

**BIOFORTIFIKASI PANGAN FUNGSIONAL DALAM PENINGKATAN
PRODUKSI PADI MERAH DAN HITAM MELALUI PENGGUNAAN
PUPIK ORGANIK NANO SILIKA**

**FUNCTIONAL FOOD BIOFORTIFICATION IN INCREASING RED AND
BLACK RICE PRODUCTION THROUGH THE USE OF NANO SILICA
ORGANIC FERTILIZER**



**SALWA AULIA HARUNI
P012221001**

**PROGRAM STUDI MAGISTER SISTEM-SISTEM PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2024



**BIOFORTIFIKASI PANGAN FUNGSIONAL DALAM PENINGKATAN
PRODUKSI PADI MERAH DAN HITAM MELALUI PENGGUNAAN
PUPUK ORGANIK NANO SILIKA**

**SALWA AULIA HARUNI
P012221001**



**PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

**BIOFORTIFIKASI PANGAN FUNGSIONAL DALAM PENINGKATAN
PRODUKSI PADI MERAH DAN HITAM MELALUI PENGGUNAAN
PUPUK ORGANIK NANO SILIKA**

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar magister

Program Studi Sistem-Sistem Pertanian

Disusun dan diajukan oleh

SALWA AULIA HARUNI
P012221001

kepada

**PROGRAM STUDI SISTEM-SISTEM PERTANIAN
SEKOLAH PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2024**

TESIS**BIOFORTIFIKASI PANGAN FUNGSIONAL DALAM PENINGKATAN
PRODUKSI PADI MERAH DAN HITAM MELALUI PENGGUNAAN PUPUK
ORGANIK NANO SILIKA****SALWA AULIA HARUNI****NIM: P012221001**

Telah Dipertahankan Dihadapan Panitia Ujian Yang Dibentuk Dalam Rangka
Penyelesaian Studi Program Magister Sistem-Sistem Pertanian
Sekolah Pascasarjana Universitas Hasanuddin

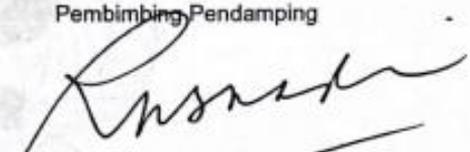
Pada tanggal 7 Mei 2024
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc
NIP. 19541220 198303 1 001


Prof. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc, Ph.D
NIP. 19600222 198503 1 002

Ketua Program Studi
Magister Sistem-Sistem Pertanian

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin

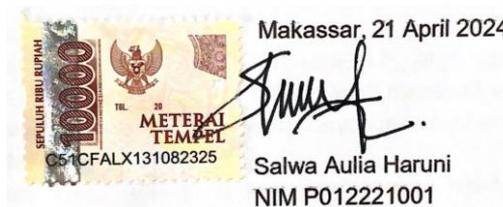

Dr. Ir. Burhanuddin Rasvid, M.Sc
NIP. 19640721 199002 1 001


Prof. Dr. Budy, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed
NIP. 19661231 199503 1 009

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa, tesis berjudul “Biofortifikasi pangan fungsional dalam peningkatan produksi padi merah dan hitam melalui penggunaan pupuk organik nano silika” adalah benar karya saya dengan arahan dari tim pembimbing (Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc., PhD sebagai Pembimbing Pendamping). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka tesis ini. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini adalah karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut berdasarkan aturan yang berlaku.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta (hak ekonomis) dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.



UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas Rahmat dan Hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tesis yang berjudul “Biofortifikasi Pangan Fungsional dalam Peningkatan Produksi Padi Merah dan Hitam melalui Penggunaan Pupuk Organik Nano Silika”. Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, penulisan tesis ini tidak akan terselesaikan dengan baik, karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Kedua orang tua penulis, Ayahanda H. Abd. Rasyid dan Ibunda Hj. Dewi Fitriyani, S.Ak yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang serta mendukung dan memberi nasehat dengan segala kesabaran serta doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Saudara saya, Tonra Putra Harun yang selalu menyemangati penulis dalam pembuatan tesis dari awal hingga akhir.
2. Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc dan Prof. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc., PhD selaku komisi penasehat yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran demi membimbing penulis sejak awal penelitian hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini dengan baik.
3. Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR, M.P., Dr. Ifayanti Ridwan Saleh, S.P., M.P., dan Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc., selaku tim penguji yang telah memberikan banyak ilmu, saran dan masukan kepada penulis dalam penyusunan rencana penelitian hingga selesainya tesis ini.
4. Dr. Muhammad Fuad Anshori, S.P., M.Si yang telah meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membantu peneliti sejak awal penyusunan rencana penelitian hingga selesainya tesis ini.
5. Bapak dan Ibu dosen Program Magister Prodi Sistem-Sistem Pertanian Universitas Hasanuddin, yang telah mengajarkan berbagai ilmu kepada penulis serta staf pegawai akademik dan staf kebun percobaan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin atas segala arahan dan bantuan teknis serta dalam pengurusan berkas administrasi.
6. Sahabat Andara, Azmi Nur Karimah Amas, S.P., M.Si., Annastya Nur Fadhillah, S.P., M.Si., Adinda Nurul Jannati Chaerunnisa, S.P., M.Si dan Annur Khainun Akfindarwan, S.P., M.Si., atas kebersamaan, suka duka, diskusi, dan bantuan selama penelitian hingga penulisan tesis ini selesai.
7. Kakanda Fitrawan Ariansyah, S.Sos., M.Hum atas segala dukungan, apresiasi dan perhatian selama penulis mengikuti program magister.
8. Kakanda dan Sahabat Andi Ince Muh. Taufan, S.Tr.P atas dukungan, bantuan, semangat dan diskusinya selama pengerjaan tesis.
9. Kakanda calon doktor A. Isti Sakinah, S.P., dan Muh Fikri, S.P., M.P atas bantuan dan diskusi selama penelitian hingga penulis menyelesaikan tesis.

10. Teman-teman seperjuangan Program Magister Sistem-Sistem Pertanian 2022, atas kebersamaannya sejak awal perkuliahan hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
11. Keluarga besar *Plant Breeding* terkhusus Angkatan 2019-2021, atas bantuan, semangat serta kebersamaannya di Laboratorium Pemuliaan Tanaman.
12. Diri saya sendiri. Apresiasi sebesar-besarnya karena telah bertanggung jawab untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai. Terima kasih karena terus berusaha dan senantiasa menikmati setiap prosesnya yang tidak mudah.

Penulis berharap semoga semua yang terlibat dalam pembuatan tesis ini mendapat pahala atas kebaikannya dan berharap semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca untuk pengembangan ilmu pengetahuan kedepannya.

Makassar, 21 April 2024

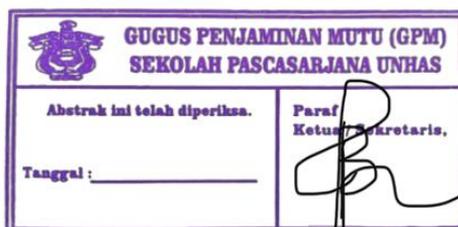
Salwa Aulia Haruni
NIM P012221001

ABSTRAK

SALWA AULIA HARUNI. *Biofortifikasi pangan fungsional dalam peningkatan produksi padi merah dan hitam melalui penggunaan pupuk organik nano silika (dibimbing oleh Yunus Musa dan Rusnadi Padjung).*

Peningkatan produksi padi dapat dilakukan melalui upaya peningkatan hasil panen dengan memperbaiki teknologi produksi, salah satunya dengan menggunakan pupuk nano silika organik. Biofortifikasi pangan pada padi juga dianggap sebagai solusi perbaikan gizi untuk membantu meningkatkan gizi masyarakat. Kandungan antioksidan dalam bentuk antosianin yang berkhasiat bagi kesehatan manusia menjadikan padi beras merah dan hitam salah satu sumber pangan fungsional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui varietas padi fungsional, dosis pupuk organik nano silika dan interaksi keduanya yang memberikan pertumbuhan dan produksi tinggi serta mengetahui kualitas padi fungsional. Penanaman dilaksanakan di Desa Manakku, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan, sejak April hingga Oktober 2023. Penelitian disusun dalam rancangan petak terpisah dengan petak utama berbagai dosis pupuk organik nano silika yang terdiri dari empat taraf pemupukan yaitu kontrol, 0.5 t.ha^{-1} , 1 t.ha^{-1} , dan 1.5 t.ha^{-1} . Anak petak terdiri dari empat varietas beras merah yaitu Inpari 24, Pamelen, Pamera, Inpago 7 dan satu varietas beras hitam yaitu Jeliteng. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan, interaksi pupuk organik nano silika 1 t.ha^{-1} dan varietas Inpago 7 memberikan produktivitas gabah per hektar tertinggi dengan nilai rata-rata 5.63 t.ha^{-1} . Karakter yang berkorelasi signifikan positif terhadap produktivitas gabah per hektar yaitu tinggi tanaman (0.47^{**}), jumlah anakan (0.49^{**}), jumlah anakan produktif (0.26^{**}), jumlah gabah per malai (0.37^{**}), persentase gabah berisi (0.64^{**}), bobot 1000 bulir (0.60^{**}) dan produksi gabah per rumpun (0.79^{**}). Biofortifikasi padi fungsional berdasarkan kandungan antosianin dan indeks glikemik didapatkan bahwa dosis pupuk organik nanosilika 1 t.ha^{-1} dan beras hitam varietas Jeliteng memberikan kualitas beras terbaik, memiliki kandungan antosianin tertinggi yaitu 37.12 CyE/g dan indeks glikemik terendah yaitu 58.9% .

Kata kunci: biofortifikasi; indeks glikemik; nano silika; pangan fungsional.

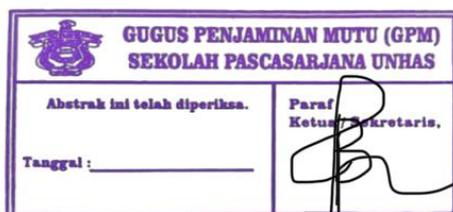


ABSTRACT

SALWA AULIA HARUNI. *Functional food biofortification in increasing red and black rice production through the use of nano silica organic fertilizer* (supervised by **Yunus Musa** and **Rusnadi Padjung**).

Increasing rice production can be done through efforts to increase yields by improving production technology, one of which is by using organic nano silica fertilizer. Biofortification of food in rice is also considered as a nutritional improvement solution to help improve community nutrition. This study aims to determine the functional rice varieties, doses of nano silica organic fertilizer and their interactions that provide high growth and production and determine the quality of functional rice. The content of antioxidants in the form of anthocyanins that are beneficial for human health makes brown and black rice one of the functional food sources. Planting was carried out in Manakku Village, Labakkang District, Pangkep Regency, South Sulawesi, from April to October 2023. The research was arranged in a separate plot design with the main plot consisting of various doses of nano silica organic fertilizer consisting of four fertilization levels, namely control, 0.5 t.ha⁻¹, 1 t.ha⁻¹, and 1.5 t.ha⁻¹. The subplots consisted of four varieties of brown rice namely Inpari 24, Pamelen, Pamera, Inpago 7 and one variety of black rice namely Jeliteng. The results showed that the interaction of nano silica organic fertilizer 1 t.ha⁻¹ and Inpago 7 variety gave the highest grain productivity per hectare with an average value of 5.63 t.ha⁻¹. Characters that are significantly positively correlated with grain productivity per hectare are plant height (0.47**), number of tillers (0.49**), number of productive tillers (0.26**), number of grains per panicle (0.37**), percentage of filled grains (0.64**), 1000 grain weight (0.60**) and grain production per clump (0.79**). Functional rice biofortification based on anthocyanin content and glycemic index found that the dose of nano silica organic fertilizer 1 t.ha⁻¹ and black rice variety Jeliteng gave the best rice quality, had the highest anthocyanin content of 37.12 CyE/g and the lowest glycemic index of 58.9%

Keywords: biofortification; fuctional food; glycemic index; nano silica



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PENGAJUAN	iii
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	v
UCAPAN TERIMA KASIH	vi
ABSTRAK	viii
<i>ABSTRACT</i>	ix
DATAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesis Penelitian	4
1.5 Kerangka Pemikiran	4
BAB II	6
METODE PENELITIAN	6
2.1 Waktu dan Tempat	6
2.2 Alat dan Bahan	6
2.3 Metode Penelitian	6
2.4 Pelaksanaan Penelitian	7
2.5 Parameter Pengamatan	9
2.6 Analisis Data	11
BAB III	17
HASIL DAN PEMBAHASAN	17
3.1 Hasil	17
3.2 Pembahasan	38
BAB IV	46
KESIMPULAN DAN SARAN	46
4.1 Kesimpulan	46
4.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	56

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Kandungan pupuk organik nano silika.....	6
2. Dosis dan waktu pemupukan padi	9
3. Nilai konstanta a, b, c.....	10
4. Sidik ragam rancangan petak terpisah	11
5. Rata-rata tinggi tanaman beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	17
6. Rata-rata jumlah anakan beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	18
7. Rata-rata jumlah anakan produktif beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	19
8. Rata-rata panjang daun bendera beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	20
9. Rata-rata lebar daun bendera beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	20
10. Rata-rata umur berbunga beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	21
11. Rata-rata umur panen beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	22
12. Rata-rata panjang malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	23
13. Rata-rata jumlah gabah per malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	24
14. Rata-rata kepadatan malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	25
15. Rata-rata jumlah cabang malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	25
16. Rata-rata kandungan klorofil a beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	26
17. Rata-rata kandungan klorofil b beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	27

18. Rata-rata kandungan klorofil total beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	28
19. Rata-rata persentase gabah berisi beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	29
20. Rata-rata bobot 1000 bulir beberapa varietas padi berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	30
21. Rata-rata produksi gabah per rumpun beberapa varietas padi berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	30
22. Produktivitas gabah per hektar beberapa varietas padi berbagai dosis pupuk organik nano silika.....	31
23. Kandungan antosianin beberapa varietas padi berbagai dosis pupuk organik nano silika	32
24. Nilai analisis proksimat.....	33
25. Indeks glikemik pangan yang diuji.....	34
26. Koefisien korelasi pearson padi	36
27. Sidik lintas populasi padi	37

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
1. Kerangka pikir	5

DAFTAR LAMPIRAN

No.		Halaman
1.	Deskripsi Padi Varietas Inpari 24	56
2.	Deskripsi Padi Varietas Pamelen	57
3.	Deskripsi Padi Varietas Pamera	58
4.	Deskripsi Padi Varietas Inpago 7	59
5.	Deskripsi Padi Varietas Jeliteng	60
6a.	Rata-rata tinggi tanaman beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	61
6b.	Sidik ragam tinggi tanaman beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	62
7a.	Rata-rata jumlah anakan beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	63
7b.	Sidik ragam jumlah anakan beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	64
8a.	Rata-rata jumlah anakan produktif beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	65
8b.	Sidik ragam jumlah anakan produktif beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	66
9a.	Rata-rata panjang daun bendera beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	67
9b.	Sidik ragam panjang malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	68
10a.	Rata-rata lebar daun beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	69
10b.	Sidik ragam lebar daun beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	70
11a.	Rata-rata umur berbunga beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	71
11b.	Sidik ragam umur berbunga beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	72
12a.	Rata-rata umur panen beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	73

12b. Sidik ragam umur panen beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	74
13a. Rata-rata panjang malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	75
13b. Sidik ragam panjang malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	76
14a. Rata-rata jumlah gabah per malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	77
14b. Sidik ragam jumlah gabah per malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	78
15a. Rata-rata kepadatan malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	79
15b. Sidik ragam kepadatan malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	80
16a. Rata-rata jumlah cabang malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	81
16b. Sidik ragam jumlah cabang malai beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	82
17a. Rata-rata kandungan klorofil a beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	83
17b. Sidik ragam kandungan klorofil a beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	84
18a. Rata-rata kandungan klorofil b beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	85
18b. Sidik ragam kandungan klorofil B beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	86
19a. Rata-rata kandungan klorofil total beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	87
19b. Sidik ragam kandungan klorofil total beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	88
20a. Rata-rata persentase gabah berisi beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	89
20b. Sidik ragam persentase gabah berisi beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	90

21a. Rata-rata bobot 1000 bulir beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	91
21b. Sidik ragam bobot 1000 bulir beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	92
22a. Rata-rata produksi gabah per rumpun beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	93
22b. Sidik ragam produksi gabah per rumpun beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	94
23a. Rata-rata produktivitas gabah per hektar beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	95
23b. Sidik ragam produktivitas gabah per hektar beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	96
24a. Rata-rata kandungan antosianin beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	97
24b. Sidik ragam kandungan antosianin beberapa varietas padi pada berbagai dosis pupuk organik nano silika	98
25. Analisis Tanah	99
26. Denah Percobaan Penelitian	100
27. Penampilan Malai Berbagai Varietas Padi pada Berbagai Dosis Pupuk Organik Nano Silika.....	101
28. Penampilan Beras Berbagai Varietas Padi pada Berbagai Dosis Pupuk Organik Nano Silika.....	102
29. Dokumentasi Penelitian	103

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Padi adalah komoditas penting karena sampai saat ini masyarakat Indonesia mengonsumsi nasi setiap hari untuk pemenuhan kebutuhan energi dan serat. Kebutuhan beras tahun 2025 diprediksi sebanyak 65.9 juta ton gabah kering giling dengan rerata pertumbuhan penduduk ialah 1.17% (BPS, 2022). Beras berdasarkan dari pigmennya memiliki banyak warna, yaitu warna putih, merah, ungu hingga hitam (Nayeem et al., 2021). Pigmen yang dihasilkan pada beras dipengaruhi oleh senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya dan diketahui memiliki dampak bagi kesehatan (Verma dan Srivastav, 2020). Umumnya masyarakat mengonsumsi beras berwarna putih, namun seiring meningkatnya kesadaran akan pola hidup sehat, konsumsi beras putih dianggap lebih berisiko menyebabkan penyakit.

Kesadaran akan pola hidup sehat menyebabkan peralihan konsumsi ke beras yang baik untuk kesehatan. Umumnya beras tergolong pangan dengan nilai indeks glikemik yang tinggi bergantung pada varietas beras itu sendiri dan faktor lainnya (Rondanelli et al., 2023). Indeks glikemik adalah indikator yang dikembangkan untuk mengetahui efek fisiologis karbohidrat terhadap perubahan kadar glukosa darah (Puspaningtyas et al., 2020). Konsumsi beras yang memiliki indeks glikemik rendah akan membantu mengendalikan kadar glukosa darah. Menurut beberapa penelitian, padi beras merah dan hitam memiliki indeks glikemik rendah sehingga disebut juga dengan padi fungsional. Konsumsi bahan pangan fungsional mampu meningkatkan sistem imun untuk melawan infeksi berbagai bakteri, virus dan jamur (Alkhatib, 2020; Suliartini et al., 2022).

Padi beras merah dan hitam disebut sebagai pangan fungsional karena mengandung senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan, yaitu pigmen antosianin dan proantosianidin (Aprodu et al., 2019; Fitriyah dan Puspita, 2021). Penelitian Hosoda et al. (2018) melaporkan bahwa beras hitam dan beras merah mengandung antosianin dan proantosianidin yang berpotensi digunakan sebagai sumber antioksidan selain sebagai sumber pati pada manusia. Senyawa bioaktif pada beras berpigmen dapat mengurangi stres oksidatif, mencegah kanker, kardiovaskular, komplikasi diabetes, dan lainnya (Arifin et al., 2019).

Padi merah dikenal berdaya hasil rendah ($2-3 \text{ t.ha}^{-1}$) dan umur panjang (5-6 bulan). Kelemahan dari padi merah tersebut membuatnya kurang diminati oleh petani untuk dibudidayakan secara lebih luas. Begitu pula pada varietas padi hitam yang belum banyak dikenal masyarakat, sehingga pemanfaatannya masih sangat terbatas, baik dalam kegiatan konsumsi dan produksi (Rahim et al., 2022). Kementerian Pertanian sampai saat ini telah merilis varietas-varietas padi fungsional dengan keunggulan seperti potensi hasil tinggi, tahan hama dan penyakit. Suatu hal yang ironis dalam pengembangan varietas padi adalah terjadinya kecenderungan petani untuk menanam varietas tertentu tanpa berkeinginan untuk mengganti dengan varietas yang lebih unggul (Abbas et al., 2018).

Pengenalan varietas padi merah dan hitam yang mempunyai produktivitas tinggi dan umur pendek masih terus dilakukan. Varietas Inpari 24 sebagai beras merah memiliki potensi 6.7 t.ha^{-1} GKG dan umur panen 111 hari setelah semai (HSS) (Suriyana, 2017). Varietas pamelen dengan potensi GKG 6.73 t.ha^{-1} , umur panen varietas ini 112 HSS. Varietas Pamera juga mempunyai potensi 6.43 t.ha^{-1} dan umur panen 113 HSS [1]. Pengembangan varietas padi merah lebih banyak untuk di lahan sawah saja, belum ada padi merah yang cocok ditanam pada lahan kering sehingga Badan Litbang Pertanian melepas padi merah varietas Inpago 7, memiliki potensi rata-rata hasil GKG $4,6 \text{ t.ha}^{-1}$ dan umur panen 111 setelah sebar (Jauhari, 2019). Jeliteng merupakan varietas beras padi hitam yang mempunyai potensi rata-rata 6.18 t.ha^{-1} GKG dan umur panen sekitar 113 HSS yang tahan terhadap wereng batang cokelat (Husna et al., 2022).

Potensi hasil suatu varietas unggul dapat dicapai pada kondisi lingkungan optimal, sehingga potensi hasil dan karakter unggul lainnya memberikan kontribusi terhadap peningkatan produksi tanaman (Tian et al., 2021). Salah satunya melalui pendekatan agronomis yaitu pemupukan (Doyeni et al., 2021). Penggunaan pupuk anorganik yang tinggi tanpa diimbangi dengan pemberian pupuk organik dapat mengakibatkan ketidakseimbangan unsur hara di dalam tanah, struktur tanah menjadi rusak dan mikrobiologi di dalam tanah menjadi sedikit, sementara bahan organik berperan penting dalam perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi tanah (Syawal et al., 2017). Peranan bahan organik sangat besar dalam meningkatkan kesuburan tanah, peningkatan produksi, mengurangi pencemaran lingkungan dan dapat meningkatkan kualitas lahan secara berkelanjutan (Verma et al., 2020). Kekurangan penggunaan pupuk organik adalah kadar unsur hara yang terkandung di dalamnya cukup rendah jika dibandingkan dengan pupuk anorganik, sehingga penggunaannya cukup besar guna memenuhi kebutuhan nutrisi tanaman dan akan berdampak pada peningkatan biaya produksi.

Penggunaan teknologi nano pada pupuk akan memungkinkan pelepasan nutrisi yang terkandung pada pupuk dapat dikontrol (Vejan et al., 2021). Teknologi nano memiliki keunggulan lebih reaktif, tepat sasaran target, serta efisien karena dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit. Jadi hanya nutrisi yang benar-benar akan diserap oleh tanaman saja yang dilepaskan, sehingga tidak terjadi kehilangan nutrisi pada target yang tidak dikehendaki seperti tanah, dan mikroorganisme (Brevik et al., 2020). Teknologi nano mampu memperkecil ukuran pupuk menjadi 1nm (nano meter) sehingga penyerapan oleh tanaman menjadi lebih sempurna (Iqbal et al., 2019). Saat ini pupuk mikro telah tersedia dalam bentuk nano partikel. Pupuk silika berbentuk nano atau dikenal dengan nano silika mulai dikembangkan di Indonesia yang diharapkan mampu meningkatkan efisiensi biaya produksi dan mengurangi potensi terjadinya pencemaran lingkungan (Abdul dan Rahmawati, 2023). Silika yang berukuran nano (10^{-9} m) dapat mempermudah tanaman untuk menyerap unsur hara secara optimum oleh tanaman agar tidak kekurangan unsur silika (Hayati et al., 2021).

Pupuk nano silika berbentuk butiran kecil sehingga mudah untuk ditabur tanpa terbawa oleh angin. Pupuk ini merupakan pupuk organik padat yang memiliki fungsi

sebagai pembenah dan merehabilitasi tanah, baik dari segi fisik, kimia dan biologi tanah. Terbuat dari limbah pertanian berupa jerami dan limbah kotoran sapi sehingga mampu mengurangi pencemaran lingkungan. Menurut Ma dan Yamaji (2015) agar produktivitas tanaman padi tinggi kebutuhan akan unsur silika harus tercukupi. Penambahan pupuk anorganik dikombinasikan dengan pupuk silika dapat meningkatkan hasil panen sekaligus meningkatkan serapan unsur hara N, P dan K oleh tanaman (Wang et al., 2021). Pemupukan berteknologi nano diharapkan mampu menjadi terobosan baru guna meningkatkan produksi pertanian, misalnya juga pada tanaman tebu yaitu meningkatnya jumlah daun, populasi tanaman, tinggi tanaman, bobot brangkasan basah dan panjang akar (Haryono dan Basuki, 2021; Pikukuh et al., 2015).

Biofortifikasi merupakan pendekatan yang digunakan untuk meningkatkan kandungan nutrisi pada tanaman, khususnya bagian tanaman yang dikonsumsi (Ofori et al., 2022; Sakya, 2016). Biofortifikasi pada tanaman padi dapat dilakukan dengan cara meningkatkan menambahkan unsur Si pada pupuk atau nutrisi yang diberikan pada tanaman, sehingga tanaman dapat lebih banyak menyerap unsur mineral tersebut. Semakin banyak unsur mineral yang diserap oleh tanaman, diharapkan mampu meningkatkan status nutrisi pada tanaman (Pavlovic et al., 2021). Pemupukan Si berhubungan dalam metabolisme senyawa fenol, akibat dari terbentuknya kompleks Si-polifenol (Lata-Tenesaca et al., 2021). Jafari (2016) menambahkan bahwa Si dapat meningkatkan fenol, senyawa flavon dan aktivitas phenylalanine amonia liase (PAL) yang merupakan kunci utama dalam biosintesis phenylpropanoid. Antosianin terbentuk dari meningkatnya sintesis senyawa-senyawa flavonoid tersebut. Semakin tinggi perlakuan konsentrasi pupuk nano silika yang diberikan, seiring dengan kenaikan kandungan antosianin pada beras merah (Sabatini et al., 2021).

Biofortifikasi sangat penting dilakukan pada budidaya padi beras merah dan hitam, mengingat beras ini sangat berpotensi sebagai sumber makanan pokok. Peningkatan nutrisi dan produksi padi tidak hanya difokuskan pada pemupukan, namun pemilihan varietas padi juga berperan terhadap peningkatan produksi. Masing-masing varietas memiliki potensi hasil berbeda sehingga kebutuhan unsur hara masing-masing varietas berbeda (Birnadi et al., 2019). Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dosis pupuk organik nano silika sebagai sumber Si terhadap pertumbuhan, hasil dan kualitas berbagai varietas padi fungsional. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi dosis pupuk organik nano silika pada varietas tertentu sehingga dapat meningkatkan produktivitas serta kualitas padi fungsional.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah setiap varietas padi fungsional memberikan produktivitas dan kualitas yang berbeda?
2. Apakah dosis pupuk organik nano silika yang berbeda memberikan produktivitas dan kualitas padi fungsional yang berbeda?

3. Apakah terdapat interaksi antara setiap varietas padi fungsional dengan dosis pupuk organik nano silika?
4. Apakah terdapat hubungan antar karakter pertumbuhan dan komponen produksi terhadap produktivitas padi fungsional

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui varietas padi fungsional yang memberikan produktivitas dan kualitas terbaik
2. Mengetahui dosis pupuk organik nano silika yang memberikan produktivitas dan kualitas padi fungsional terbaik
3. Mengetahui interaksi antara setiap varietas padi fungsional dengan dosis pupuk organik nano silika yang memberikan produktivitas dan kualitas terbaik
4. Mengetahui hubungan antar karakter pertumbuhan dan komponen produksi terhadap produktivitas padi fungsional.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun kegunaan penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi dan masukan untuk petani agar dapat mengetahui varietas padi fungsional terbaik dan konsentrasi penggunaan pupuk organik nano silika. Diharapkan juga dapat memberikan sumbangan terhadap perkembangan ilmu dan teknologi dalam meningkatkan produksi padi fungsional.

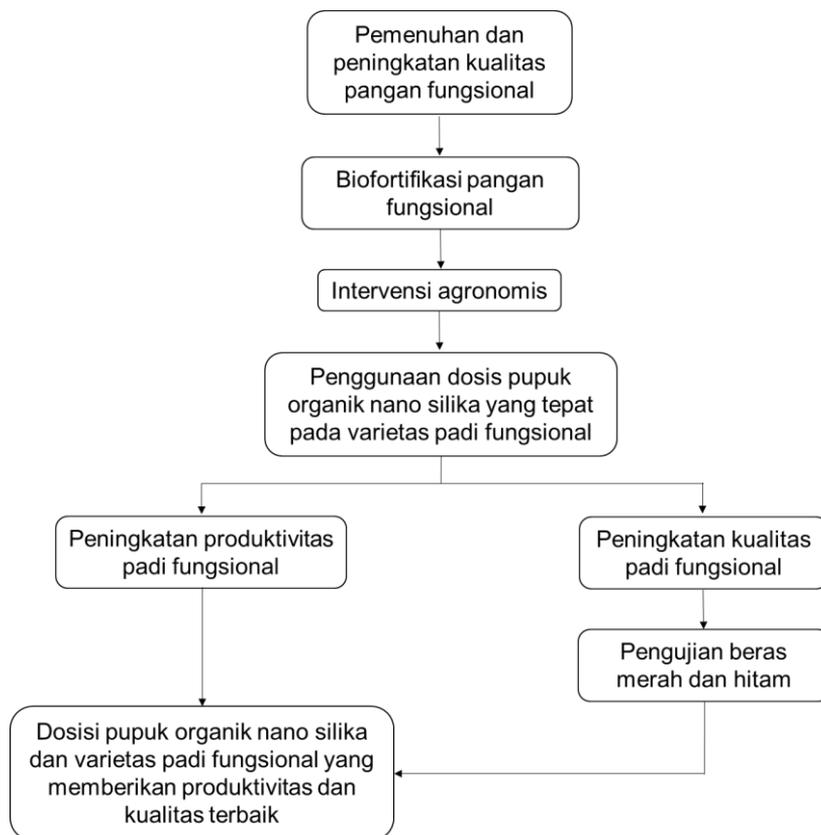
1.5 Hipotesis

1. Terdapat satu atau lebih varietas padi fungsional yang memberikan produktivitas dan kualitas yang lebih baik dibanding varietas lainnya
2. Terdapat satu atau lebih dosis pupuk organik nano silika yang memberikan produktivitas dan kualitas padi fungsional yang lebih baik dibanding varietas lainnya
3. Terdapat satu atau lebih interaksi antara varietas padi fungsional dengan dosis pupuk organik nano silika yang memberikan produktivitas dan kualitas padi fungsional yang lebih baik dibanding varietas lainnya
4. Terdapat satu atau lebih karakter pertumbuhan dan komponen produksi yang berkorelasi positif terhadap produktivitas dan kualitas padi fungsional

1.6 Kerangka Pikir

Pemenuhan gizi khususnya karbohidrat pada masyarakat adalah dengan mengonsumsi nasi yang berasal dari beras putih. Dewasa ini, konsumsi beras putih dianggap lebih berisiko menimbulkan berbagai macam penyakit yang diakibatkan oleh tingginya kandungan indeks glikemik yang dimiliki. Masyarakat yang sadar akan hal pola hidup sehat beralih mengonsumsi beras merah dan hitam yang diyakini memiliki indeks glikemik rendah dan nutrisi yang lebih baik. Disamping itu, untuk meningkatkan nutrisi dari beras merah dan hitam dapat dilakukan dengan cara biofortifikasi. Biofortifikasi dapat dilakukan dengan dengan dua cara yaitu melalui

pemuliaan tanaman dan intervensi agronomis atau pemupukan. Penggunaan dosis pupuk yang tepat pada varietas padi fungsional diharapkan mampu meningkatkan produktivitas serta kualitas padi fungsional.



Gambar 1.1 Kerangka pikir