

**BIOFORTIFIKASI AGRONOMIS ZINC PADA TANAMAN JAGUNG
MANIS DAN JAGUNG UNGU DENGAN TEKNIK *PRIMING* BENIH
DAN PENYEMPROTAN DAUN**

(Tesis)

Oleh

Rusdi Sion
2224011010



**PROGRAM STUDI MAGISTER AGRONOMI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

BIOFORTIFIKASI AGRONOMIS ZINC PADA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN JAGUNG UNGU DENGAN TEKNIK *PRIMING* BENIH DAN PENYEMPROTAN DAUN

Oleh

RUSDI SION

Biofortifikasi adalah proses untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada tanaman agar lebih bergizi bagi pangan manusia. Terdapat dua jenis biofortifikasi yaitu agronomis dan genetik. Nutripriming, yaitu perendaman benih dalam larutan nutrisi, dan aplikasi penyemprotan foliar adalah contoh biofortifikasi agronomis. Penelitian menunjukkan bahwa priming dengan zinc sulfat (ZnSO_4) dapat meningkatkan pertumbuhan dan kandungan zinc pada tanaman seperti padi dan jagung, dan berpotensi memperbaiki produksi dan kualitas hasil panen. Aplikasi penyemprotan foliar juga mampu meningkatkan unsur hara mikro dalam tanaman. Kombinasi dari kedua teknik ini diduga dapat lebih efektif dalam biofortifikasi agronomis.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) non-faktorial dengan dua varietas jagung, yaitu jagung manis dan jagung ungu. Percobaan melibatkan tujuh perlakuan: Kontrol, Aplikasi Foliar ZnSO_4 0,5% dan 1%, Priming ZnSO_4 0,5% dan 1%, serta kombinasi Priming dan Aplikasi Foliar ZnSO_4 0,5% dan 1%. Setiap plot terdiri dari 20 tanaman jagung ungu dan diulang tiga kali. Aplikasi foliar dilakukan pada tahap anthesis serta 7 dan 14 hari setelah polinasi. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (Anara) dan uji beda nyata terkecil (BNT/LSD) pada taraf 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa (1) tidak ada perbedaan signifikan dalam pertumbuhan vegetatif antara jagung yang diberi perlakuan biofortifikasi dan yang tidak, (2) jagung ungu yang diberi perlakuan biofortifikasi menghasilkan biji dengan kandungan zinc tertinggi (62,2 mg/kg bobot kering biji), sedangkan jagung manis mencapai kandungan zinc tertinggi 47,63 mg/kg bobot kering biji, dan (3) kombinasi perlakuan terbaik untuk jagung ungu adalah nutripriming dan penyemprotan foliar ZnSO_4 0,5%, sementara untuk jagung manis adalah nutripriming dan penyemprotan foliar ZnSO_4 1%.

Kata kunci: Biofortifikasi, Nutripriming, Priming, Zinc

ABSTRACT

AGRONOMIC ZINC BIOFORTIFICATION ON SWEET CORN AND PURPLE CORN WITH SEED PRIMING AND FOLIAR APPLICATION

By

RUSDI SION

Biofortification is the process of increasing the nutrient content of plants to make them more nutritious for human food. There are two types of biofortification, namely agronomic and genetic. Nutripriming, which is soaking seeds in nutrient solutions, and foliar spraying applications are examples of agronomic biofortification. Research shows that priming with zinc sulfate (ZnSO_4) can increase growth and zinc content in plants such as rice and maize, and can potentially improve production and harvest quality. Foliar spraying applications can also increase micronutrients in plants. The combination of these two techniques is thought to be more effective in agronomic biofortification.

This study used a non-factorial Randomized Block Design (RBD) with two corn varieties, namely sweet corn and purple corn. The experiment involved seven treatments: Control, Foliar Application of ZnSO_4 0.5% and 1%, Priming ZnSO_4 0.5% and 1%, and a combination of Priming and Foliar Application of ZnSO_4 0.5% and 1%. Each plot consisted of 20 purple corn plants and was replicated three times. The foliar application was carried out at the anthesis stage and 7 and 14 days after pollination. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and the least significant difference test (LSD) at the 5% level.

The results showed that (1) there was no significant difference in vegetative growth between corn treated with biofortification and corn that was not, (2) purple corn treated with biofortification produced seeds with the highest zinc content (62.2 mg/kg dry weight of seeds), while sweet corn achieved the highest zinc content of 47.63 mg/kg dry weight of seeds, and (3) the best combination of treatments for purple corn was nutripriming and foliar spraying of 0.5% ZnSO_4 , while for sweet corn it was nutripriming and foliar spraying of 1% ZnSO_4 .

Keyword : *Biofortificaion, Nutripriming, Priming, Zinc*

Judul Tesis : BIOFORTIFIKASI AGRONOMIS
ZINC PADA TANAMAN JAGUNG
MANIS DAN JAGUNG UNGU
DENGAN TEKNIK PRIMING
BENIH DAN PENYEMPROTAN
DAUN

Nama Mahasiswa : Rusdi Sion

Nomor Pokok Mahasiswa : 2224011010

Program Studi : Magister Agronomi

Fakultas : Pertanian



Agustiansyah

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

Paul Benyamin Timotiwi

Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwi
NIP. 196209281987031001

2. Ketua Program Studi Magister Agronomi

Yusnita

Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc
NIP. 196108031986032002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : Dr. Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S.

Anggota 1 : Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

Anggota 2 : Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc.

2. Dekan Fakultas Pertanian

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

NIP 196411181989021002

3. Direktur Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.

NIP 196403261989021001

Tanggal Lulus Ujian Tesis : 8 Agustus 2024

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, menyatakan bahwa tesis saya yang berjudul "BIOFORTIFIKASI AGRONOMIS ZINC PADA TANAMAN JAGUNG MANIS DAN JAGUNG UNGU DENGAN TEKNIK PRIMING BENIH DAN PENYEMPROTAN DAUN" merupakan hasil karya saya sendiri bukan karya orang lain. Adapun bagian-bagian tertentu pada thesis ini, saya kutip dari karya orang lain dan telah saya tuliskan sumbernya secara jelas sesuai dengan kaidah, norma dan etika penulisan karya tulis ilmiah Universitas Lampung. Apabila dikemudian hari ditemukan bahwa thesis ini merupakan hasil salinan atau dibuat oleh orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan sanksi akademik yang berlaku.

Bandar Lampung, 14 Agustus 2024
Penulis



Rusdi Sion
2224011010

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada 18 September 1999. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Bapak Ir. Ruslie Fin dan Ibu Elisabet Katarina. Tahun 2005 penulis menyelesaikan studi pendidikannya di TK Xaverius 2 Bandar Lampung. Selanjutnya, pada tahun 2011 penulis lulus dari SD Xaverius 2 Bandar Lampung dan menyelesaikan pembelajaran tingkat Sekolah Menengah Pertama di SMP Xaverius 3 Bandar Lampung pada tahun 2014. Penulis lulus dari SMA Xaverius Bandar Lampung pada tahun 2017 dan melanjutkan studi Strata 1 pada tahun 2017 di jurusan agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan lulus pada tahun 2022. Penulis selanjutnya melanjutkan studi Strata 2 pada 2022 di prodi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

Penulis merupakan seorang manajer produksi hortikultura dan konsultan kebun di sebuah perusahaan *startup* pertanian Pt. Agrotama Surya Abadi selama 1,5 tahun masa studinya di Strata-2. Di perusahaan penulis melakukan budidaya tanaman melon premium dan bermacam-macam jenis sayuran sehat. Tidak hanya itu, penulis juga menjalin kerjasama dengan salah satu UMKM lokal yaitu Alpukat Bang Panji di Bandar Lampung dalam budidaya dan pembibitan tanaman buah komoditas alpukat. Dalam penelitiannya, penulis mendapatkan hibah dana penelitian dari Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan Nasional untuk mendanai penelitiannya. Menjelang akhir masa studinya peneliti kini berfokus dalam menjalankan usaha jasa konsultasi sistem pertanian modern dengan beberapa *client* setelah keluar dari pekerjaan sebelumnya. Peneliti berencana melanjutkan studi Strata-3 di luar negeri.

Na paro param nikubbetha
nātimaññetha katthaci nam kanci,
Byārosanā patigha-saññā nāñña-maññassa
dukkham-iccheyya
– Karaniya Metta Sutta Ayat ke-6 –

*Judge Nothing, You will be Happy
Forgive Everthing, You will be Happier
Love Everything, You will be Happiest
-Gautama Buddha-*

Yesterday is History
Tomorrow is Mystery,
But Today is A Gift
That's Why it's called the Present
-Master Oogway-

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Sanghyang Adi Buddha yang memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga tesis ini dapat diselesaikan dengan tepat waktu

Tesis dengan Judul “*Biofortifikasi Agronomis Zinc Pada Tanaman Jagung Manis Dan Jagung Ungu Dengan Teknik Priming Benih Dan Penyemprotan Daun*” adalah salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pertanian Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, Penulis menyamoaikan terima kasih kepada

1. Ibu Prof. Dr, Ir Lusmeilia Afriani, D. E. A. IPM. ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan selaku penguji pertama tesis ini. Terima kasih atas waktu, bimbingan, saran, kritik, motivasi dan kesabaran serta materi yang diberikan dalam proses penyelesaian tesis ini
3. Bapak Prof. Dr.Ir. Murhadi, M.Si. selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung
4. Ibu Prof. Dr. Ir. Yusnita, M.Sc., selaku Ketua Prodi Magister Agronomi.
5. Bapak Dr. Agustiansyah, S.P., M.P. selaku pembimbing utama dalam penyusunan tesis ini. Terima kasih atas waktu, bimbingan, saran, kritik, motivasi dan kesabaran serta materi yang diberikan dalam proses penyelesaian thesis ini maupun selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
6. Bapak Dr, Ir. Paul Benyamin Timotiwu, M.S. selaku pembimbing kedua pada penyusunan thesis ini. Terima kasih atas waktu, bimbingan, saran, kritik, motivasi dan bimbingan dalam proses penyelesaian tesis serta materi yang

diberikan dalam proses penyelesaian thesis ini maupun selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.

7. Bapak Dr. Ir. Agus Karyanto, M.Sc. selaku penguji kedua pada thesis ini. Terima kasih atas waktu, bimbingan, saran, kritik, motivasi yang diberikan dalam proses penyelesaian tesis ini
8. Seluruh dosen fakultas pertanian yang telah memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa prodi magister agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung
9. Ayahanda dan Ibunda sebagai sumber motivasi penulis yang selalu memberikan doa dan restunya dalam mendukung moril serta materil
10. Seluruh keluarga besar yang selalu memberikan semangat, motivasi dan doa kepada penulis
11. Rekan-rekan Magister Agronomi 2022 Fakultas Pertanian Universitas Lampung, adik-adik praktikan asistensi, rekan-rekan Lab. Benih terima kasih atas dukngan, motivasi, saran, dan doa yang diberikan.
12. Semua Pihak yang terlibat dalam penulisan skripsi ini baik secara langsung maupun tidak langsung

Semoga Kasih karunia serta kebaikan yang berlimpah dari- Nya menyertai Penulis dan pihak yang terlibat secara langsung maupun langsung dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap skripsi ini memberikan manfaat dan motivasi bagi Penulis maupun pembaca

Bandar Lampung
Penulis

Rusdi Sion

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan.....	3
1.3 Kerangka Pemikiran	4
1.4 Hipotesis	9
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	10
2.1 Klasifikasi Jagung Manis dan Jagung Ungu	10
2.1.1 Jagung Manis	10
2.1.2 Jagung Ungu	11
2.2 Dampak Kekurangan Seng Pada Tanaman Dan Kesehatan Manusia	11
2.2.1 Peran dan dampak kekurangan zinc	11
2.2.2 Dampak Kekurangan Zinc pada Kesehatan Manusia	12
2.3 Program Diversifikasi Pangan Nasional Melalui Konsumsi Pangan Fungsional	14
2.4 Teknik Biofortifikasi Jagung dan Analisis Keberhasilannya.	15
III. METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Tempat dan Waktu	17
3.2 Alat dan Bahan	17
3.3 Rancangan Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Percobaan.....	18
3.4.1 Persiapan lahan penanaman	18
3.4.2 Persiapan Benih Jagung dan <i>Priming</i> Benih.....	19

3.5 Variable Pengamatan.....	24
3.5.1 Indikator Perkecambahan dan pertumbuhan vegetatif.....	24
3.5.2 Indikator Hasil.....	25
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1 HASIL	27
4.1.1 Hasil Jagung Ungu	27
4.1.2 Hasil Jagung Manis	36
4.2 Pembahasan	47
V. KESIMPULAN	53
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rata-rata persentase jumlah kecambah minggu pertama	27
2. Rata-rata tinggi tanaman jagung ungu setiap minggu pengamatan	28
3. Rata-rata pertambahan tinggi tanaman jagung ungu.....	29
4. Rata-Rata Bobot Brangkasan Tanaman Jagung Ungu.....	29
5. Rata-rata jumlah daun tanaman jagung ungu setiap minggu pengamatan...	30
6. Rata-rata pertambahan daun setiap minggu pengamatan.....	31
7. Nilai kehijauan daun tanaman jagung ungu.....	31
8. Nilai konversi tingkat kehijauan daun kedalam kandungan klorofil	32
9. Kandungan klorofil pada daun selama waktu pengamatan.....	33
10. Bobot brangkasan dan karakteristik tongkol jagung ungu.....	34
11. Bobot biji dan kandungan zinc pada biji jagung ungu.....	34
12. Rata-rata jumlah kecambah jagung manis yang muncul pada minggu.....	36
13. Rata-rata tinggi tanaman jagung manis setiap minggu pengamatan.....	37
14. Rata-rata pertambahan tinggi tanaman jagung manis setiap minggu	37
15. Rata-Rata Bobot Brangkasan Tanaman Jagung Manis.....	38
16. Rata-rata jumlah daun tanaman jagung manis setiap minggu pengamatan .	39
17. Rata-rata pertambahan daun setiap minggu pengamatan.....	39
18. Nilai kehijauan daun tanaman jagung manis	40
19. Nilai konversi tingkat kehijauan daun kedalam kandungan klorofil	41
20. Kandungan klorofil pada daun selama waktu pengamatan.....	42
21. Bobot brangkasan dan karakteristik tongkol jagung manis	45
22. Bobot biji dan kandungan zinc pada biji jagung manis	45
23. Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Kecambah Jagung Ungu	60
24. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	60

25. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah ...	60
26. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Ungu.....	60
27. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	61
28. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah ...	61
29. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Ungu.....	61
30. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	61
31. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah ...	61
32. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Ungu.....	62
33. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	62
34. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah ...	62
35. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Ungu Pada 1	62
36. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	63
37. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung ...	63
38. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Ungu Pada 2	63
39. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	63
40. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung ...	63
41. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Ungu Pada 3	64
42. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	64
43. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung ...	64
44. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Ungu Pada 4	64
45. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	64
46. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung ...	65
47. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Ungu Pada 5	65
48. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	65
49. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung ...	65
50. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Ungu Pada 6	66
51. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	66
52. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung ...	66
53. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Ungu	66
54. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman ...	67
55. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	67
56. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Ungu	67

57. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman...	67
58. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	67
59. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Ungu	68
60. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman...	68
61. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	68
62. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Ungu	68
63. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman...	69
64. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	69
65. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Ungu	69
66. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman...	69
67. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	69
68. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Ungu	70
69. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman...	70
70. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	70
71. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	70
72. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	71
73. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	71
74. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	71
75. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	71
76. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	71
77. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	72
78. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	72
79. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	72
80. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	72
81. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	73
82. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	73
83. Tingkat Kehijauan Daun Tanaman Jagung Ungu Pada 62 HST (CCI)	73
84. Uji Homogenitas Tingkat Kehijauan Daun Tanaman Jagung Ungu 62 HST	73
85. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman.....	73
86. Pengaruh Perlakuan Terhadap Luas Daun Tanaman Jagung Ungu (Cm ²)..	74
87. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Luas Daun.....	74
88. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Luas Daun Tanaman.....	74

89. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	74
90. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	75
91. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	75
92. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	75
93. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	75
94. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	75
95. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	76
96. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	76
97. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	76
98. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	76
99. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	77
100. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	77
101. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	77
102. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	77
103. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	77
104. Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis Tanaman Jagung Ungu	78
105. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis.....	78
106. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis Tanaman....	78
107. Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis Tanaman Jagung Ungu	78
108. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis.....	79
109. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis Tanaman....	79
110. Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis Tanaman Jagung Ungu	79
111. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis.....	79
112. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Anthesis Tanaman....	79
113. Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Silking Tanaman Jagung Ungu	80
114. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Silking Tanaman	80
115. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Silking Tanaman	80
116. Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Silking Tanaman Jagung Ungu	80
117. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Silking Tanaman	81
118. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Fase Silking Tanaman	81
119. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan Basah Tanaman	81
120. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	81

121. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	81
122. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan Kering Tanaman	82
123. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	82
124. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	82
125. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Tongkol Basah Tanaman Jagung	82
126. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Tongkol Basah	83
127. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Tongkol Basah	83
128. Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Tongkol Tanaman Jagung	83
129. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Tongkol	83
130. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Tongkol	83
131. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Baris Biji Jagung Tanaman	84
132. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Bari Biji	84
133. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Baris Biji	84
134. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Tongkol Tanaman Jagung	84
135. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Tongkol	85
136. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Tongkol	85
137. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Biji Tanaman Jagung	85
138. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Biji	85
139. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Biji	85
140. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Zinc Biji Tanaman Jagung	86
141. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Zinc Biji	86
142. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Zinc Biji	86
143. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Manis	86
144. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan	87
145. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan	87
146. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Manis	87
147. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan	87
148. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan	87
149. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Manis	88
150. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan	88
151. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan	88
152. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Manis	88

153. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	89
154. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	89
155. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan Kecambah Jagung Manis.....	89
156. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	89
157. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kemunculan.....	89
158. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Manis Pada 1.....	90
159. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	90
160. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	90
161. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Manis Pada 2.....	90
162. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	91
163. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	91
164. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Manis Pada 3.....	91
165. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	91
166. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	91
167. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Manis Pada 4.....	92
168. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	92
169. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	92
170. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Manis Pada 5.....	92
171. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	93
172. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	93
173. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Jagung Manis Pada 6.....	93
174. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	93
175. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman	93
176. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis	94
177. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun.....	94
178. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	94
179. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis	94
180. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun.....	95
181. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	95
182. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis	95
183. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun.....	95
184. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	95

185. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis	96
186. Uji Homogenitas jumlah Daun Tanaman Jagung Manis Pada 4 MST	96
187. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	96
188. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis	96
189. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun	96
190. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	97
191. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman Jagung Manis	97
192. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun	97
193. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	97
194. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	97
195. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	98
196. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	98
197. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	98
198. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	98
199. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	98
200. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	99
201. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	99
202. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman	99
203. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	99
204. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	99
205. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman ...	100
206. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan Daun Tanaman	100
207. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tingkat Kehijauan	100
208. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Tanaman ...	100
209. Pengaruh Perlakuan Terhadap Luas Daun Tanaman Jagung Manis (Cm ²)	101
210. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Luas Daun	101
211. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Luas Daun Tanaman	101
212. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman	101
213. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil	101
214. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil	102
215. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman	102
216. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil	102

217.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	102
218.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	102
219.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	103
220.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	103
221.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	103
222.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	103
223.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	103
224.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil Daun Tanaman.....	104
225.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	104
226.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Klorofil.....	104
227.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Kemunculan Tassel Fase	104
228.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tassel Fase Anthesis	104
229.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tassel Fase Anthesis	105
230.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Kemunculan Tassel Fase	105
231.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tassel Fase Anthesis	105
232.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tassel Fase Anthesis	105
233.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Persentase Kemunculan Tassel Fase	106
234.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tassel Fase Anthesis	106
235.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertambahan Tassel	106
236.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Tongkol Jagung Pada Fase Silking.....	106
237.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tongkol Jagung Pada ...	107
238.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tongkol Jagung Pada	107
239.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Tongkol Jagung Pada Fase Silking.....	107
240.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Tongkol Jagung Pada ...	107
241.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Tongkol Jagung	107
242.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan Basah Tanaman	108
243.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	108
244.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	108
245.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan Kering Tanaman.....	108
246.	Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	108
247.	Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Brangkasan	109
248.	Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Tongkol Basah Tanaman Jagung	109

249. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Tongkol Basah	109
250. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Tongkol Basah	109
251. Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Tongkol Tanaman Jagung	109
252. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Tongkol	110
253. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Panjang Tongkol	110
254. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Baris Biji Jagung Tanaman	110
255. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Bari Biji	110
256. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Baris Biji	110
257. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Tongkol Tanaman Jagung ...	111
258. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Tongkol ...	111
259. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Tongkol	111
260. Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Biji Tanaman Jagung	111
261. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Biji	111
262. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Berat Kering Biji	112
263. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Zinc Biji Tanaman Jagung	112
264. Uji Homogenitas Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Zinc Biji	112
265. Analisis Ragam Pengaruh Perlakuan Terhadap Kandungan Zinc Biji	112

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Bagan Kerangka Pemikiran.....	8
2. Persiapan Lahan Penelitian	19
3. Pengelompokkan Benih Ke Masing Masing Perlakuan.....	20
4. Priming Benih Jagung.....	21
5. Perawatan Tanaman Jagung.....	22
6. Aplikasi Semprot Foliar Larutan Zinc Sulfat.....	23
7. Grafik Rata-Rata Persentase Kecambah Pengamatan Hari Ke-3	28
8. Grafik Luas Daun Tanaman Jagung Ungu Masing Masing Perlakuan.....	32
9. Grafik Persentase Fase Anthesis Dan Fase Silking Jagung Ungu	33
10. Grafik Kandungan Zinc Jagung Ungu	35
11. Grafik Luas Daun Tanaman Jagung Manis.....	42
12. Grafik Persentase Fase Anthesis Jagung Manis.....	43
13. Grafik Persentase Fase Silking Jagung Manis	44
14. Grafik Rata-Rata Kandungan Zinc Jagung Manis	47
15. Transport Zinc Di Dalam Sel Tanaman	52
16. Pengujian Sampel Tanah Menggunakan Perangkat <i>Soil Test Kit</i>	113
17. Perkecambahan Tanaman Jagung Ungu	114
18. Pengukuran Tinggi Tanaman Jagung Ungu.....	114
19. Perawatan Tanaman Jagung Ungu.....	115
20. Pengamatan Kehijauan Daun Tanaman Jagung Ungu.....	116
21. Pengamatan Fase Anthesis Tanaman Jagung Ungu.....	116
22. Pengamatan Fase Silking Tanaman Jagung Ungu	117
23. Pengamatan Perkembangan Jagung Ungu	117
24. Sampel Pengamatan Jagung Ungu Perlakuan P ₀ , P ₁ , dan P ₂ Ulangan Ke-1 ..	118

25. Sampel Pengamatan Jagung Ungu Perlakuan P ₃ , P ₄ , dan P ₅ Ulangan Ke-1 ..	119
26. Sampel Pengamatan Jagung Perlakuan P ₆ Ulangan Ke-1, Perbandingan Sampel Terbaik dari Masing-Masing Perlakuan pada Ulangan 1, dan Perlakuan P ₀ Ulangan Ke-2.....	120
27. Sampel Pengamatan Jagung Ungu Perlakuan P ₁ , P ₂ , Dan P ₃ Ulangan Ke-2 .	121
28. Sampel Pengamatan Jagung Ungu Perlakuan P ₄ , P ₅ , Dan P ₆ Ulangan Ke-2 .	122
29. Perbandingan Sampel Jagung Ungu Terbaik dari Masing-Masing Perlakuan Ulangan 2, Sampel Pengamatan Perlakuan P ₀ , dan P ₁ Ulangan Ke-3	123
30. Sampel Pengamatan Jagung Ungu Perlakuan P ₁ , P ₂ , dan P ₃ Ulangan Ke-3 .	124
31. Sampel Pengamatan Jagung Ungu Perlakuan P ₅ , P ₆ , dan Perbandingan Sampel Terbaik dari Masing-Masing Perlakuan pada Ulangan Ke-3	125
32. Perkecambahan Tanaman Jagung Manis	126
33. Pengukuran Tinggi Tanaman Jagung Manis.....	126
34. Perawatan Tanaman Jagung Manis.....	127
35. Pengamatan Kehijauan Daun Tanaman Jagung Manis	128
36. Pengamatan Fase Anthesis Tanaman Jagung Manis.....	128
37. Pengamatan Fase Silking Tanaman Jagung Manis	129
38. Pengamatan Perkembangan Jagung Manis	129
39. Sampel Pengamatan Jagung Manis Perlakuan P ₀ , P ₁ , dan P ₂ Ulangan Ke-1 .	130
40. Sampel Pengamatan Jagung Manis Perlakuan P ₃ , P ₄ , dan P ₅ Ulangan Ke-1 .	131
41. Sampel Pengamatan Jagung Manis Perlakuan P ₆ , Perbandingan Sampel Terbaik dari Masing-Masing Perlakuan pada Ulangan 1, dan Perlakuan P ₀ Ulangan Ke-2	132
42. Sampel Pengamatan Jagung Manis Perlakuan P ₁ , P ₂ , dan P ₃ Ulangan Ke-2	133
43. Sampel Pengamatan Jagung Manis Perlakuan P ₄ , P ₅ , dan P ₆ Ulangan Ke-2 .	134
44. Perbandingan Sampel Jagung Manis Terbaik dari Masing-Masing Perlakuan Pada Ulangan 2, Perlakuan P ₀ , dan P ₁ Ulangan Ke-3	135
45. Sampel Pengamatan Jagung Manis Perlakuan P ₁ , P ₂ , dan P ₃ Ulangan Ke-3	136
46. Sampel Pengamatan Jagung Manis Perlakuan P ₅ , P ₆ , dan Perbandingan Sampel Terbaik dari Masing-Masing Perlakuan Pada Ulangan Ke-3	137
47. Hasil Analisis Tanah Di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung (LTSIT).....	138
48. Hasil Kandungan Zinc Jagung Ungu Pada Sampel dari Berbagai Perlakuan dan Ulangan Di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung (LTSIT).....	139

49. Hasil Kandungan Zinc Jagung Manis Pada Sampel dari Berbagai Perlakuan dan Ulangan Di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung (LTSIT).....	140
---	-----

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zinc/seng (Zn) merupakan salah satu komponen zat gizi yang esensial dan menjadi pusat perhatian karena perannya yang penting untuk kesehatan. Zinc berperan dalam meningkatkan kekebalan tubuh sehingga memiliki peran penting dalam pencegahan infeksi oleh berbagai macam patogen. Kekurangan zinc pada tubuh dapat menyebabkan beberapa implikasi kesehatan. 1 dari 3 populasi manusia di dunia mengalami kekurangan zinc khususnya di daerah negara berkembang dan berkembang dengan tingkat kemiskinan yang tinggi (Wessells *et al.*, 2012). Menurut Brown (1998), kekurangan zinc pada masa pertumbuhan dapat menyebabkan *stunting* dan terlambatnya kematangan fungsi seksual. Selain itu anak-anak yang kekurangan zinc dapat mudah terkena paparan penyakit seperti diare, infeksi saluran pernafasan dan sebagainya.

Diversifikasi pangan lokal merupakan gagasan pemerintah untuk mengurangi tingkat konsumsi beras. Menurut Bappenas (2006), diversifikasi pangan merupakan suatu upaya untuk peningkatan konsumsi aneka ragam pangan dengan prinsip gizi seimbang. Diversifikasi konsumsi pangan juga mampu berperan dalam memenuhi kebutuhan gizi, kesehatan dan meningkatkan kualitas sumber daya manusia, yang meliputi pertumbuhan fisik, mental, kecerdasan dan juga produktivitas kerja (Dewi & Ginting, 2012). Beberapa pangan lokal yang ditawarkan berupa umbi-umbian lokal seperti singkong, talas, ubi ungu, dll serta beberapa jenis sereal lokal. Salah satu sereal lokal yang dicanangkan adalah jagung.

Jagung diusung oleh pemerintah untuk dijadikan sebagai pangan yang bersifat fungsional dengan menjadikan jagung sebagai komoditi yang dapat memiliki

manfaat lebih selain menjadi bahan baku pakan. Menurut Suarni & Muh. Yasin (2016) pangan fungsional adalah bahan pangan yang mengandung komponen bioaktif yang memberikan efek fisiologis multifungsi bagi tubuh, antara lain memperkuat daya tahan tubuh, mengatur ritme kondisi fisik, memperlambat penuaan, dan membantu pencegahan penyakit. Jagung dipilih sebagai bahan pangan fungsional karena memiliki beberapa keunggulan seperti kaya akan kandungan serat dan protein. Jagung mengandung unsur-unsur makro dan mikro yang dibutuhkan oleh tubuh, memiliki kandungan glikemik yang rendah sehingga aman bagi konsumen pengidap diabetes, mudah diperoleh dan memiliki variasi yang cukup tinggi dalam pengolahan konsumsi, dan kandungan nutrisi yang terkandung tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan variasi pengolahan tersebut.

Priming merupakan suatu kegiatan perlakuan benih yang dilakukan pada awal persemaian yang memiliki peran untuk memperbaiki sekaligus mengefisienkan perkecambahan pada benih. *Priming* membantu benih dengan cara menghidrasi kembali benih sehingga memacu sistem metabolisme untuk dapat kembali bekerja secara optimal, sehingga benih dapat berkecambah lebih cepat dan lebih awal muncul ke permukaan tanah dibandingkan dengan benih tanpa *priming*. Terdapat berbagai jenis teknik *priming* yang dapat diterapkan pada benih. teknik tersebut meliputi *hidropriming*, *osmopriming*, *solid matrix priming*, *hormopriming*, *biopriming*, dan *chemical priming* (Lutts *et al.*, 2016). Semua teknik memiliki kelebihan dan kekurangan, akan tetapi memiliki tujuan yang sama yaitu untuk mempercepat dan menyeragamkan perkecambahan benih.

Priming benih termasuk kedalam salah satu teknik biofortifikasi tanaman. Teknik biofortifikasi bertujuan untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada beberapa tanaman khususnya tanaman pangan melalui teknik pemuliaan tanaman konvensional, teknik transgenik, dan biofortifikasi agronomi (melalui penggunaan pupuk yang mengandung nutrisi mikro). Teknik biofortifikasi dapat memperbaiki pertumbuhan dan perkembangan tanaman komoditas yang diperlakukan. Tidak hanya pertumbuhan dan perkembangan menurut Monasterio *et al.* (2007), teknik biofortifikasi menargetkan peningkatan kandungan nutrisi mikro pada komoditas

pangan pokok. Menurut target dari *The Harvestplus* untuk biofortifikasi zinc pada jagung adalah 60 mg Zn/Kg bobot kering, dengan rata-rata target pada 38-40 mg Zn/Kg bobot kering. Lambatnya kegiatan pemuliaan yang menargetkan peningkatan kandungan zinc pada jagung menjadi masalah karena kuatnya pengaruh genotipe dan interaksi dengan lingkungan mempengaruhi konsentrasi zinc biji jagung yang belum matang (*Immature/sweetcorn*) (Cheah *et al.*, 2022). Kurang tersedianya genotipe yang konsisten untuk meningkatkan kandungan zinc dengan konsentrasi yang tinggi pada biji jagung manis menjadi dasar untuk dilakukannya penelitian ini.

Pada teknik *priming* nutrisi mikro (*nutripriming*) menurut Choukri *et al.* (2022), *priming* benih menggunakan larutan Zn mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif pada masa awal pertumbuhan tanaman. Selain itu juga, kandungan zinc pada hasil jagung ikut meningkat sebesar 15%. Tidak hanya menggunakan teknik *priming*, teknik penyemprotan nutrisi mikro melalui daun (*foliar spray*) dapat juga meningkatkan kandungan nutrisi mikro pada biji jagung yang diperlakukan. Menurut Cheah *et al.* (2022), penyemprotan zinc sulfat dengan konsentrasi 0,5% pada fase anthesis mampu meningkatkan konsentrasi zinc pada biji jagung sebesar 60%. Dengan peningkatan biofortifikasi agronomi yang meliputi *priming* dan aplikasi semprot foliar pada daun terhadap tanaman jagung, khususnya jagung manis dan jagung ungu diharapkan kandungan zinc pada biji jagung dapat meningkat dengan penerapan kedua teknik tersebut secara bersamaan.

1.2 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan masalah yang telah dipaparkan, maka penelitian ini memiliki tujuan yaitu:

1. Mengetahui respon pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung manis dan jagung ungu terhadap teknik biofortifikasi agronomis yang diaplikasikan.
2. Mengetahui perlakuan teknik biofortifikasi agronomis yang terbaik dalam meningkatkan kandungan zinc pada biji jagung manis dan jagung ungu.
3. Mengetahui perbedaan respon tanaman jagung manis dan jagung ungu dalam mengakumulasi zinc akibat aplikasi biofortifikasi agronomis (*nutripriming* dan aplikasi semprot foliar)

1.3 Kerangka Pemikiran

Kebutuhan hara pada tanaman jagung memiliki kesamaan kebutuhan hara pada tanaman pada umumnya. Hara memiliki peran dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman merupakan hal yang mutlak. Hara yang diberikan dapat dibagi menjadi 2 berdasarkan tingkat kebutuhannya yaitu hara makro dan mikro. Kecukupan akan hara selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan mendukung produktivitas tanaman untuk mencapai titik yang paling optimal. Hara makro tanaman meliputi Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Sulfur (S) dan Magnesium (Mg). Hara – hara tersebut beberapa dapat dikatakan sebagai hara makro esensial karena perannya tidak dapat digantikan oleh hara lainnya. Selain makro terdapat juga hara mikro meliputi Besi (Fe), Zinc (Zn), Tembaga (Cu), Boron (B), Mangan (Mn), Molybdenum (Mo), dan Klor (Cl) (Kumar, 2013).

Beberapa unsur hara makro maupun mikro bersifat *immobile* salah satunya adalah zinc. Zinc merupakan unsur hara mikro yang berperan dalam menjaga pertumbuhan, perkembangan serta kesehatan dari tanaman itu sendiri. Hampir sama seperti tanaman, menurut Roohani *et al.* (2013), pada manusia zinc berperan dalam merawat dan menjaga kestabilan metabolisme, meliputi perlindungan dari berbagai infeksi penyakit, kestabilan hormonal pada ibu menyusui dan hamil, serta berperan penting dalam pertumbuhan dan perkembangan balita.

Zinc pada tanaman memiliki peran yang dinamis dalam metabolisme protein, pembentukan karbohidran, regulasi IAA, berperan sebagai komponen utama penyusun enzim penting, proteinase dan dehidrogenase. Zinc juga mempercepat pemasakan benih, produksi dan pembentukan pati (Fageria, 2002). Sifatnya *immobile*, membuat pengaplikasian zinc yang optimal dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu dengan cara penyeprotan foliar pada daun dan perlakuan *priming* benih dengan larutan zinc.

Peningkatan kandungan nutrisi pada komoditas pangan merujuk pada gagasan ide biofortifikasi pangan. Biofortifikasi atau *biological fortification* merupakan peningkatan nutrisi yang dilakukan pada suatu komoditas tanaman yang bertujuan

untuk meningkatkan ketersediaan hayati untuk populasi manusia yang dikembangkan dan ditumbuhkan dengan bioteknologi moderen, pemuliaan tanaman konvensional dan praktek agronomis (Garg *et al.*, 2018). Menurut (Adu *et al.*, 2018), biofortifikasi secara agronomis bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi dari target nutrisi yang akan ditingkatkan kandungannya kedalam porsi makan (*edible portion*) dari komoditas pangan. Mineral yang ditargetkan peningkatannya terkandung di dalam porsi makan komoditas dan mampu dijadikan asupan makanan dengan kandungan dan konsentrasi mineral tertarget lebih tinggi dibandingkan komoditas pada umumnya yang tidak ditingkatkan kandungan nutrisinya.

Aplikasi biofortifikasi agronomis dilakukan melalui tanah, aplikasi penyeprotan melalui daun, *nutripriming* (*priming* benih), dan budidaya tanpa tanah (Bhardwaj *et al.*, 2022). Dua jenis biofortifikasi yaitu aplikasi penyemprotan melalui daun (*foliar application*) dan *nutripriming* (*priming* benih) menjadi sorotan karena memiliki tingkat keberhasilan yang cukup signifikan. *Priming* benih merupakan suatu kegiatan merendam atau menghidrasi benih secara perlahan pada larutan tertentu sebelum nantinya benih akan dikecambahkan dengan tujuan untuk meningkatkan vigor benih tanaman yang di *priming* tersebut (Sulaiman *et al.*, 2016). Vigor benih meningkat sebagai efek dari metabolisme di dalam benih yang aktif. Menurut (Pawar & Laware, 2018) stimulasi kinerja metabolisme yang aktif pada benih setelah di *priming* mampu mencegah efek deteorasi benih yang sudah lama disimpan.

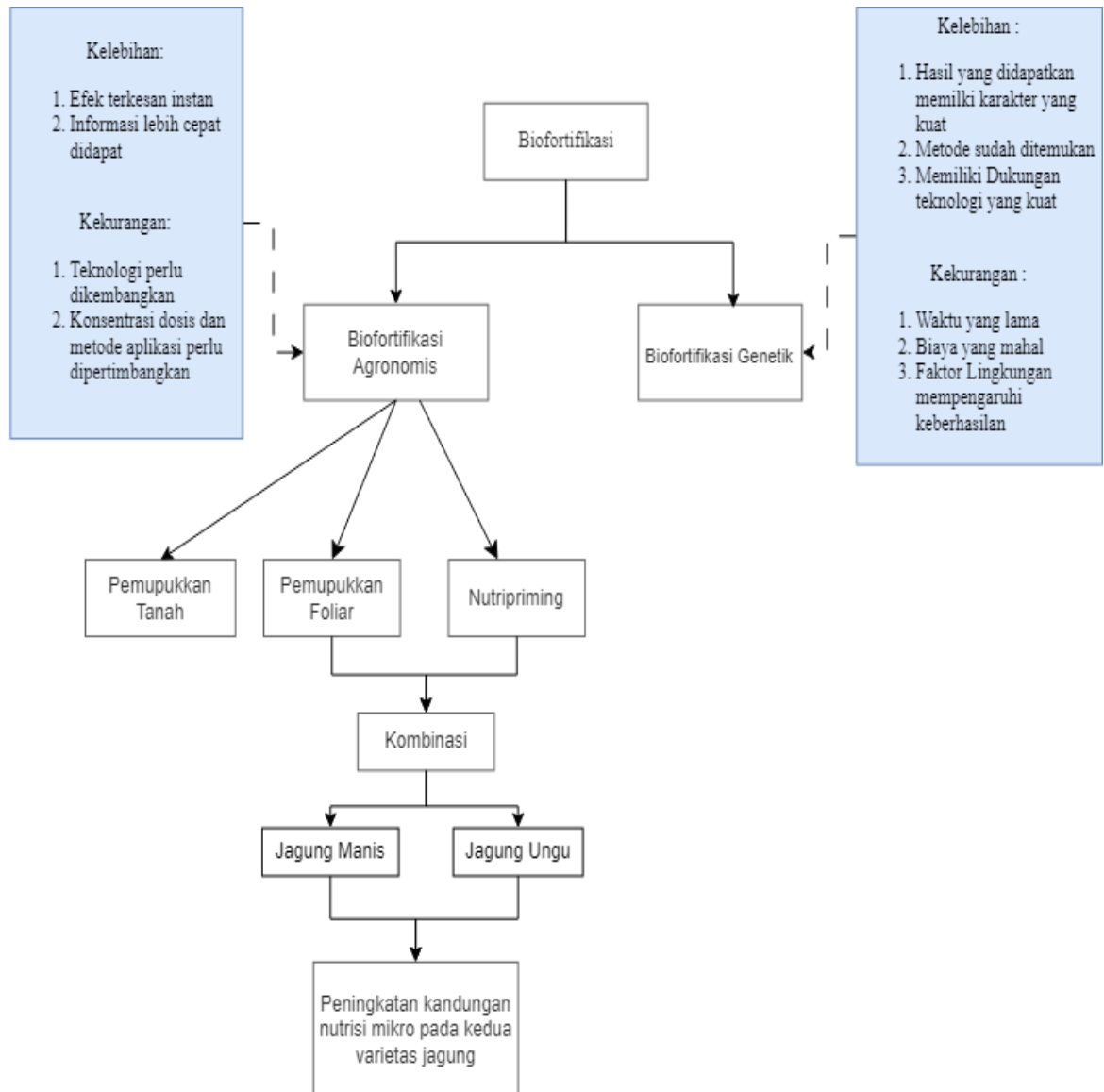
Beberapa teknik *priming* yang sudah dikembangkan belakangan ini meliputi *hydropiriming*, *halo-priming*, *osmo-priming*, *matrix priming*, *osmohardening*, *on-farm priming*, *hormopriming*, *mmicronutrient priming* (*nutripriming*), *biopriming*, dan *nanoparticle priming* (Pawar & Laware, 2018). Teknik *priming* yang mudah dan praktis adalah *hydropriming*. Teknik *hydropriming* menggunakan air sebagai bahan untuk menghidrasi benih dengan cara direndam. Benih yang sudah terdeteorasi akan mengalami kebocoran elektrolit selama perendaman. Hal ini ditandai dengan meningkatnya partikel elektrolit di dalam air dan dapat diukur dengan alat EC meter (Fatokun *et al.*, 2022). Dengan perendaman ini juga benih-

benih yang belum terdeteriorasi (memiliki tingkat kebocoran elektrolit yang rendah atau belum sama sekali) dapat dicegah kerusakannya. Benih yang di-*priming* akan aktif bermetabolisme, termasuk di dalamnya yaitu perbaikan beberapa molekul biomolekuler meliputi DNA, RNA, protein, enzim, dan membran sel.

Berbeda dengan *hydropriming*, *nutripriming* melibatkan benih yang direndam dalam larutan yang mengandung nutrisi untuk meningkatkan kualitas benih dengan meningkatkan kandungan nutrisi yang terkandung di dalam benih. Penggunaan *nutripriming* dikhususkan untuk beberapa nutrisi khususnya nutrisi mikro yang berperan penting dalam pertumbuhan dan perkecambahan benih pada awal pertumbuhan. Menurut (Farooq *et al.*, 2012) pemberian nutrisi mikro pada tanaman dapat dilakukan melalui 3 teknis yaitu pada tanah dengan pemupukan konvensional, diseprokan pada daun atau diaplikasikan secara langsung ke benih. Menurut Bhardwaj *et al.* (2022) *nutripriming* lebih menekankan bukan hanya vigor bibit yang ditingkatkan namun, diharapkan kandungan nutrisi dari bibit yang berkecambah juga ikut meningkat. Menurut Tuiwong *et al.*, (2022) *priming* benih menggunakan pupuk nitrogen dan zinc mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman padi hingga umur 21 hari. Tidak hanya pertumbuhan, benih yang di-*priming* menggunakan pupuk nitrogen dan zinc sulfat atau hanya dengan zinc sulfat saja menunjukkan adanya peningkatan kandungan zinc pada umur 7, 14, dan 21 hari sejak ditanam dibandingkan perlakuan lainnya. Tidak hanya itu menurut penelitian Tuiwong *et al.*, (2022) penyemprotan pupuk secara foliar menggunakan larutan yang mengandung zinc mampu meningkatkan konsentrasi zinc di dalam jaringan tanaman meliputi jaringan batang, daun, sekam, dan bulir tanaman padi. Selain padi, beberapa komoditas juga menunjukkan reaksi serupa seperti peningkatan hasil pada buncis yang di-*priming* dengan zinc sulfat (Kaya *et al.*, 2005) dan perkecambahan dan pembentukan biji pada barley (Ajouri *et al.*, 2004)

Salah satu sereal penting yang ditanam diseluruh dunia adalah jagung. Jagung memiliki peran yang penting dalam kebutuhan pangan manusia. Jagung dapat tumbuh dari daerah beriklim sedang, tropis dan sub tropis di beberapa bagian di dunia. Jagung manis dan jagung ungu merupakan 2 varietas jagung yang dikenal

akan tingkat konsumsi dan beberapa kandungan nutrisi yang khas. Menurut Kim *et al.*(2023) jagung ungu memiliki kandungan pigmen antosianin yang tinggi pada aleurone dan pericarb biji. Selain itu jagung ungu dikenal karena manfaatnya yaitu sebagai anti kanker, anti mikroba, antioksidan, anti obesitas, anti diabetes, antiinflasi, dan sebagainya yang menjadikan jagung ini sebagai makanan pokok hidup sehat. Penerapan biofortifikasi pada jagung menghasilkan banyak terobosan mengenai perbaikan pertumbuhan perkembangan, dan respon stress tanaman khususnya pada daerah tercekam. Selain pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang ditingkatkan, kandungan nutrisi yang terkandung akibat penerapan biofortifikasi ikut meningkat juga. Menurut (Choukri *et al.*, 2022) priming benih jagung menggunakan zinc mampu meningkatkan kandungan zinc pada jaringan tanaman sebesar 15% selama masa pertumbuhannya. Kemudian aplikasi secara foliar menurut Cheah *et al.*, (2022) menggunakan larutan zinc sulfat yang disemprotkan pada tongkol jagung secara keseluruhan dapat meningkatkan kandungan zinc biji jagung pada varietas jagung manis Hybrix 5 sebesar 59,1 mg/kg dan pada varietas HZ 103146 sebesar 71,1 mg/kg.



Gambar 1. Bagan Kerangka Pemikiran

1.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah dipaparkan, maka dapat ditarik hipotesis sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan respon pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung manis dan jagung ungu terhadap aplikasi nutripriming zinc dan aplikasi penyemprotan zinc
2. Nutripriming dengan dosis tertinggi dapat mengakumulasi kandungan zinc pada biji jagung manis dan jagung ungu
3. Terdapat perbedaan respon dalam akumulasi zinc pada biji jagung manis dan jagung ungu terhadap perlakuan biofortifikasi agronomis (nutripriming dan aplikasi semprot foliar)

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi Jagung Manis dan Jagung Ungu

2.1.1 Jagung Ungu

Jagung Ungu (*Zea mays* L. var. *indurata*) merupakan salah satu varietas jagung yang berasal dari pedalaman daerah Andes, Peru. Jagung ungu merupakan salah satu varietas jagung waxy atau dikenal juga sebagai jagung pulut yang diseleksi warna bijinya. Menurut Ford (2000) jagung varietas waxy memiliki keragaman warna biji dari putih hingga hitam yang dikorelasikan dengan keberadaan konsentrasi fitokimianya. Warna tersebut muncul sebagai akibat adanya pigmen dan zat lain yang terkandung di dalamnya, termasuk karotenoid, fenol, dan antosianin. Jagung ini memiliki keunggulan dalam kandungan antosianinnya yang tinggi. Antosianin sendiri adalah pigmen yang menghasilkan warna ungu yang gelap. Jagung ini umumnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan pewarna makanan dan beberapa dijadikan sebagai minuman kesehatan (FAO, 2013).

Antosianin sendiri merupakan komponen fenolik yang tergolong larut dalam air dan bagian dari warna merah ungu hingga keunguan dari jagung ungu. Kandungan inilah yang membuat jagung ungu memiliki kelebihan tersendiri dibandingkan dengan jenis jagung lainnya. Antosianin sebagai antioksidan mampu memberikan efek kesehatan bagi yang mengkonsumsinya. Menurut Lao *et al.* (2017), beberapa kandungan manfaat itu meliputi anti kanker, anti karsinogenik, anti inflamasi, anti diabetes, regulasi tekanan darah dan pencegahan obesitas. Selain itu antosianin dapat juga menangkal terjadinya katarak pada penderita diabetes. Menurut (Thiraphatthanavong *et al.*, 2014) kandungan fenolik di dalam biji jagung ungu dapat mengurangi resiko terjadinya katarak.

2.1.2 Jagung Manis

Jagung manis atau dikenal sebagai *sweet corn* (*Zea mays* L. var. *saccharata*), umumnya dikonsumsi dengan cara direbus atau dikukus. Jagung ini memiliki rasa manis yang lebih dominan dibandingkan dengan jenis jagung lainnya. Hal ini dikarenakan dari genetik jagung manis tersebut yang berbeda dengan jenis jagung lainnya. Menurut Purseglove (1992), gen resesif yang terkandung di dalam jagung manis mencegah terjadinya perubahan gula menjadi pati. Gen yang menyebabkan perubahan pati adalah gen Su1 yang homozigot dominan (Su1/Su1) sedangkan pada jagung manis berkebalikannya gen resesifnya berupa su1 yang bersifat homozigot resesif (su1/su1) (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). Tetapi tidak hanya gen resesif su1 yang menyebabkan rasa manis pada jagung manis. Gen sh2 (*shrunk*) juga mempengaruhi kandungan gula yang dikandung pada biji jagung. Gen ini menyebabkan biji jagung mengkerut. Menurut Rubatzky & Yamaguchi (1997), selain sh2 terdapat juga gen se1 yang meningkatkan rasa manis pada endosperm biji jagung. Se1 dikenal sebagai modifikasi resesif dari gen su1 dan secara signifikan meningkatkan gula pada biji jagung, dan juga mampu mempertahankan kandungan gula pada biji untuk jangka periode panen yang panjang.

2.2 Dampak Kekurangan Seng Pada Tanaman Dan Kesehatan Manusia

2.2.1 Peran dan dampak kekurangan zinc

Zinc pada tanaman diperoleh dari penyerapan akar tanaman dalam bentuk ion bebas. Untuk memperoleh zinc dari lingkungan tempat tumbuhnya, tanaman menggunakan mekanisme berupa pengkelatan senyawa menggunakan pengkelat (*chelator*) yang bersifat asam dari hasil sekresi akar (Sinclair & Krämer, 2012). Zinc pada sel tanaman dapat memiliki peran ganda yaitu sebagai nutrisi yang memiliki manfaat dan racun. Zinc berperan dalam beberapa aktivasi enzim seperti RNA Polimerase, superoksida dismutase, alkohol dehidrogenase, karbonik anhidrase, protein sintesis dan metabolisme dari karbohidrat, lipid serta asam nukleat.

Pada tanaman defisiensi zinc menyebabkan penurunan laju pertumbuhan, penurunan terhadap cekaman lingkungan dan sintesis klorofil. Menurut Cakmak (2000), gejala kekurangan zinc pada tanaman dapat diamati dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang abnormal. Keabnormalan ini terjadi ketika defisiensi zinc sudah sangat tinggi terjadi. Gejala tersebut meliputi kekerdilan, klorosis pada daun, dan sterilnya spikelet (bagian bunga pada famili poaceae). Selain itu tanaman juga rentan terkena kerusakan akibat intensitas cahaya yang tinggi dan infeksi jamur. Keracunan zinc tanaman menyebabkan terjadi penghambatan pertumbuhan dan penurunan produksi. Oleh sebab itu ketersediaan dan stabilnya transport zinc selama masa pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi hal yang penting. Walaupun zinc bukan merupakan unsur hara makro yang diperlukan dalam jumlah yang banyak, tetapi keberadaannya menjadi penting untuk keseimbangan metabolisme tanaman.

2.2.2 Dampak Kekurangan Zinc pada Kesehatan Manusia

Kebutuhan nutrisi selama masa pertumbuhan tidak dapat dipandang sebelah mata. Oleh sebab itu konsumsi makanan bergizi seimbang diperlukan selama masa pertumbuhan. Salah satu nutrisi yang diperlukan selama masa pertumbuhan adalah Zinc. Zinc memiliki peranan penting dalam semua keenam kelas enzim meliputi oksido-reduktase, transferase, hidrolase, liase, isomerase dan ligase. Pada hewan dan manusia diestimasi terdapat 3.000 protein yang mengandung zinc. Ion zinc juga merupakan neurotransmitter/pengantar sinyal pada kelenjar saliva, prostat, sistem imun dan intestin. Zinc memiliki peran dalam pertumbuhan dan perkembangan fisik, fungsi sistem imun, kesehatan reproduksi, fungsi sensorik, dan perkembangan otak. Kekurangan zinc selama masa pertumbuhan dapat menjadi salah satu faktor masalah kesehatan.

Menurut Brown *et al.* (2004), konsentrasi zinc di dalam darah tidak berkurang sebanding dengan tingkat defisiensi sehingga zinc dikategorikan sebagai nutrisi tipe II (dua). Pertumbuhan fisik akan menurun sebagai respon penghematan zinc yang dikeluarkan secara berlebih. Oleh sebab itu konsumsi zinc yang cukup pada anak - anak di masa pertumbuhan diperlukan untuk menghindari kekurangan zinc yang menyebabkan pertumbuhan menjadi terhambat (*stunting*). Tidak hanya

mempengaruhi pertumbuhan, kekurangan zinc didalam tubuh juga akan mempengaruhi keseimbangan metabolisme lainnya di dalam tubuh seperti mengurangi kadar testosteron yang berkaitan dengan pembentukan sperma (oligospermia), disfungsi imun yang umumnya mempengaruhi sel T (imunitas) pembantu, hyperammonemia, gangguan neuropsikiatrik dan pengurangan bobot tubuh.

Ketersediaan hayati merujuk pada porsi dari nutrisi yang dicerna untuk dapat diserap oleh usus manusia. ketersediaan hayati dari mineral dapat dikurangi atau ditingkatkan dengan konsumsi dari makanan yang akan antinutrisi (penghambat penyerapan nutrisi) atau peningkat nutrisi. Pola makan masyarakat di negara berkembang umumnya mengkonsumsi komoditi sereal sebagai pangan utama. sereal memiliki kandungan ion mineral yang rendah, tetapi memiliki kadar fitat yang tinggi. Fitat menyebabkan terjadinya pengkelatan ion-ion mineral dan menghambat penyerapannya (White & Broadley, 2005). Penyerapan zinc pada usus manusia terhambat dikarenakan adanya senyawa fitat yang terkandung dalam beberapa jenis sereal yang dikonsumsi.

Menurut Brown *et al.* (2004), fitat merupakan molekul penyimpanan fosfat dengan kandungan alami yang tinggi pada biji-bijian, termasuk pada biji sereal, kacang – kacangan, dan legume, serta kandungan rendah pada sayur-sayuran dan buah-buahan. pada jagung, fitat banyak terkandung pada bijinya. Fitat juga merupakan pengkelat yang kuat dari beberapa mineral seperti zinc. Oleh sebab itu fitat tidak dapat dicerna dan diserap oleh tubuh. Menurut Sandström, (1992) efek penghambatan fitat terhadap zinc bergantung pada dosis yaitu rasio antara fitat dan zinc pada makanan untuk memperkirakan proporsi zinc yang dapat diserap. Semakin rendah rasio antar fitat dan zinc maka penyerapan zinc menjadi lebih tinggi. Hal ini tentunya dapat tercapai apabila makanan mengandung kadar zinc yang lebih tinggi sedangkan rekomendasi kebutuhan mineral zinc harian menurut Brown *et al.* (2004), adalah 0,74 hingga 3,33 mg/hari, tergantung dari usia, gender, pola makan dan faktor lainnya. Sekitar 33 % dari populasi manusia memiliki pola makan yang kekurangan zinc. Pola makan yang baik dan seimbang

serta diikuti dengan konsumsi makanan kaya mineral akan meningkatkan dan memenuhi kebutuhan zinc harian.

2.3 Program Diversifikasi Pangan Nasional Melalui Konsumsi Pangan Fungsional

Diversifikasi pangan merupakan suatu program untuk meningkatkan konsumsi aneka ragam pangan dengan prinsip untuk menyeimbangkan asupan gizi konsumen target (Bappenas, 2006). Menurut Dewi & Ginting (2012), satu jenis pangan hanya memiliki sedikitnya 1 jenis zat gizi yang kadarnya bervariasi, ada yang tinggi, sedang hingga rendah. Diversifikasi pangan membuat akan meningkatkan pola konsumsi terhadap berbagai jenis komoditas. Semakin beragamnya komoditas pangan yang dikonsumsi maka kandungan gizi yang masuk ke dalam tubuh konsumen juga akan semakin bervariasi dan saling melengkapi satu dengan yang lainnya.

Pangan sendiri merupakan salah satu dari 3 kebutuhan primer manusia selain sandang dan papan. Pangan menjadi kunci untuk menghasilkan SDM yang baik dan berkualitas. Pangan yang berkualitas memiliki kandungan gizi yang bermanfaat bagi konsumennya. Oleh sebab itu pangan harus bersifat fungsional karena pangan yang dikonsumsi harus dapat memberikan manfaat terutama manfaat kesehatan. Menurut Suarni & Muh. Yasin (2016), pangan fungsional merupakan bahan pangan yang memiliki kandungan bioaktif yang memberikan efek fisiologis yang beragam bagi tubuh. Hal tersebut meliputi memperbaiki imunitas tubuh, mengatur dinamika kondisi fisik, memperlambat penuaan, dan membantu mencegah penyakit untuk menyerang. Untuk mencapai dan terwujudnya pangan yang fungsional, maka diperlukan beberapa jenis atau komoditi pangan yang dapat saling melengkapi untuk tercapainya pangan yang bersifat fungsional. Salah satu pangan fungsional adalah jagung.

Jagung dipilih sebagai pangan fungsional karena memiliki beragam manfaat. Selain pengganti nasi dikarenakan indeks glikemiknya yang rendah, jagung memiliki kandungan tinggi akan serat pangan yang dibutuhkan oleh tubuh. Serat merupakan salah satu zat non gizi yang mampu memerangi kanker serta menjaga

kolesterol dan gula darah agar tetap normal. tidak hanya serat, biji jagung yang memiliki beragam warna memiliki kandungan nutrisi yang berbeda beda seperti antosianin pada jagung ungu dan beta karoten pada jagung kuning. Terdapat juga kandungan asam lemak baik jenuh (palmitat dan stearat) dan asam lemak tak jenuh (oleat dan linoleat) (Suarni & Muh. Yasin, 2016).

2.4 Teknik Biofortifikasi Jagung dan Analisis Keberhasilannya.

Fokus dari pertanian beberapa tahun belakangan ini hanya untuk meningkatkan produksi komoditi dan produktivitas lahan dibandingkan nutrisi dan kesehatan manusia. Hal ini tentunya mengarah kepada malnutrisi nutrisi mikro secara global. selain perubahan iklim, dampak dari produktivitas komoditi, tidak seimbangnya pemupukan, dan degradasi lahan memiliki dampak pada kualitas komoditas yang menjadi bahan dasar makanan untuk masyarakat golongan kebawah. Biofortifikasi pada komoditi sereal dan beberapa pangan penting memberikan solusi berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mikro untuk tubuh manusia serta mampu meningkatkan kesehatan.

Biofortifikasi merujuk kepada proses untuk meningkatkan kadar dari ketersediaan hayati akan kandungan nutrisi mikro menggunakan teknik seperti pemuliaan tanaman, transgenik dan biofortifikasi agronomi (Bhardwaj *et al.*, 2022).

Ketersediaan hayati dari nutrisi mikro menjadi masalah karena nutrisi mikro memiliki karakter yang sulit bergerak diantar jaringan tanaman terkhususnya floem sebagai jaringan pengangkut fotosintat dari source ke sink. Menurut White & Broadley (2009), ion-ion seperti Fe, Zn, Cu, Ca dan I memiliki kendala karena bersifat *immobile* pada jaringan tanaman. Beberapa praktek biofortifikasi dapat berperan untuk membantu penyediaan nutrisi penting tersebut untuk dapat tersedia kedalam bagian tanaman tertarget secara lebih efisien.

Pada Jagung penerapan biofortifikasi dilakukan untuk meningkatkan kandungan nutrisi mikro khususnya pada biji jagung. Penerapan tersebut meliputi perlakuan *priming* benih, pemberian pupuk mikro secara foliar, maupun aplikasi pupuk mikro pada tanah. salah satu nutrisi mikro yang menjadi target peningkatannya pada jagung adalah zinc. Jagung pada umumnya memiliki

kandungan zinc 14,3 mg/kg bobot kering (Saleem *et al.*, 2016). Pada jagung manis umumnya kandungan zinc yang terkandung sebesar 29,5 mg/kg (Cheah *et al.*, 2022). Penerapan biofortifikasi agronomis yang tepat dapat meningkatkan kandungan zinc menjadi 31,8 mg/kg dengan aplikasi penyemprotan foliar 0,1% pupuk Zn, 59,1 mg/kg pada varietas jagung manis *hybrix5* dan 71,1 mg/kg pada varietas jagung manis HZ103146 yang disemprot secara foliar dengan 0,5% $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (Cheah *et al.*, 2022 dan Saleem *et al.*, 2016). Selain itu dengan *priming* benih diawal menggunakan larutan *nutripriming* yang mengandung nutrisi mikro dapat meningkatkan kandungan nutrisi mikro yang berperan dalam awal pertumbuhan tanaman. Menurut Choukri. *et al.* (2022), perendaman benih menggunakan larutan *nutripriming* 0,5% zinc sulfat dapat meningkatkan kandungan zinc sebesar 15% yang mampu memberikan asupan zinc tambahan pada benih jagung untuk pertumbuhan awal tanaman.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian akan dilakukan di lahan Laboratorium Lapangan Terpadu (LTPD), Fakultas Pertanian, Universitas Lampung ($5^{\circ}22'07''\text{S}$ $105^{\circ}14'38''\text{E}$). Penelitian akan berlangsung dari bulan Agustus 2023 hingga Maret 2024

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi, cangkul, koret, sekop, alat ukur meteran, jangka sorong, alat gelas, Perangkat Uji Tanah Kering Ver 1.0, *SPAD*, *Pressure Pump Sprayer* ukuran 5 L, kamera, alat tulis, *notebook*, dan Aplikasi Statistik Microsoft Office Excel serta R studio. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih jagung manis varietas “fantasic sweet” F1 dan jagung ungu varietas jantan F1, kristal $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, bahan perekat / *surfactant* (Queenstick), aquades, air sumur, pupuk NPK, dan pestisida.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) non faktorial yang diberikan terdiri dari 7 perlakuan dengan pengulangan sebanyak 3 kali. Perlakuan pada penelitian ini meliputi :

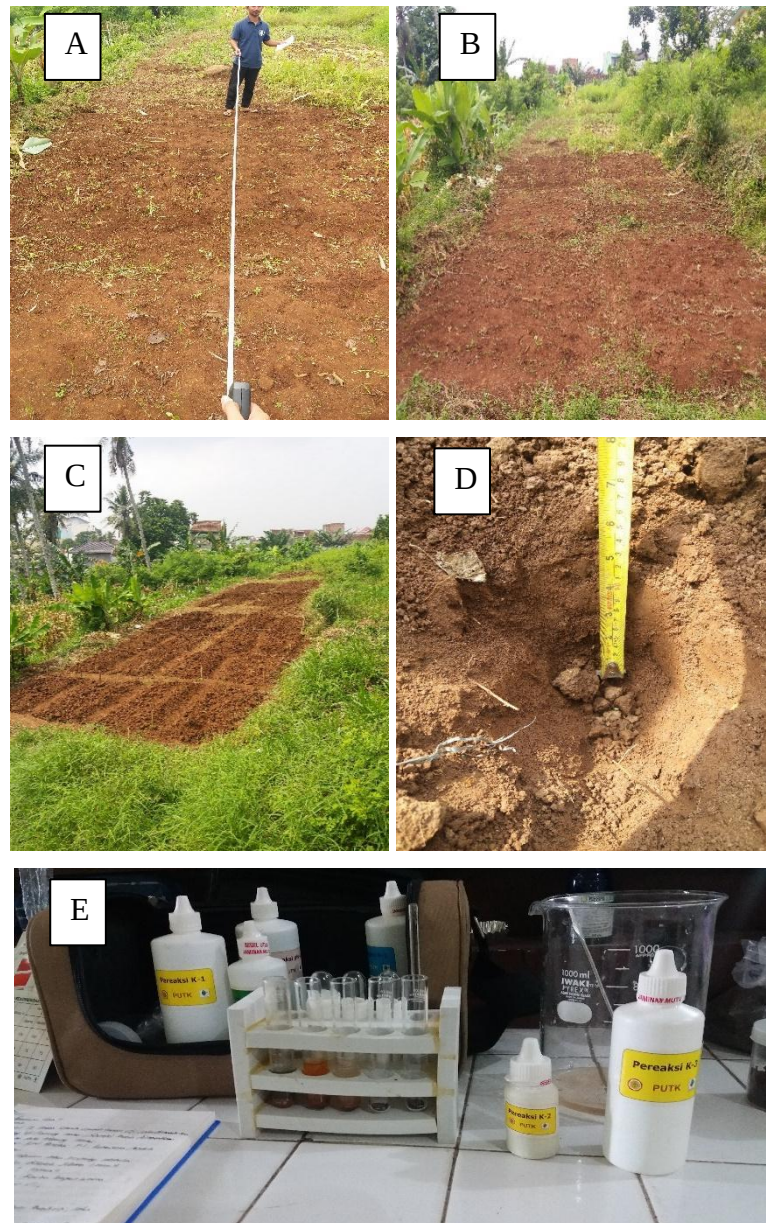
1. Kontrol (P0)
2. Foliar Zn 0,5 % (P1)
3. Foliar Zn 1% (P2)
4. *Priming* Zn 0,5% (P3)
5. *Priming* Zn 1% (P4)
6. *Priming* Zn 0,5 % +Foliar Zn 0,5% (P5)
7. *Priming* Zn 1% + Foliar Zn 1% (P6)

Sampel untuk masing masing satuan percobaan berjumlah 20 tanaman dengan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 420 tanaman per varietas yang ditanam. Sehingga total semua sampel dari 2 varietas yang ditanam berjumlah 840 tanaman. Penanaman antar varietas jagung dibedakan untuk menghindari terjadinya *mixed pollination*. Jagung manis akan ditanam terlebih dahulu, kemudian setelah 3- 4 minggu pasca penanaman dilanjutkan dengan penanaman varietas jagung ungu. Data hasil pengamatan akan melewati serangkaian pengujian standar statistik seperti uji homogenitas (barlett), uji normalitas (shapiro), dan uji non aditivitas sebelum akhirnya dapat diuji dengan Analisis Ragam (Analisis Ragam). Hasil Analisis Ragam yang terbukti nyata akan dilanjutkan dengan pengujian analisis pemisahan nilai tengah dengan analisis beda nyata terkecil dengan taraf 5% (BNT/LSD).

3.4 Pelaksanaan Percobaan

3.4.1 Persiapan lahan penanaman

Tanah lahan dicangkul dan digaru agar gembur dan siap untuk ditanami. Setelah gembur, petak percobaan akan dibentuk. Sampel tanah diambil dengan metode sampling pada beberapa titik petak tanah yang sudah terbentuk untuk diuji kandungan mineralnya. Selain itu sampel tanah juga diuji menggunakan Perangkat Uji Tanah Kering (*Upland Soil Test Kit*) Ver 1.0. Pada pengujian menggunakan alat ini diuji kandungan Hara P, K, pH Tanah, dan Kandungan Bahan Organik. Masing-masing petak diberi label menggunakan patok yang ditancapkan ke tanah.



Gambar 2. (A) Pengukuran Luas Lahan yang akan digunakan, (B) Pembersihan lahan, (C) pembentukan Petak Percobaan, (D) Pengambilan Sampel Tanah, (E) Analisis sampel tanah menggunakan Perangkat Uji Tanah Kering (Upland Soil Test Kit) Ver 1.0

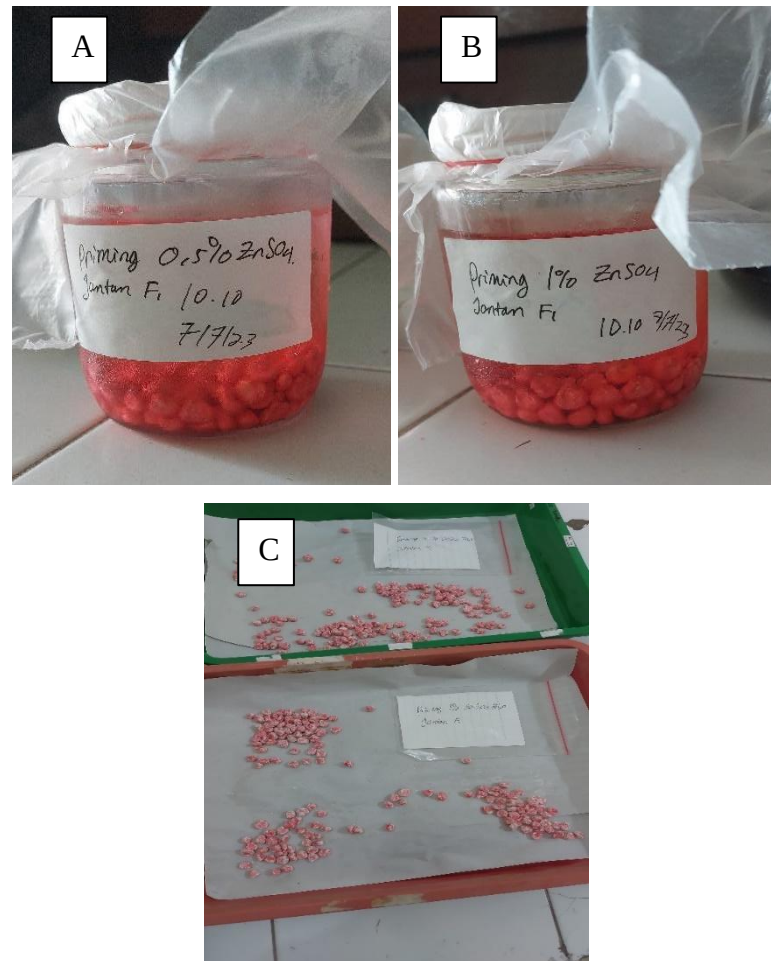
3.4.2 Persiapan Benih Jagung dan *Priming* Benih

Jagung yang digunakan berasal dari 2 jenis varietas yaitu varietas jagung manis Fantastic Sweet F1 dan varietas jagung ungu Jantan F1. Benih disiapkan untuk penanaman dan perlakuan yang akan diberikan. Jumlah benih yang disiapkan akan dilebihkan 30% dari masing masing perlakuan untuk mencegah apabila saat

ditanam benih tidak tumbuh. Untuk perlakuan benih *priming*, benih akan direndam dengan larutan *priming* dari setiap perlakuan selama 24 jam. Setelah direndam benih ditiriskan diberikan perlakuan fungisida berbahan aktif dimetronof 50% untuk pencegahan penyakit pada awal pertumbuhan dan kemudian dikering anginkan ± 2 jam. Kemudian setelah benih yang diperlakukan siap, proses penanaman dapat dilakukan. Sebelumnya benih jagung kemasan dianalisis kandungan zinc dasar yang terkandung pada benih sebelum ditanam, menggunakan metode *Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy* (ICP-OES).



Gambar 3. Pengelompokkan benih ke masing masing perlakuan



Gambar 4. (A) Priming benih jagung dalam larutan zinc 0,5%, (B) Priming benih jagung dalam larutan zinc 1%, (C) Pengerinan benih jagung pasca priming dan aplikasi fungisida.

3.4.3 Penanaman Benih dan perawatan tanaman

Sebelum benih ditanam, petak yang sudah disiapkan dibuat lobang tanam dengan jarak 70 cm antar baris dan 20 cm antar lubang penanamannya, serta 1 meter antar varietas tanaman. Benih ditanam pada lubang tanam dengan kedalaman $\pm 2-4$ cm dan ditutup dengan tanah. Petak pertanaman kemudian disiram untuk melembabkan tanah dan inisiasi perkecambahan benih. Benih yang ditanam pertama merupakan benih jagung manis yang kemudian akan disusul setelah 1 bulan pertumbuhannya oleh jagung ungu. Setelah benih tumbuh, perawatan yang akan dilakukan meliputi penyiangan gulma, monitoring hama, penyiraman

tanaman setiap hari, dan pemberian pupuk tunggal Urea, TSP, dan KCl dengan dosis berdasarkan hasil test kit sampel tanah.



Gambar 5. (A) Penyiraman tanaman jagung; (B) Pengaplikasian insektisida/fungisida pada tanaman jagung; dan (C) Pemberian pupuk pada tanaman jagung berdasarkan hasil analisis tanah menggunakan alat Soil test kit

3.4.5 Aplikasi Larutan Zn dengan penyemprotan secara foliar

Seluruh perlakuan penyemprotan tanaman jagung secara foliar dari kedua varietas dilakukan pada saat anthesis, 7 hari setelah polinasi, dan 14 hari setelah polinasi terjadi (Cheah *et al.*, 2022) menggunakan *pressurise pump sprayer* ukuran 5 liter. Larutan Zn dicampurkan dengan surfaktan agar dapat merekat dan penyerapan larutan Zn oleh tanaman lebih optimal.



Gambar 6. (A) Penutupan jagung perlakuan dengan tirai untuk menghindari kontaminasi semprotan ke perlakuan lainnya, (B) dan (C) perlakuan penyemprotan pada tanaman jagung yang diaplikasikan

3.5 Variable Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari variable berikut diantaranya :

3.5.1 Indikator Perkecambahan dan pertumbuhan vegetatif

1. Persentase Kecepatan perkecambahan

Persentase kecepatan berkecambah diamati dengan mengamati munculnya kecambah di lapang kemudian dicatat jumlah kecambah yang muncul. Kecambah ditandai dengan munculnya plumula benih keatas permukaan tanah lapang sejak hari ke-3 hingga hari ke-6 setelah tanam.

2. Tinggi tanaman (cm)

Tinggi tanaman jagung dari kedua varietas diamati dan diukur dari pangkal batang hingga ujung pucuk daun tertinggi dengan menggunakan alat bantu ukur.

Pengamatan dilakukan pada umur 7, 14, 21, 28, dan 35, dan 42 hari setelah tanam (HST) atau sebelum memasuki tahap generatif/menjelang anthesis

3. Jumlah daun

Jumlah daun diamati merupakan jumlah daun dewasa yang sudah muncul dengan dihitung secara manual untuk setiap tanamannya. Pengamatan dilakukan pada umur 7, 14, 21, 28, dan 35, dan 42 hari setelah tanam (HST) atau sebelum memasuki tahap generatif/menjelang anthesis

4. Tingkat kehijauan daun (CCI)

Pengamatan dan pengukuran tingkat kehijauan daun menggunakan alat SPAD setiap minggunya hingga menjelang anthesis. Pengukuran dilakukan pada daun yang berada pada tengah batang, dengan lokasi pengukuran pada ujung, tengah dan pangkal daun pada sampel tanmaan masing-masing perlakuan.

5. Kandungan klorofil daun ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)

Kandungan klorofil akan diukur dengan menggunakan data hasil pengukuran kehijauan daun yang dikonversikan menggunakan rumus

$$C.E = -121 + 129(CCI)^{0,42}$$

Keterangan :

C. E = *Converstion equivalent*

CCI = *Chlorophyll Content Index*

(Parry *et al.*, 2014)

6. Luas daun (m^2) tanaman

Pengukuran Luas daun tanaman masing masing sampel perlakuan dilakukan dengan metode trapezoidal non destruktif mengambil daun pada 3 posisi yaitu pada daun bagian bawah, tengah, dan atas yang mewakili keseluruhan tanaman. pengukuran diawali dengan pembuatan herbarium daun jagung.

7. Kecepatan dan persentase munculnya bunga jagung

Kecepatan munculnya bunga masing masing perlakuan dinilai dengan mengamati hari munculnya bunga baik bunga jantan (anthesis) maupun bunga betina (silking) sekaligus persentase munculnya bunga yang dicatat sebagai data pengamatan.

3.5.2 Indikator Hasil

1. Bobot Segar Tanpa Klobot

Bobot segar sampel tongkol jagung masing masing perlakuan ditimbang pada saat setelah jagung dipanen pada umur 21 HSP/ 72 HST dengan menimbang berat 1 tongkol jagung dengan tanpa klobot menggunakan timbangan.

2. Bobot segar berangkasan dan kering brangkasan

Bobot segar per tanaman sampel masing masing perlakuan ditimbang sebelum dimasukkan kedalam oven. Bobot Kering Berangkasan sampel ditimbang setelah berangkasan jagung dioven selama 80°C selama 3 hari. Sampel brangkasan yang diambil merupakan tanaman jagung yang sudah maksimal fase vegetatifnya atau menjelang masuk fase generatif pada masing masing petak perlakuan.

3. Kriteria tongkol jagung

Kriteria hasil jagung yang akan diamati meliputi jumlah baris tongkol, panjang tongkol, dan bobot biji jagung kering pada masing-masing perlakuan berdasarkan sampel pengamatan.

4. Analisis kandungan Zn pada biji jagung

Konsentrasi Zn yang terkandung pada biji dan total biji pada tongkol jagung diukur dengan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES) yang dilakukan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LT-SIT) Universitas Lampung

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini sekaligus menjawab tujuan dan hipotesis yang sudah dibuat yaitu :

1. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman jagung manis dan jagung ungu yang dilakukan perlakuan biofortifikasi tidak memiliki respons yang signifikan dengan tanaman yang tidak diberikan perlakuan pada beberapa variabel pengamatan terutama pada fase vegetatif.
2. Perlakuan nutrimpriming benih menggunakan dosis tertinggi belum dapat mengakumulasi zinc tertinggi pada biji jagung manis maupun jagung ungu, namun peningkatan dapat terjadi apabila nutrimpriming dikombinasikan dengan aplikasi penyemprotan foliar
3. Perbedaan respons aplikasi biofortifikasi zinc pada tanaman jagung ungu ditemui pada kombinasi perlakuan nutrimpriming ZnSO_4 0,5% + penyemprotan foliar ZnSO_4 0,5% dengan hasil kandungan zinc tertinggi 62,2 mg/kg bobot kering biji dan pada tanaman jagung manis ditemui pada kombinasi perlakuan nutrimpriming ZnSO_4 1% + aplikasi penyemprotan foliar ZnSO_4 1% dengan kandungan zinc tertinggi yaitu 47,63 mg/kg bobot kering biji.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, benih jagung dengan kandungan zinc tertinggi perlu dilakukan pengujian lebih lanjut berupa analisis XANES (*X-ray absorption near-edge structure*) dan XFM (*Xray Fluorescence microscopy*) untuk mengetahui konsentrasi zinc pada masing-masing bagian benih dan mengetahui jenis zinc yang terkandung di dalamnya khususnya pada jagung ungu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adu, M. O., Asare, P. A., Yawson, D. O., Nyarko, M. A., & Osei-Agyeman, K. 2018. Agronomic biofortification of selected underutilised solanaceae vegetables for improved dietary intake of potassium (K) in Ghana. *Heliyon* 4. 8. 1-30
- Ajourri, A., Asgedom, H., & Becker, M. 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*. 167. 5. 630–636.
- Andriani, M. & Wirjatmadi, B. 2014. *Peranan Gizi dalam Siklus Kehidupan*. Kencana Prenadamedia Group.
- Bappenas. 2006. *Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi 2006-2010*. Jakarta
- Bhardwaj, A. K., Chejara, S., Malik, K., Kumar, R., Kumar, A., & Yadav, R. K. 2022. Agronomic biofortification of food crops: An emerging opportunity for global food and nutritional security. *Frontiers in Plant Science*. 13. 1–23.
- Brown, K.H. 1998. Effect of Infection on Plasma Zinc Concentration and Implications for Zinc Status Assesment in Low Income countries. *Am.J. Clin Nutr.* 68. 425S - 429S
- Cakmak, I., Kalayci, M., Ekiz, H., Braun, H. J., Kilinc, Y., & Yilmaz, A. 1999. Zinc deficiency as a practical problem in plant and human nutrition in Turkey: A NATO-science for stability project. *Field Crops Research*. 60. 175–188.
- Cakmak, I. 2000. Tansley Review No. 111: Possible roles of zinc in protecting plant cells from damage by reactive oxygen species. *The New Phytologist*. 146. 2. 185–205.
- Cakmak, I., & Kutman, U. B. 2018. Agronomic biofortification of cereals with zinc: a review. *European Journal of Soil Science*. 69. 1. 172–180.
- Cheah, Z. X., Kopittke, P. M., Scheckel, K. G., Noerpel, M. R., & Bell, M. J. 2020. Comparison of Zn accumulation and speciation in kernels of sweetcorn and maize differing in maturity. *Annals of Botany*. 125. 1. 185-193.

- Cheah, Z. X., Harper, S. M., O'Hare, T. J., Kopittke, P. M., & Bell, M. J. 2022. Improved agronomic biofortification of sweetcorn achieved using foliar rather than soil Zn applications. *Cereal Chemistry*. 99. 4. 819–829.
- Choukri, M., Abouabdillah, A., Bouabid, R., Abd-Elkader, O. H., Pacioglu, O., Boufahja, F., & Bouriou, M. 2022. Zn application through seed *priming* improves productivity and grain nutritional quality of silage corn. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 29. 12. 1-9
- Dewi, G. P., & Ginting, A. M. 2012. Antisipasi Krisis Pangan Melalui Kebijakan Diversifikasi Pangan. *Jurnal Ekonomi & Kebijakan Publik*. September 2011, 67–75.
- Eide, D. J. 1998. The molecular biology of metal ion transport in *Saccharomyces cerevisiae*. *Annual Review of Nutrition*. 18. 441–469.
- Fageria, N. K. 2002. Influence of micronutrients on dry matter yield and interaction with other nutrients in annual crops. *pesquisa agropecuaria brasileira*. 37. 12. 1765-1772
- Farooq, M., Wahid, A., & Siddique, K. H. M. 2012. Micronutrient application through seed treatments - a review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*. 12. 1. 125–142.
- Fatokun, K., Beckett, R. P., & Varghese, B. 2022. A Comparison of Water Imbibition and Controlled Deterioration in Five Orthodox Species. *Agronomy*. 12. 7.
- Garg, M., Sharma, N., Sharma, S., Kapoor, P., Kumar, A., Chunduri, V., & Arora, P. 2018. Biofortified Crops Generated by Breeding, Agronomy, and Transgenic Approaches Are Improving Lives of Millions of People around the World. *Frontiers in Nutrition*. 5. 12. 1-33
- Grzebisz, W., Wronska, M., Diatta, J. B., & Dullin, P. 2008. Effect of zinc foliar application at an early stage of maize growth on patterns of nutrients and dry matter accumulation by the canopy. Part I. Zinc uptake patterns and its redistribution among maize organs. *Journal of Elementology*. 13. 1. 17–28.
- Horvatić, M., Gačić, M., & Filajdić, M. 1998. Accumulation of zinc and molar ratio of phytic acid and zinc during maize grain maturation. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 180.4. 233–239.
- Heazlewood, J. L., Tonti-Filippini, J. S., Gout, A. M., Day, D. A., Whelan, J., & Millar, A. H. 2004. Experimental Analysis of the Arabidopsis Mitochondrial Proteome Highlights Signaling and Regulatory Components, Provides Assessment of Targeting Prediction Programs, and Indicates Plant-Specific Mitochondrial Proteins. *Plant Cell*. 16. 1. 241–256.

- Kaya, M., Atak, M., Khawar, K. M., & Özcan, S. 2005. Effect of Pre-Sowing Seed Treatment with Zinc and Foliar Spray of Humic Acids on Yield of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Internasional Journal of Agriculture & Biology*. 7. 6. 875–878.
- Kim, H. Y., Lee, K. Y., Kim, M., Hong, M., Deepa, P., & Kim, S. 2023. A Review of the Biological Properties of Purple Corn (*Zea mays* L.). *Scientia Pharmaceutica*. 91. 1. 1-24.
- Kleffmann, T., Russenberger, D., Von Zychlinski, A., Christopher, W., Sjölander, K., Gruissem, W., & Baginsky, S. 2004. The *Arabidopsis thaliana* chloroplast proteome reveals pathway abundance and novel protein functions. *Current Biology*. 14. 5. 354–362
- Kumar S. 2013. The role of biopesticides in sustainably feeding the nine billion global populations. *J. Biofertil. Biopestici*. 4. 2. 1-3
- Lao, F., Sigurdson, G. T., & Giusti, M. M. 2017. Health Benefits of Purple Corn (*Zea mays* L.) Phenolic Compounds. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 16. 2. 234–246
- Lutts, S., Benincasa, P., Wojtyla, L., Kubala, S., Pace, R., Lechowska, K., Quinet, M., & Garnczarska, M. 2016. Seed Priming: New Comprehensive Approaches for an Old Empirical Technique. *New Challenges in Seed Biology - Basic and Translational Research Driving Seed Technology*. 1. 1. 1–46.
- Monasterio, J. . O., Rojas, N. P., Meng, E., Pixley, K., R, T., & R.J, P. 2007. Enhancing the mineral and vitamin content of wheat and maize through plant breeding. *Journal of Cereal Science*. 46. 3. 293–307.
- Parry, C., Blonquist, J. M., & Bugbee, B. 2014. In situ measurement of leaf chlorophyll concentration: Analysis of the optical absolute relationship. *Plant Cell and Environment*. 37.11. 2508–2520
- Pawar, V. A., & Laware, S. L. 2018. Seed Priming A Critical Review. *International Journal of Scientific Research in Biological Sciences*. 5. 5. 94–101.
- Purseglove, J.W. 1968. Tropical Crops-Dicotyledons. Longman, London.
- Roohani N, Hurrell R, Kelishadi R, Schulin R. 2013. Zinc and its importance for human health: An integrative review. *J Res Med Sci*. 18.2. 144-57.
- Saleem, I., Javid, S., Bibi, F., Ehsan, S., Niaz, A., & Ahmad, Z. 2016. Biofortification of Maize Grain with Zinc and Iron by Using Fertilizing Approach. *Journal of Agriculture and Ecology Research International*. 7. 4. 1–6.

- Sandström, B. 1992. Dose dependence. *Proceedings of the Nutrition Society*, 1992, 211–218.
- Sharifi, R., Mohammadi, K., & Rokhzadi, A. 2016. Effect of seed priming and foliar application with micronutrients on quality of forage corn (*Zea mays*). *Environmental and Experimental Biology*. 14. 4. 151–156.
- Sinclair, S. A., & Krämer, U. 2012. The zinc homeostasis network of land plants. *Biochimica et Biophysica Acta - Molecular Cell Research*. 1823. 9. 1553–1567.
- Suarni, & Muh. Yasin. 2016. Jagung sebagai Sumber Pangan Fungsional. *Pangan Dan Pertanian*. 5.6. 1–16.
- Sulaiman, S., Suwignyo, R. A., Hasmeda, M., & Wijaya, A. 2016. *Priming Benih Padi (Oryza sativa L.) dengan Zn untuk Meningkatkan Vigor Bibit pada Cekaman Terendam. Jurnal Agronomi Indonesia*. 44.
- Thiraphatthanavong, P., Wattanathorn, J., Muchimapura, S., Thukham-Mee, W., Wannanon, P., Tong-Un, T., Suriharn, B., & Lertrat, K. 2014. *Preventive Effect of Zea mays L. (Purple Waxy Corn) on Experimental Diabetic Cataract*.
- Tuiwong, P., Lordkaew, S., Veeradittakit, J., Jamjod, S., & 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.
- Wessells, K. R., Singh, G. M., & Brown, K. H. 2012. Estimating the Global Prevalence of Inadequate Zinc Intake from National Food Balance Sheets: Effects of Methodological Assumptions. *PLoS ONE*. 7.11..
- White, P. J., & Broadley, M. R. 2005. Biofortifying crops with essential mineral elements. *Trends in Plant Science*. 10.12. 586–593.
- White, P. J., & Broadley, M. R. 2009. Biofortification of crops with seven mineral elements often lacking in human diets - Iron, zinc, copper, calcium, magnesium, selenium and iodine. *New Phytologist* 182. 1. 49–84.