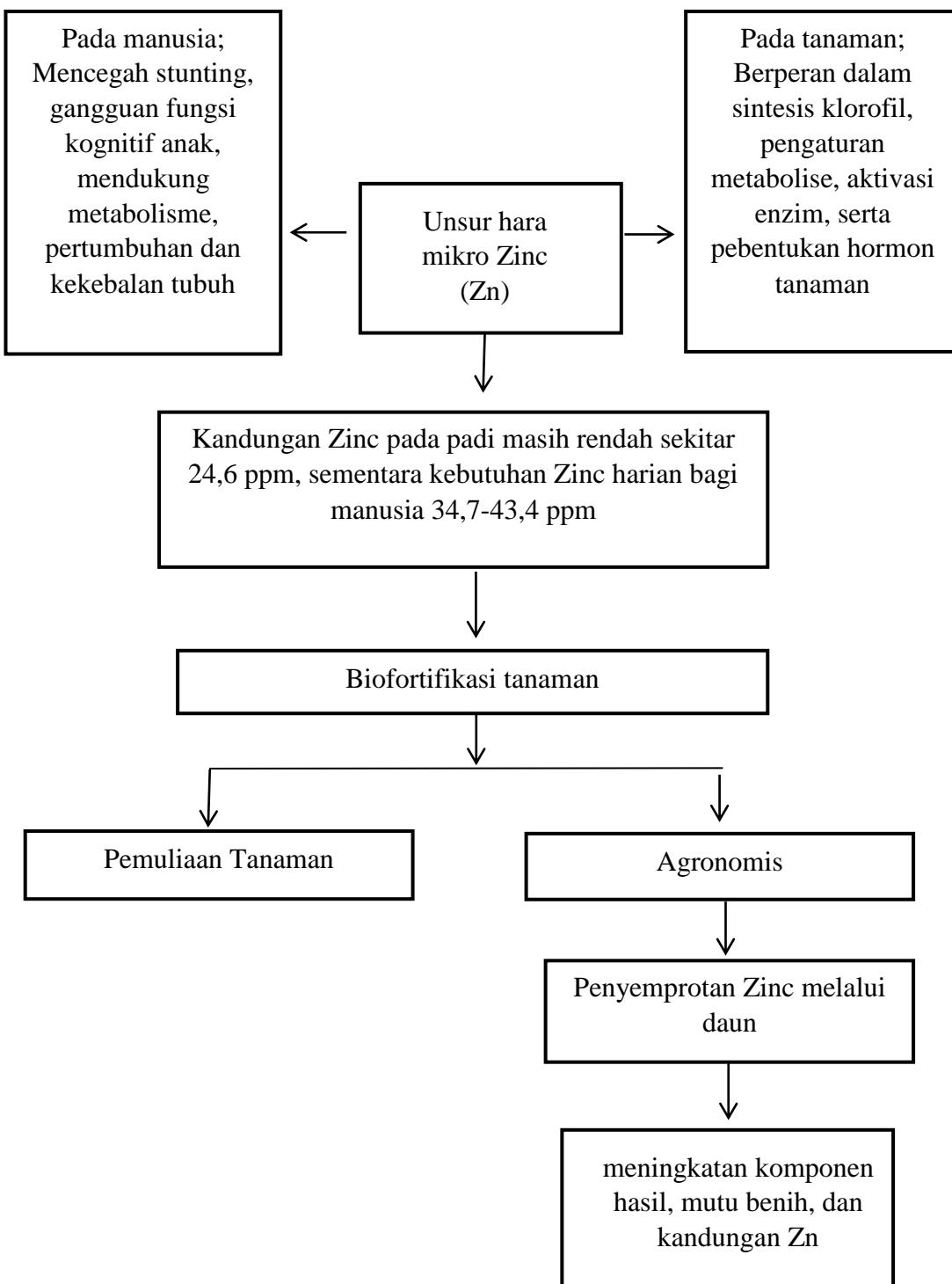
meningkatkan kandungan Zinc pada gabah padi adalah pemberian perlakuan Zinc melalui semprotan daun, yang telah terbukti efektif dalam meningkatkan kandungan Zinc dalam tanaman padi, khususnya pada tanah yang memiliki kadar Zinc rendah.

Penyemprotan Zinc melalui daun telah terbukti menjadi salah satu metode yang efektif dalam meningkatkan akumulasi Zinc dalam tanaman padi, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kualitas gizi gabah padi. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa aplikasi Zinc dengan konsentrasi tertentu, seperti $ZnSO_4$ pada konsentrasi 0,2–0,5%, dapat meningkatkan konsentrasi Zinc dalam gabah padi. Penelitian oleh Boonchuay *et al.* (2013) dan menunjukkan bahwa penyemprotan Zinc pada Penyemprotan Zinc (Zn) paling efektif dilakukan setelah pembungaan, terutama kombinasi pada primordia malai (P1), pembentukan tunas (BO), serta 1 dan 2 minggu setelah berbunga (1+2 WAF). Perlakuan ini meningkatkan kandungan Zn pada gabah hingga 67 ppm, dengan peningkatan terbesar pada sekam (10 kali lipat) dan beras merah (35-55%) dibanding kontrol, aplikasi Zinc foliar ini terbukti memberikan dampak positif terhadap peningkatan kualitas gizi beras yang dihasilkan, yang dapat bermanfaat bagi konsumen yang membutuhkan asupan Zinc yang cukup. Oleh karena itu, penggunaan aplikasi Zinc melalui daun disarankan sebagai metode yang menjanjikan untuk meningkatkan konsentrasi Zinc dalam gabah serta memberikan manfaat gizi yang lebih baik bagi masyarakat.

Selain meningkatkan kandungan Zn pada hasil panen, aplikasi foliar Zinc juga berperan penting dalam memperbaiki mutu fisiologis benih. Unsur Zn diketahui berperan dalam berbagai proses metabolismik seperti sintesis protein, pembentukan hormon auksin, aktivasi enzim, serta pembentukan dinding sel yang kuat, yang semuanya berkontribusi terhadap vitalitas benih. Kecukupan unsur Zn selama fase pembentukan dan pematangan biji dapat meningkatkan daya berkecambah, kecepatan tumbuh, indeks vigor, serta bobot kering kecambah (Hasanuzzaman *et al.*, 2020). Selain itu, Zn berperan dalam menjaga kestabilan membran sel dan

mengurangi kerusakan oksidatif akibat reaktif oksigen selama proses pematangan benih (Song *et al.*, 2021).

Ciherang dan Inpari 32 merupakan varietas padi unggul yang sering dibudidayakan di Indonesia, namun keduanya memiliki kandungan Zinc yang relatif rendah. Menurut Susanto *et al.* (2021), kandungan Zinc pada padi Ciherang tercatat hanya 24,6 ppm, sementara kadar Zinc dalam beras Ciherang sendiri hanya mencapai 16,5 ppm. Rendahnya kandungan Zinc ini dapat mempengaruhi kualitas gizi beras, padahal Zinc merupakan mineral penting yang berperan dalam berbagai fungsi tubuh, termasuk mendukung sistem kekebalan dan pertumbuhan. Oleh karena itu, upaya untuk meningkatkan kandungan Zinc dalam varietas varietas padi unggul ini sangat diperlukan untuk mendukung ketahanan pangan yang lebih baik.



Gambar 1. Diagram alir kerangka berpikir.

1.4 Hipotesis

Dari kerangka pemikiran yang telah dikemukakan, maka hipotesis untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Terdapat pengaruh perbedaan varietas tanaman padi yang disemprotkan Zinc terhadap komponen hasil dan mutu benih.
2. Terdapat pengaruh periode pengaplikasian Zn secara foliar terhadap komponen hasil dan mutu benih.
3. Terdapat Interaksi antara varietas padi dan periode pengaplikasian Zn secara foliar terhadap komponen hasil dan mutu benih padi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Padi

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan tanaman semusim yang mempunyai kemampuan beradaptasi pada berbagai kondisi lingkungan. Tanaman ini termasuk golongan jenis Graminae atau rumput-rumputan. Menurut USDA (2024) klasifikasi tanaman padi adalah sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Poales

Familia : Gramineae (Poaceae)

Genus : Oryza

Spesies : *Oryza sativa* L.

Padi (*Oryza sativa* L.) memiliki morfologi yang kompleks, dimulai dari akar yang tumbuh setelah biji berkecambah. Akar padi termasuk akar serabut yang terdiri dari dua jenis utama, yaitu akar primer dan akar seminal. Akar primer tumbuh langsung dari biji atau kecambah, sementara akar seminal muncul di sekitar buku tanaman, yang berfungsi untuk menopang tanaman, menyerap air, dan unsur hara dari tanah. Akar padi tidak mengalami pertumbuhan sekunder, sehingga strukturnya tidak berkembang lebih jauh seiring waktu (Hariyati dan Lestari, 2021).

Batang padi sendiri berbentuk silindris dan relatif pendek, yang disusun oleh pelepah daun yang saling menopang. Struktur ini mirip dengan rantai pelepah daun yang tegak dan saling menguatkan satu sama lain. Setiap daun padi memiliki

urat sejajar, dan permukaannya tertutupi oleh rambut halus yang jarang. memungkinkan daun padi untuk melakukan fotosintesis secara efisien, dengan posisi tegak yang mempermudah penyerapan sinar matahari. Daun padi memiliki bentuk lanset dengan warna hijau yang bervariasi, dari hijau muda hingga hijau tua, tergantung pada kondisi pertumbuhan tanaman. Salah satu ciri khas daun padi adalah lidah daun yang dapat membedakan padi dari jenis rumput lainnya pada tahap bibit. Urat daun yang sejajar ini sangat penting untuk mendukung proses fotosintesis tanaman secara optimal (Hariyati dan Lestari, 2021).

Pada bagian atas batang, terdapat malai atau bulir padi yang merupakan sekumpulan bunga padi yang disusun dalam bentuk rangkaian. Malai ini memiliki cabang-cabang yang berasal dari buku tertinggi batang padi. Panjang malai dan jumlah cabangnya bergantung pada varietas dan cara penanaman padi. Kepadatan malai, yang menunjukkan jumlah bunga dalam satu malai dibandingkan panjang malai itu sendiri, menjadi indikator penting dalam produktivitas padi. Buah padi, atau bulir padi, terdiri dari beberapa bagian penting. Bagian yang paling terlihat adalah biji atau karyopsis yang diselimuti oleh pelindung berupa kelopak (lemma dan palea). Di dalam biji terdapat endosperm, yang mengandung tepung, gula, lemak, serta protein yang dibutuhkan oleh tanaman. Bagian luar biji padi, yang dikenal dengan sekam atau bekatul, berwarna coklat dan terdiri dari lapisan pelindung yang membungkus biji. Bekatul ini memiliki kandungan gizi yang bermanfaat, meskipun seringkali dipisahkan dari beras pada proses penggilingan (Hariyati dan Lestari, 2021).

2.2 Varietas Padi

2.2.1 Varietas Ciherang

Menurut Thamrin *et al.* (2023), Varietas Ciherang merupakan salah satu varietas padi unggul nasional yang telah lama digunakan secara luas oleh petani Indonesia karena memiliki produktivitas stabil, kualitas beras yang baik, dan adaptasi yang cukup luas. Tanaman Ciherang memiliki tinggi berkisar 107–115 cm dan umur

panen relatif genjah, yaitu sekitar 116–125 hari setelah sebar. Daun benderanya tegak sehingga memudahkan proses fotosintesis dan mendukung pengisian bulir secara optimal. Gabah Ciherang berbentuk panjang ramping dengan warna kuning bersih, memiliki tingkat kerontokan dan kereahan kategori sedang, serta berat 1000 butir 27–28 gram. Kualitas berasnya menjadi salah satu faktor utama daya saing varietas ini, ditandai dengan tekstur nasi yang pulen, kadar amilosa sekitar 23%, dan indeks glikemik 54,9% sehingga sesuai dengan preferensi mayoritas konsumen Indonesia. Dari aspek produktivitas, Ciherang mampu menghasilkan rata-rata 5–7 ton per hektare dalam kondisi budidaya normal, dan dapat memberikan hasil lebih tinggi pada kondisi pengelolaan yang optimal. Varietas ini juga memiliki ketahanan yang baik terhadap beberapa organisme pengganggu tanaman, di antaranya tahan terhadap hama wereng batang coklat biotipe 2 dan 3, serta tahan terhadap penyakit hawar daun bakteri patotipe III dan IV. Dengan adaptasi yang baik pada lahan sawah irigasi di wilayah dengan ketinggian kurang dari 500 mdpl, Ciherang dapat dibudidayakan baik pada musim hujan maupun musim kemarau, sehingga menjadi varietas yang fleksibel dan terus diminati oleh petani (Thamrin *et al.*, 2023).

Varietas Ciherang memiliki rendemen beras yang cukup tinggi, dengan kualitas beras yang baik, yaitu tidak mudah patah dan memiliki kandungan amilosa sedang. Hal ini menjadikannya pilihan yang baik untuk pasar konsumsi domestik. Dalam hal pemupukan, Ciherang membutuhkan manajemen nutrisi yang optimal agar hasilnya dapat maksimal. Pemberian pupuk dengan dosis yang tepat dapat meningkatkan hasil panen secara signifikan, meskipun ada variasi dalam respons terhadap pupuk bergantung pada kondisi tanah dan pengelolaan pertanian (Pradipta, 2017).

2.2.2 Varietas Inpari 32

Menurut Thamrin *et al.* (2023), Varietas Inpari 32 merupakan varietas unggul baru untuk lahan sawah irigasi yang dikembangkan melalui persilangan antara varietas Ciherang dan IRBB64. Varietas ini dirancang untuk memiliki ketahanan

tinggi terhadap penyakit hawar daun bakteri, sekaligus tetap mempertahankan potensi hasil yang tinggi dan kualitas beras yang baik. Tanaman Inpari 32 memiliki tipe pertumbuhan tegak dengan tinggi tanaman sekitar 97 cm dan umur panen sekitar 120 hari setelah sebar, sehingga termasuk varietas berumur sedang. Malainya produktif dengan jumlah gabah sekitar 118 butir per malai, serta menghasilkan gabah berwarna kuning bersih dengan bentuk medium. Tekstur nasi Inpari 32 tergolong sedang dengan kadar amilosa sekitar 23,46 persen, sehingga cukup sesuai dengan preferensi konsumen yang menginginkan nasi tidak terlalu pera namun juga tidak terlalu lembek. Dari segi produksi, Inpari 32 memiliki rata-rata hasil mencapai 6,30 ton per hektare dan potensi hasil maksimum hingga 8,42 ton per hektare pada kondisi optimal, menjadikannya salah satu varietas dengan performa hasil yang cukup tinggi di kelasnya. Keunggulan paling penting dari Inpari 32 adalah ketahanannya terhadap hawar daun bakteri, terutama patotipe III, dan toleransi terhadap patotipe IV dan VIII, sehingga varietas ini sangat direkomendasikan untuk daerah-daerah yang sering mengalami serangan penyakit tersebut. Selain itu, Inpari 32 menunjukkan ketahanan terhadap penyakit blas ras 033 serta toleransi terhadap ras 073 dan 173.

2.2.3 Varietas Inpari Nutrizinc

Varietas Inpari Nutrizinc merupakan varietas unggul baru hasil pemuliaan yang dikembangkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) dan resmi dilepas pada tahun 2019. Varietas ini termasuk padi sawah irigasi dengan umur panen sekitar 105–110 hari setelah tanam. Keunggulan utama Inpari Nutrizinc terletak pada kandungan Zinc (Zn) dalam beras yang lebih tinggi dibandingkan varietas konvensional, yaitu berkisar antara 25–34 ppm, sedangkan varietas seperti Ciherang dan Inpari 32 umumnya hanya memiliki kandungan Zn sekitar 18–22 ppm (Thamrin *et al.*, 2023). Dari sisi agronomi, Inpari Nutrizinc juga memiliki potensi hasil sekitar 6,2–9,4 ton per hektar dan kualitas beras yang pulen dengan daya simpan yang baik.

Menurut penelitian Ali *et al.* (2021), varietas dengan kadar Zn tinggi memiliki efisiensi serapan dan translokasi Zn dari akar ke bulir yang lebih optimal, sehingga beras yang dihasilkan mampu memberikan kontribusi gizi yang lebih baik bagi konsumen. Hal ini menjadikan Inpari Nutrizinc sebagai varietas yang tidak hanya unggul dari segi produktivitas, tetapi juga dari sisi kualitas gizi. Keunggulan gizi ini menjadi penting mengingat defisiensi Zn masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat, khususnya di negara berkembang. Selain kandungan gizinya, Inpari Nutrizinc juga memiliki daya adaptasi yang baik pada lahan sawah irigasi serta ketahanan terhadap beberapa penyakit utama padi. Pengembangan varietas biofortifikasi seperti Inpari Nutrizinc merupakan strategi berkelanjutan dalam program ketahanan pangan, karena mampu menghasilkan beras berkualitas tinggi sekaligus memperbaiki status gizi masyarakat. Dengan demikian, Inpari Nutrizinc tidak hanya berfungsi sebagai varietas produktif, tetapi juga sebagai bagian dari solusi biofortifikasi untuk mengatasi masalah kekurangan mikronutrien, terutama Zinc.

2.3 Fase Pertumbuhan Tanaman Padi

Pertumbuhan tanaman padi dikelompokkan menjadi 3 tahapan utama yaitu vegetatif, reproduktif, dan pematangan (Trisnawaty *et.al*, 2024). Fase vegetatif merupakan tahap awal pertumbuhan tanaman padi yang berlangsung sejak perkecambahan hingga pembentukan primordia bunga (malai). Pada tahap perkecambahan, benih menyerap air sehingga masa dormansi terhenti dan muncul radikula serta plumula, dengan kelembaban, cahaya, dan suhu sebagai faktor penting; proses ini biasanya berlangsung 3–5 hari hingga daun pertama muncul. Selanjutnya, pada tahap pertunasannya, akar seminal berkembang diikuti akar sekunder yang membentuk sistem perakaran serabut, sementara tunas menghasilkan daun baru setiap 3–4 hari hingga terbentuk sekitar lima daun sempurna dalam 15–20 hari. Setelah daun kelima muncul, tanaman memasuki tahap pembentukan anakan, yaitu fase ketika tunas aksial mulai membentuk anakan yang terus bertambah hingga jumlah maksimal selama kurang lebih 30 hari, meskipun pada sistem tanam langsung durasinya dapat lebih singkat.

Fase reproduktif berlangsung sekitar 35 hari dan dimulai dari inisiasi bunga hingga terjadinya pembuahan. Tahap inisiasi bunga ditandai oleh kemunculan bakal malai berupa kerucut kecil berbulu putih pada ruas batang utama yang kemudian berkembang membentuk malai dan bulir. Memasuki tahap bunting, pelelah daun bendera menggembung karena malai muda yang tumbuh di dalamnya, sementara ujung daun mulai layu dan anakan non-produktif tampak jelas. Pada tahap keluar malai, malai mulai keluar dari pelelah daun bendera hingga seluruhnya tampak, yang kemudian diikuti proses pembungaan ketika serbuk sari keluar dari bulir. Selanjutnya, pada tahap pembungaan, kelopak bunga terbuka dan serbuk sari jatuh ke putik sehingga terjadi pembuahan; proses ini berlangsung sekitar tujuh hari dan biasanya terjadi pada pagi hari.

Fase pematangan berlangsung sekitar 35 hari, dimulai dari pengisian gabah hingga gabah matang penuh. Pada tahap matang susu, gabah berisi cairan putih menyerupai susu dan malai masih berwarna hijau serta mulai merunduk. Memasuki tahap gabah setengah matang, cairan susu berubah menjadi gumpalan lunak lalu mengeras, diiringi perubahan warna malai menjadi kuning dan pelayuan daun. Pada tahap akhir, yaitu gabah matang penuh, butir gabah menjadi keras dan berwarna kuning, dengan 90–100% gabah telah menguning sehingga tanaman siap dipanen (Trisnawaty *et al.*, 2024).

2.4 Peran Zinc pada Tanaman Padi

Zinc (Zn) adalah salah satu unsur hara mikro yang penting dalam proses fisiologi tanaman, termasuk padi. Zinc berperan dalam berbagai proses biokimia tanaman, seperti sintesis protein, metabolisme hormon auksin, pembentukan enzim, dan menjaga stabilitas membran sel. Kekurangan Zinc dapat menghambat pertumbuhan tanaman, mengurangi efisiensi fotosintesis, dan menurunkan kualitas serta hasil panen. Penyerapan Zinc pada padi sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah, terutama pH tanah, kadar bahan organik, serta ketersediaan Zn dalam tanah (Sardar *et al.*, 2024).

Pada tanaman padi, Zinc diserap dalam bentuk ion Zn^{2+} , yang kemudian ditranslokasikan ke bagian-bagian tanaman yang lebih atas melalui xilem. Zinc juga dapat diserap melalui daun, meskipun mekanisme penyerapan tersebut masih membutuhkan penelitian lebih lanjut. Dalam hal ini, aplikasi Zinc melalui daun sering digunakan untuk meningkatkan kadar Zinc pada beras, yang dapat meningkatkan kualitas gizi beras, terutama pada daerah dengan defisiensi Zinc. Hasil penelitian oleh Tuiwong *et al.* (2022) menunjukkan bahwa aplikasi pupuk Zinc melalui penyemprotan daun pada fase gabah matang susu dapat meningkatkan kandungan Zinc pada beras, serta memperbaiki komponen hasil seperti berat 1000 biji, jumlah gabah per malai, dan jumlah malai per tanaman. Selain itu, penelitian oleh Hu *et al.* (2023) menunjukkan bahwa aplikasi Zinc lebih dari tiga kali pada tanaman padi dapat meningkatkan kandungan Zinc dalam beras merah, serta meningkatkan serapan unsur hara makro seperti fosfor, nitrogen kalium dan mendukung proses metabolisme tanaman yang lebih efisien.

III. METODELOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Lapang Terpadu (LTPD) dan Laboratorium Benih dan Pemuliaan Tanaman (LBPT), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada bulan Februari hingga Juli 2025.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi, petridish, gelas ukur, timbangan analitik, pinset, pot, dan alat tulis. Bahan yang digunakan pada penelitian ialah benih varietas padi Ciherang, Inpari 32, Inpari Nutrizinc dan tanah, pupuk urea, pupuk SP36, pupuk KCL dan ZnSO₄.7H₂O.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan faktorial 3x2. Faktor pertama yaitu varietas padi (Ciherang, Inpari 32, dan Inpari Nutrizinc), faktor kedua yaitu periode penyemprotan Zinc ((1+2 minggu setelah pembungaan) dan (primordia malai+ bunting+1+2 minggu setelah pembungaan)). Terdapat 6 kombinasi perlakuan yang dilakukan dalam Rancangan acak kelompok. Pengelompokan berdasarkan perbedaan hari tanam. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak empat kali. Sehingga diperoleh 24 satuan percobaan, setiap satuan percobaan terdiri dari 2 unit pot. Terdapat 4 kelompok sehingga total terdapat 48 pot tanaman. Data dianalisis sidik ragam, selanjutnya untuk menghitung perbedaan antar perlakuan

dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil(BNT) pada taraf α 5%

Berikut perlakuan yang dilakukan pada penelitian, meliputi:

1. Padi Varietas Ciherang + penyemprotan 0,5% $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ pada periode (1+2 minggu setelah pembungaan)
2. Padi Varietas Ciherang + penyemprotan 0,5% $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ pada periode (Primordia malai+ bunting+1+2 minggu setelah pembungaan)
3. Padi Varietas Inpari 32 + penyemprotan 0,5% $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ pada periode (1+2 minggu setelah pembungaan)
4. Padi Varietas Inpari 32 + penyemprotan 0,5% $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ pada periode (Primordia malai+ bunting+1+2 minggu setelah pembungaan)
5. Padi Varietas Inpari Nutrizinc + Penyemprotan 0,5% $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ pada periode (1+2 minggu setelah pembungaan)
6. Padi Varietas Inpari Nutrizinc + penyemprotan 0,5% $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ pada periode (Primordia malai+ bunting+1+2 minggu setelah pembungaan)

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pembuatan larutan Zn, persiapan media tanam, penanaman benih padi, aplikasi larutan Zn dengan penyemprotan, pengamatan, dan pemanenan.

3.4.1 Pembuatan Larutan

Larutan yang digunakan pada penelitian ini yaitu $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ 0,5%. Dengan cara larutkan 5gr $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ dalam sedikit air suling lalu tambahkan air hingga volume mencapai 1.000 ml.

3.4.2 Persiapan Lahan

Media tanam yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanah dengan berat per-ember 10 kg. Tanah yang akan digunakan digemburkan terlebih dahulu kemudian tanah tersebut dibuat seperti lumpur dengan mengolahnya secara manual untuk menciptakan lingkungan tanam seperti sawah.

3.4.3 Penanaman Benih Padi

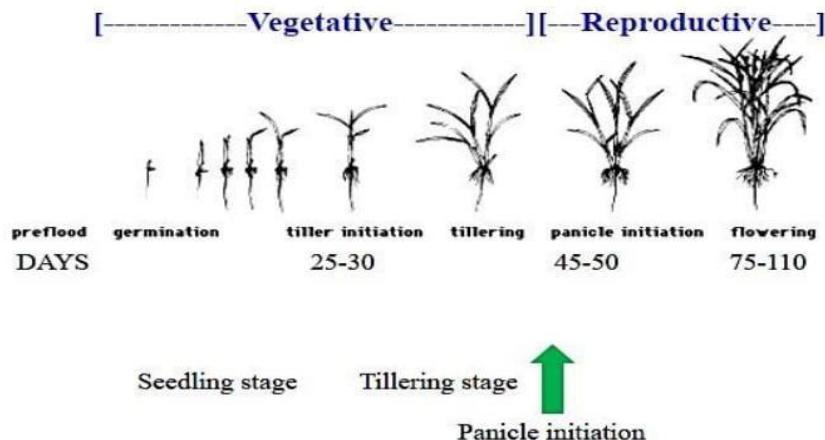
Benih padi Varietas Ciherang, Inpari 32, dan Inpari Nutrizinc ditanam dalam ember dengan jumlah 5 butir benih per ember. Setelah penanaman, proses perawatan dimulai, yang mencakup pemupukan, pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), dan penyiraman untuk memastikan pertumbuhan optimal. Jarak tanam yang digunakan adalah 30 cm x 30 cm, yang menghasilkan populasi tanaman sekitar 62.500 tanaman per hektar. Dalam hal pemupukan, dosis yang dianjurkan untuk setiap jenis pupuk termasuk Urea, KCl, dan SP36 adalah 100 kg per hektar. Dari perhitungan, diketahui bahwa setiap tanaman membutuhkan sekitar 0,9 gram pupuk. Rumus perhitungan dosis, yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Pupuk} &= \frac{\text{Dosis pupuk (ha)}}{\text{Jumlah tanaman per hektar}} \\ &= \frac{100 \text{ kg/ha}}{111,111 \text{ tanaman}} \\ &= 0,0009 \text{ kg} \\ &= 0,9 \text{ g/tanaman} \end{aligned}$$

3.4.4 Aplikasi Larutan Zinc dengan Penyemprotan

Benih padi Varietas Ciherang, Inpari 32, dan Inpari Nutrizinc dengan penyemprotan dilakukan sebanyak 2 kali yakni disemprotkan pada 1+2 minggu setelah pembungaan yang berarti aplikasi dilakukan secara berulang, pertama satu

minggu setelah pembungaan (82 hst), dan 2 minggu setelah pembungaan (89 hst) (Boonchuay *et al*, 2013). Kombinase fase yang kedua yaitu pada P1+BO+1+2 WAF disemprotkan pada primordia malai(P1) sekitar 45-50 hst, bunting (BO) pada 55-56 hst dan 1+2 minggu setelah pembungan. Aplikasi dilakukan pada setiap kelompok 4 perlakuan.



Gambar 2. Fase pertumbuhan tanaman padi.

Sumber: <https://sl.bing.net/jMxrYrsHaHk>

3.5 Variabel yang diamati

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari beberapa variabel, yaitu:

1. Jumlah Gabah Isi per Malai (butir)

Jumlah gabah isi per malai dihitung dengan menjumlahkan seluruh butir gabah yang terdapat pada malai setelah proses panen.

2. Jumlah Gabah Hampa per Malai (butir)

Penghitungan jumlah gabah hampa per malai dilakukan dengan menghitung semua gabah hampa dari setiap malai yang ada dalam satu pot.

3. Jumlah Gabah Total per Malai (butir)

Jumlah gabah total per malai dihitung dengan menghitung seluruh jumlah butir dari malai yang telah dipanen.

4. Presentase Gabah Isi per Malai

Pengamatan gabah isi atau gabah isi dilakukan dengan menekan butiran gabah. Gabah isi akan terasa keras bila ditekan. Presentase gabah isi dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Butir gabah isi} = \frac{\text{Butir gabah isi/isi (g)}}{\text{Total gabah (g)}} \times 100\%$$

5. Presentase Gabah Hampa per Malai

Pengamatan gabah hampa dilakukan dengan menekan butiran gabah. Gabah hampa akan terasa lunak bila ditekan. Presentase gabah isi dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Butir gabah hampa} = \frac{\text{Butir gabah hampa (g)}}{\text{Total gabah (g)}} \times 100\%$$

6. Bobot 1.000 Butir Gabah Isi (g)

Pengamatan dilakukan dengan menghitung benih saat kadar air kurang lebih 14% dengan menggunakan alat penghitung benih (*seed counter*) tipe

Countermatic sebanyak 100 butir benih dengan 8 kali ulangan kemudian ditimbang bobotnya.

7. Daya Berkecambah (DB)

Perhitungan daya berkecambah (DB) dilakukan dengan mencatat jumlah kecambah normal yang tumbuh dari hari pertama hingga 7 hari setelah tanam (HST). Persentase daya berkecambah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$DB (\%) = \frac{\sum KN \text{ first count} + \sum KN \text{ second count}}{\sum \text{benih yang ditanam}} \times 100$$

Keterangan

KN = Kecambah Normal

8. Kecepatan Perkecambahan (KCT) (%/hari)

Perhitungan kecepatan perkecambahan (KCT) dilakukan dengan mencatat jumlah benih berkecambah yang ditandai dengan munculnya radikula dari hari pertama hingga hari ke-7. Kecepatan berkecambah dihitung dengan menggunakan rumus:

$$KCT = \left(\% \frac{KN}{\text{hari}} \right) = \sum_0^{tn} \frac{N}{t}$$

Keterangan:

t: waktu pengamatan ke-i

N: persentase kecambah normal setiap waktu pengamatan

tn: waktu akhir pengamatan (hari ke 7)

1 etmal = 1 hari

9. Indeks Vigor (%)

Pengamatan indeks vigor dilakukan terhadap kecambah normal pada hitungan pertama (*first count*) yaitu pada 5 HST. Indeks vigor dihitung dengan rumus:

$$IV (\%) = \frac{\sum KN \text{ first count}}{\sum \text{ benih yang ditanam}} \times 100\%$$

10. Waktu Muncul Radikula (%/hari)

Waktu munculnya kecambah diamati pada hari keberapakah kecambah (radikula) pertama kali muncul untuk setiap perlakuan. Waktu muncul kecambah dihitung dengan rumus:

$$WMR = \frac{N1T1 + N2T2 + N3T3 + \dots + N7T7}{\sum \text{ benih yang berkecambah}}$$

Keterangan:

N: Jumlah benih yang berkecambah pada satuan waktu

T: Jumlah waktu antar awal pengujian sampai dengan akhir interval tertentu suatu pengamatan

10. Waktu Muncul Plumula (%/hari)

Perhitungan waktu munculnya plumula pada kecambah dilakukan dengan mengamati dan mencatat interval waktu yang diperlukan hingga plumula pertama kali muncul pada setiap benih yang diberi perlakuan.

11. Panjang Koleoptil (cm)

Pengukuran panjang koleoptil pada kecambah benih dilakukan dengan mengukur dari pangkal batang hingga ujung daun menggunakan penggaris. Pengukuran

panjang koleoptil dilakukan pada hari ke-7. Data hasil pengukuran dicatat dan kemudian dianalisis.

12. Panjang Kecambah (cm)

Panjang kecambah yang diukur mencakup panjang bagian atas dan panjang keseluruhan kecambah. Pengukuran dilakukan dari ujung akar terpanjang hingga ke ujung titik tumbuh.

13. Bobot Basah Kecambah Normal (g)

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan kecambah yang dihasilkan dari pengamatan keserempakan berkecambah benih. Pengukuran bobot basah kecambah dilakukan dengan menimbang kecambah dan mencatat hasil bobot basah dari kecambah yang normal.

14. Bobot Kering Kecambah Normal (g)

Pengamatan dilakukan dengan menggunakan kecambah yang diperoleh dari pengamatan keserempakan berkecambah benih. Pengukuran bobot kering kecambah dilakukan setelah kecambah dipisahkan dari kotiledonnya dan dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 3 hari, atau hingga bobotnya stabil.

15. Kandungan Zinc (Zn) pada Beras

Kandungan Zinc diuji di Laboratorium dengan menggunakan sampel beras padi varietas Ciherang, Inpari 32, dan Inpari Nutrizinc kemudian dicatat hasil pengujian Zinc pada beras.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Penyemprotan Zinc pada varietas padi berpengaruh nyata terhadap variabel jumlah gabah isi, jumlah gabah hampa, persentase gabah isi, persentase gabah hampa, bobot 1000 butir, kecepatan perkecambahan, bobot basah kecambah normal. Varietas Inpari Nutrizinc menunjukkan respons terbaik dalam variable hasil terlihat dari jumlah gabah isi yang lebih tinggi. sedangkan varietas Ciherang menunjukkan mutu benih yang lebih unggul dengan daya kecambah dan vigor yang tinggi.
2. Periode penyemprotan Zinc berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, hasil, dan mutu benih padi. Perlakuan empat kali aplikasi (Primordia malai+ bunting+1+2 minggu setelah berbunga) lebih konsisten meningkatkan jumlah gabah isi, menekan gabah hampa, daya berkecambah, kecepatan perkecambahan dan vigor benih, bobot basah kecambah normal, bobot kering kecambah normal, dan meningkatkan kandungan zn dalam beras dibanding aplikasi dua kali.
3. Terdapat interaksi nyata antara varietas padi yang disemprotkan Zinc dan waktu aplikasi Zinc secara foliar terhadap terhadap variabel jumlah gabah isi, jumlah gabah hampa, persentase gabah isi, persentase gabah hampa, dan bobot basah kecambah normal. Kombinasi Inpari Nutrizinc dengan empat kali aplikasi Zinc memberikan hasil terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi

tanaman dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Kombinasi Varietas Ciherang, dengan 4 kali aplikasi Zn memberikan hasil terbaik terhadap mutu benih dibandingkan dengan kombinasi perlakuan lainnya

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, penulis menyarankan agar penelitian berikutnya dapat menitikberatkan pada pengaruh aplikasi Zn terhadap kualitas fisiologis benih serta daya simpan benih, sekaligus mengevaluasi kontribusi Zn terhadap peningkatan gizi beras pada level konsumsi. Penelitian tersebut penting dilakukan untuk memperkuat peran varietas biofortifikasi, khususnya Inpari Nutrizinc, dalam mendukung ketahanan pangan dan gizi masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikary, S., Biswas, B., Chakraborty, D., Timsina, J., Pal, S., Chandra-Tarafdar, J., Banerjee, S., Hossain, A., and Roy, S. 2022. Seed priming with selenium and zinc nanoparticles modifies germination, growth, and yield of direct-seeded rice (*Oryza sativa* L.). *Scientific Reports*. 12(1): 3–14.
- Ali, S., Mahmood, T., Ullah, S., Aslam, Z., Nasir, S., Zain, R., and Zain, S. 2021. Review: Biofortification of cereals with zinc through agronomic practices. *International Journal of Agricultural and Applied Sciences*. 2(2): 14–19.
- Arifiyatun, L., Maas, A., dan Utami, S. N. H. 2016. Pengaruh dosis pupuk majemuk NPK + Zn terhadap pertumbuhan, produksi, dan serapan zn padi sawah di Inceptisol, Kebumen. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains*. 4(2): 101–106.
- Arnisam, P., Salfiyadi, T., dan Lura, S. L. 2013. Hubungan asupan mineral zinc dan vitamin A dengan kejadian diare pada balita di Kecamatan Seulimeum, *Idea Nursing Journal*. 4(3): 66–73.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2025. *Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2024*. <https://share.google/Z3JB2FPVbkyCL1jH6>. Diakses pada tanggal, 27 Oktober 2025.
- Bhardwaj, A. K., Chejara, S., Malik, K., Kumar, R., Kumar, A., and Yadav, R. K. 2022. Agronomic biofortification of food crops: An emerging opportunity for global food and nutritional security. *Frontiers in Plant Science*. 13(1): 1–23.
- Boonchuay, P., Cakmak, I., Rerkasem, B., and Prom-U-Thai, C. 2013. Effect of different foliar zinc application at different growth stages on seed zinc concentration and its impact on seedling vigor in rice. *Soil science and plant nutrition*. 59(2): 180–188.
- Budi, H. 2022. Perbaikan mutu gizi bahan pangan melalui biofortifikasi kandungan mineral. *Jurnal Agrifoodtech*. 1(1): 12–20.

- Chen, J., Zhang, M., Sun, J., Liu, X., Yuan, X., Wang, R., Zhang, H., and Yang, Y. 2025. Zinc oxide nanoparticles enhance grain yield and nutritional quality in rice via improved photosynthesis and zinc bioavailability. *Foods*. 14(17): 18–30.
- Damaris, O. N., Lin, Z., Yang, P., and He, D. 2019. The rice alpha-amylase, conserved regulator of seed maturation and germination. *International Journal of Molecular Sciences*. 20(2): 45–53.
- Dang, K., Mu, J., Tian, H., Gao, D., Zhou, H., Guo, L., Shao, X., and Geng, Y. 2024. Zinc regulation of chlorophyll fluorescence and carbohydrate metabolism in saline–sodic stressed rice seedlings. *BMC Plant Biology*. 24(1): 170–178.
- Desta, M. K., Balemi, T., and Alemu, T. 2023. Linking soil adsorption–desorption characteristics with crop zinc uptake: Implications for sustainable management of zinc deficiency. *Agronomy*. 13(2): 397–404.
- Eliasyb, P. S., Erwin, M. H., dan Hardy, G. 2018. Pengaruh penerapan dosis pupuk lengkap N, P, K, dan Mg dan indeks hara tanah terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman padi (*Oryza Sativa L.*). *Jurnal Agroekoteknologi*. 6(3): 508–514.
- Gustian, G., Hayati, P. K. D., Setiawan, R. B., Imelinda, I., and Ranayudha, A. P. 2024. Exploration and analysis of zinc (Zn) and iron (Fe) content in local rice genotypes from West Sumatra. *Andalasian International Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 5(2): 1–10.
- Hamam, M., Pujiasmanto, B., dan Supriyono, D. 2018. Peningkatan hasil padi (*Oryza sativa L.*) dan kadar zink dalam beras melalui aplikasi zink sulfat Heptahidrat. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 45(3): 243–249.
- Hariyati, T., dan Lestari, R. 2021. Karakterisasi morfologi padi lokal Desa Tanjung Buka Kec. Tanjung Palas Tengah Kab. Bulungan. *Jurnal Agrotek Indonesia*. 6(2): 1–6.
- Hasanuzzaman, M., Bhuyan, M. H. M. B., Anee, T. I., Parvin, K., Nahar, K., Mahmud, J. A., and Fujita, M. 2020. Regulation of ascorbate–glutathione pathway in mitigating oxidative stress in plants under abiotic stress. *Antioxidants*. 9(9): 872–883.
- Huang, S., Yamaji, N., and Ma, J. F. 2021. Zinc transport in rice: how to balance optimal plant requirements and human nutrition. *Journal of Experimental Botany*. 73(6): 1800–1808.

- Husnain, A., dan Kasno, K. 2016. Pengelolaan hara dan teknologi pemupukan mendukung swasembada pangan di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 10(1): 25–36.
- Hu, X., Zhang, Y., Wang, L., Liu, Q., Li, J., and Chen, W. 2023. Effects of foliar zinc application on rice grain zinc content and nutrient uptake. *Field Crops Research*. 258, 108529.
- Islam, M. R., Sultana, A., Jahiruddin, M., and Islam, S. 2021. Effect of Soil application of Zinc on growth, yield and zinc concentration in rice varieties. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*. 3(6): 117–122.
- Kandil, E. E., Sharif, A. M., and Al-Dhabi, N. A. 2022. Zinc nutrition responses to agronomic and yield traits of rice (*Oryza sativa* L.) under different application methods. *Frontiers in Plant Science*. 13: 874321.
- Kundarwati., Rizki, A., Prima, D., dan Ambar, W., Dian. 2022. Hubungan asupan protein, vitamin A, Zink, dan Fe dengan kejadian stunting usia 1–3 Tahun. *Jurnal Gizi*. 11(1): 9–15.
- Pradipta, A, P., Ahmad Y., Samanhudi. 2017. Hasil padi hibrida genotype T1683 pada berbagai dosis pupuk NPK. *Agrotech Res Journal*. 1(2): 24-28.
- Rohaeni, W, R., and Susanto, U., 2020. Fe and Zn content of various genetic background of released rice varieties in Indonesia, *IOP Conf. Series : Earth and Environmental Science*. 752, 012057.
- Rostiana, M. 2018. Ketahanan padi ciherang terhadap penyakit blast dan hama penggerek batang. *Jurnal Tanaman Padi*. 49(4): 102–108.
- Sardar, S., Shahi, U. P., Ahluvalia, A. K., Kumar, R., Arya, R., and Singh, S. 2024. Effect of different zinc sources and application methods on content and uptake of micronutrients of basmati rice. *Journal of Global Agriculture and Ecology*. 16(3): 41–52.
- Sharifan, H., and Ma, X. 2021. Foliar application of Zn agrichemicals affects the bioavailability of arsenic, cadmium and micronutrients to rice (*Oryza sativa* L.) in flooded paddy soil. *Agriculture*. 11(6): 505–512.
- Sitaresmi, T., Hairmansis, A., Widayastuti, Y., Rachmawati, R., Susanto, U., Wibowo, B. P., Widayastuti, M. L., Rumanti, I. A., Suwarno, W. B., and Nugraha, Y. 2023. Advances in the development of rice varieties with better nutritional quality in Indonesia. *Journal of Agriculture and Food Research*. 12(1): 1–8.

- Song, Y., Jiang, M., Zhang, H., and Li, Ruiqing. 2021. Zinc oxide nanoparticles alleviate chilling stress in rice (*Oryza sativa L.*) by regulating antioxidative system and chilling response transcription factors. *Molecules*. 26(8): 2196–2208.
- Suryadi, Y., Santoso, J., and Wijayanti, R. 2021. Genetic variability and heritability of rice grain characters related to yield and quality. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 22(9): 3778–3784.
- Susanto, U., Rohaeni, W. R., dan Ramdhani, M. 2021. *Inpari Nutrizinc Padi Masa Kini Bernutrisi Zinc Tinggi*. Balai Besar Padi Balitbang Kementerian dan Sekolah Vokasi IPB.
- Thamrin, M., Suprihanto, Hasmi, I., Ardhiyanti, S.D., Suhartini, Nugroho, N., Wening, R.H., Pramudyawardani, E.F., Nafisah, Usyati, N., Hikmah, Z.M., Handoko, D.D., dan Norvyani, M. 2023. *Deskripsi Varietas Unggul Baru Padi*. Balai Besar Pengujian Standar Instrumen Padi. Sukamandi.
- Tuiwong, P., Lordkaew, S., Veeradittakit, J., Jamjod, S., and Prom-u-thai, C. 2022. Seed priming and foliar application with nitrogen and zinc improve seedling growth, yield, and zinc accumulation in rice. *Agriculture*. 12(2): 144–153.
- Trisnawaty, A. R., Asra, R., Megasari, R., Arnama, I. N., dan Yamin, M. 2024. Pertumbuhan dan produksi padi (*Oryza sativa L.*) hasil priming berbagai konsentrasi PEG-6000 pada cekaman kekeringan. *Journal Galung Tropika*. 13(2): 268–278.
- USDA. 2024. United States Department Of Agriculture. USDA Plants Database <https://plants.usda.gov/plant-profile/ORS>. Diakses pada tanggal, 08 November 2024.
- Wang, Y., Wei, Y., Dong, L., Lu, L., Feng, Y., Zhang, J., Pan, F., and Yang, X.-e. 2014. Improved yield and Zn accumulation for rice grain by Zn fertilization and optimized water management. *Journal of Zhejiang University*. 15(4): 365–374.
- Yu, H., Zhao, Y., Zhou, J., and Wang, X. 2023. A review on adsorption characteristics and influencing factors of heavy metals in soils: Implications for zinc mobility and bioavailability. *Environmental Science and Pollution Research*. 30(5): 12510–12526.