



SURAT KETERANGAN
No. 8029/IT3.F1/PT.01.07/M/B/2024

Yang bertandatangan di bawah ini Dekan Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, menerangkan bahwa Laporan Penelitian yang di tulis oleh :

1. Anggi Nindita, SP. M.Si (0009038303)
2. Prof. Dr. Ir. Hajrial Aswidinoor, MSc (0029095910)
3. Dr. Willy B. Suwarno, SP. M.Si (0006097804)

Dengan judul :

Perakitan Dan Pengembangan Galur Padi Tipe Baru Pada Kondisi Lingkungan Pupuk Rendah

Ditulis pada bulan/tahun : Desember 2024

Telah didokumentasikan pada Perpustakaan Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 24 Desember 2024
Dekan



Prof. Dr Ir Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.
NIP196902121992031003

LAPORAN AKHIR
PROGRAM PENELITIAN DOSEN MUDA



**PERAKITAN DAN PENGEMBANGAN GALUR PADI TIPE
BARU PADA KONDISI LINGKUNGAN PUPUK RENDAH**

Ketua Peneliti : Anggi Nindita, SP. M.Si (0009038303)
Anggota Peneliti : 1. Prof. Dr. Ir. Hajrial Aswidinoor, MSc (0029095910)
2. Dr. Willy B. Suwarno, SP. M.Si (0006097804)

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2024

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	2
HALAMAN PENGESAHAN.....	3
Ringkasan Laporan Akhir Program Penelitian Dosen Muda 2024	4
BAB I PENDAHULUAN.....	5
A. LATAR BELAKANG MASALAH	5
B. TUJUAN PENELITIAN	6
C. RUANG LINGKUP	6
BAB II METODELOGI	8
Tempat dan Waktu Penelitian	8
Bahan dan Alat Penelitian	9
Rancangan Percobaan	9
Prosedur Percobaan	9
Persiapan lahan	9
Persiapan benih dan pindah tanam	9
Pemupukan dan pemeliharaan	10
Pengamatan Percobaan	10
Pengamatan Produktivitas	10
Analisis Data	11
BAB III HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI.....	14
1. Seleksi pendahuluan galur-galur Padi tipe Baru generasi F3	14
2. Keragaan malai dari 700 galur-galur harapan generasi F3	15
3. Pengujian galur-galur harapan padi tipe baru IPB pada kondisi lingkungan pupuk rendah	17
BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21
DRAFT PUBLIKASI	25

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Perakitan dan Pengembangan Galur Padi Tipe Baru pada Kondisi Lingkungan Pupuk Rendah
Rumpun Ilmu : Pertanian
Bidang Fokus : Pemuliaan Tanaman

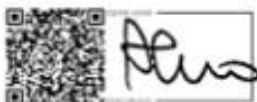
Ketua Peneliti
Nama Lengkap : Anggi Nindita, SP. M.Si
NIDN : 0009038303
Jabatan Fungsional : Lektor/ IIIc
Dept-Fak/Sekolah : Departemen Agronomi dan Hortikultura – Fakultas Pertanian
Alamat E-mail : angginindita@apps.ipb.ac.id
Nomor HP : 081112300792

Anggota Peneliti (1)
Nama Lengkap : Dr. Ir. Hajrial Aswidinoor, MSc.
NIDN-Dept-Fak/Sekolah : 0029095910 – Departemen Agronomi dan Hortikultura-Fakultas Pertanian
Alamat surel (e-mail) : hajrial@gmail.com

Anggota Peneliti (2)
Nama Lengkap : Dr. Willy Bayuardi Suwarno, SP. M.Si
NIDN-Dept-Fak/Sekolah : 0006097804 – Departemen Agronomi dan Hortikultura-Fakultas Pertanian
Alamat surel (e-mail) : bayuardi@gmail.com

Skema : Penelitian dasar
Biaya yang diusulkan : Rp 29.000.000,-
Target Luaran : Publikasi Internasional bereputasi
Lokasi Penelitian : Jawa Barat

Menyetujui,
Direktur Riset dan Inovasi



Prof.Dr. Sugeng Heri Suseno, S.Pi., M.Si
NIP. 197301161999031001

Bogor, 24 Desember 2024
Ketua Peneliti



Anggi Nindita, SP.,M.Si
NIP. 198303092012122001

Ringkasan Laporan Akhir
Program Penelitian Dosen Muda 2024

Judul Riset	Perakitan dan Pengembangan Galur Padi tipe baru pada kondisi lingkungan pupuk rendah
Program	Program Penelitian Dosen Muda Tahun Anggaran 2024
Skema	Penelitian Dasar
Ketua Peneliti	Anggi Nindita, SP. M.Si
Unit Pengusul	Departemen Agronomi dan Hortikultura
Target Capaian	1. Informasi dan Evaluasi Populasi materi genetik yang dapat digunakan untuk seleksi galur padi tipe baru dengan sifat toleran cekaman kondisi pupuk rendah 2. Informasi penggunaan pupuk NPK yang optimum untuk budidaya padi sawah 3. Publikasi bereputasi internasional dengan status under reviewed
Hasil yang sudah diperoleh	Hasil yang sudah diperoleh sampai dengan bulan Oktober adalah: 1. Terdapat informasi galur-galur padi harapan yang akan dijadikan dasar seleksi dan dievaluasi pada kondisi lingkungan cekaman kondisi pupuk rendah 2. Informasi hasil analisis tanah awal terkait dengan informasi kandungan unsur N,P, dan K
Presentase	Prosentase hasil yang sudah dicapai secara keseluruhan sampai dengan Oktober 2024 adalah 100% dengan rincian sebagai berikut: - Persiapan lokasi tanam dan analisis kondisi tanah awal (10%) - Persiapan populasi materi genetik awal (15%) - Informasi malai dari populasi F3 (15%) - Penanaman di lahan sawah (20%) - Penanaman di kondisi terbatas di rumah kaca (15%) - Pengamatan fase vegetatif (10%) - Pengamatan fase generatif (10%) - Draft Publikasi (5%)
Pendanaan	Sumber skema pendanaan penelitian dosen muda
Kelanjutan Riset	Kegiatan yang akan dilakukan selanjutnya adalah: - Kegiatan panen, kegiatan pengumpulan data, pengolahan data, submit naskah publikasi
Hambatan dan Kesulitan	Hambatan dari kegiatan penelitian ini adalah persiapan materi genetik yang mengikuti jadwal panen yang terlambat, sehingga jadwal tanam terlambat dilaksanakan dan jadwal submit draft publikasi tertunda

Bogor, 24 Desember 2024

Peneliti Utama



(Anggi Nindita, SP. Msi)
NIP. 1983030920122001

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG MASALAH

Padi memiliki peran penting untuk pemenuhan pangan dan menjadi komoditas pangan utama di Indonesia. Konsumsi beras di Indonesia pada tahun 2020-2021 yaitu 35.6 juta ton per tahun menempati posisi ke lima di dunia (Shahbandeh 2022). Pemenuhan kebutuhan harus didukung oleh varietas padi dengan produktivitas tinggi (Ikhwan et al., 2013). Pertumbuhan populasi, kompetisi penggunaan lahan, perubahan iklim, dan keterbatasan sumber nutrisi menjadi tantangan ketahanan pangan global (Tilman *et al.* 2011; Anissuzazaman *et al.* 2016; Zuhry *et al.* 2022).

Pertumbuhan dan hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang cukup dan seimbang di dalam tanah (Shedley *et al.* 2008). Pemupukan merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Pemupukan menjadi elemen krusial dalam meningkatkan produktivitas lahan untuk budidaya tanaman tertentu. Pemupukan yang memadai dan seimbang memiliki peran signifikan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan pupuk serta produksi tanaman merugikan ekosistem (Hartati et al., 2014). Tanaman padi membutuhkan nutrisi esensial dalam jumlah yang cukup, terutama unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Produksi padi dapat ditingkatkan dengan cara memperbaiki teknik budidaya, pengelolaan tanaman, irigasi, dan unsur hara (Adrianto et al. 2016). Tanaman padi juga menunjukkan gejala yang responsive terhadap Tingkat aplikasi terhadap unsur N, P, dan K (Heckman, 2007). Ketiga unsur hara tersebut digunakan sebagai pupuk dalam jumlah besar dan kekurangan salah satu unsur menyebabkan hilangnya hasil dan memicu respon molekuler dan fisiologis yang kompleks (Masni dan Wasli 2019).

Defisiensi N, P dan K menyebabkan gangguan berbagai proses fisiologis dan biokimia sehingga dianggap sebagai faktor pembatas produksi tanaman (Wilson *et al.* 2006; Zorb *et al.* 2014). Nitrogen berkontribusi dalam akumulasi karbohidrat pada tahap awal pembungaan dan pengisian bulir pada padi sehingga kekurangan N mengganggu proses asimilasi yang mengarah pada pembungaan prematur dan pemendekan siklus pertumbuhan tanaman (Chandel *et al.* 2010). Fosfor merupakan komponen utama dalam adenosin trifosfat (ATP) sehingga kekurangan fosfor mengganggu proses fotosintesis, sintesis protein, translokasi nutrisi dan respirasi, sedangkan kekurangan kalium mengganggu perkembangan tanaman, regulasi stomata dan transduksi sinyal (Wang *et al.* 2013).

Perakitan varietas unggul baru padi yang adaptif di lingkungan dengan dosis pupuk rendah menjadi salah satu solusi efisiensi input produksi dalam menghadapi dinamika tingkat harga dan ketersediaan pupuk. Varietas yang adaptif perlu diuji adaptasi untuk menentukan potensi genetik dan daya adaptasi genotipe pada lingkungan uji. Uji adaptasi memungkinkan mendeteksi interaksi genotipe dan lingkungan ($G \times E$) dan stabilitas hasil genotipe. Varietas padi dengan pengaruh $G \times E$ yang rendah

berpotensi memiliki produksi setara di lingkungan beragam (Biswash *et al.* 2015). Oleh karena itu serangkaian percobaan akan dilakukan dengan tujuan mengevaluasi pengaruh G×E pada hasil dan karakter agronomi genotipe padi pada kondisi optimum dan minimum didasarkan pada perbedaan dosis pupuk.

Seleksi merupakan tahapan penting dalam menentukan galur-galur terbaik yang bisa diteruskan pada turunannya. Dalam melakukan seleksi perlu memperhatikan hasil dan karakter agronomi lainnya terutama seleksi pada cekaman abiotik (Dermail *et al.* 2022). Salah satu metode seleksi dapat dilakukan dengan cara multi-trait yaitu seleksi dengan menggunakan beberapa karakter, pengambilan keputusan pada seleksi ini lebih efisien karena menggunakan pembobotan karakter yang diinginkan (Anshori *et al.* 2022). MGIDI (multi-trait genotype-ideotype distance index) merupakan seleksi menggunakan beberapa karakter metode ini dapat digunakan untuk memilih genotipe dengan perlakuan eksperimental secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan banyak karakter yang dievaluasi (Olivoto dan Nardito 2021). Diharapkan hasil seleksi menggunakan MGIDI dapat menghasilkan kemajuan genetic yang lebih baik pada turunannya.

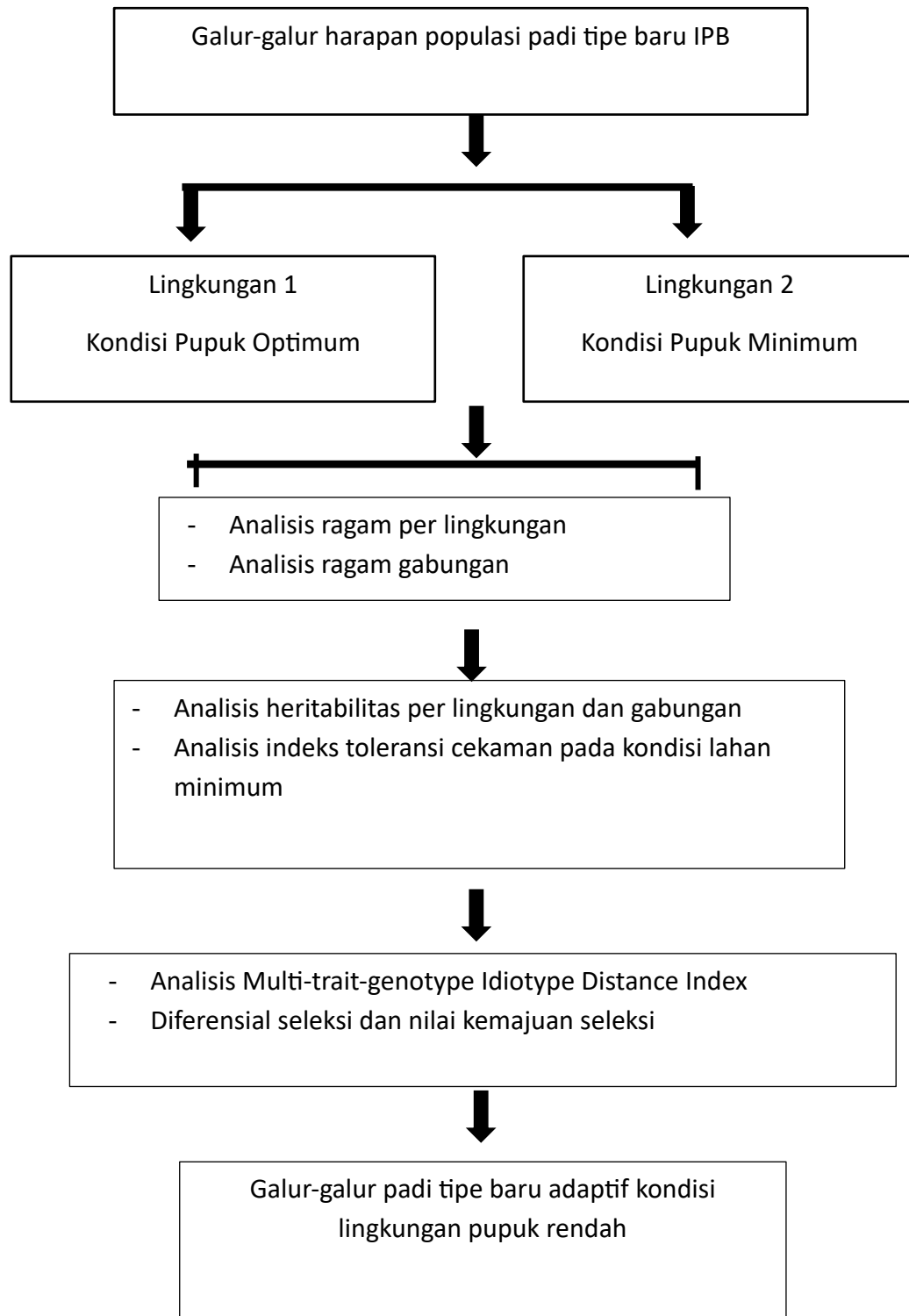
B. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi keragaan agronomi galur padi pada kondisi pupuk rendah dan mendapatkan galur yang toleran.

C. RUANG LINGKUP

Penelitian ini akan dilakukan dalam satu musim pada dua lingkungan yaitu lingkungan dengan kondisi optimum dan lingkungan dengan kondisi minimum (pupuk rendah), untuk mengevaluasi dan mempelajari pengaruh genotipe, lingkungan dan interaksi genotipe × lingkungan ($G \times E$) terhadap sejumlah karakter galur padi sawah hasil pemuliaan IPB Luaran yang diperoleh dari percobaan ini adalah informasi heritabilitas, dan indeks toleransi cekaman pada kondisi lahan minimum.

DIAGRAM PENELITIAN



BAB II METODELOGI

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di Kebun Percobaan Sawah Baru IPB, Desa Babakan, Kecamatan Dramaga, Bogor pada bulan Agustus 2024 sampai dengan Desember 2024. Pengamatan pada komponen hasil akan dilaksanakan di Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Kampus Dramaga, Bogor mempunyai rata-rata ketinggian 180 m dpl pada titik koordinat 6,33° LS dan 106,44° BT dengan suhu rata-rata tiap bulan 26 °C, kelembaban udara 70%, dan curah hujan rata-rata setiap tahun sekitar 3500-4000 mm.

Tabel 1 Kondisi awal tanah

Kondisi Lingkungan	Parameter	Hasil	Satuan
Lahan 1	pH H ₂ O	5,42	-
	C—Organik	1,88	%
	N-Total	0,46	%
	P-Tersedia (Bray I)	25,05	ppm P ₂ O ₅
	KTK	15,44	Cmol/kg
	K-dd	0,09	Cmol K/kg
	P-Potensial	337,12	Mg P ₂ O ₅ /100 g
	K-Potensial	11,44	Mg K ₂ O/100 g
Lahan 2	pH H ₂ O	5,82	-
	C—Organik	1,99	%
	N-Total	0,24	%
	P-Tersedia (Bray I)	50,19	ppm P ₂ O ₅
	KTK	16,57	Cmol/kg
	K-dd	0,17	Cmol K/kg
	P-Potensial	252,73	Mg P ₂ O ₅ /100 g
	K-Potensial	16,34	Mg K ₂ O/100 g
Lahan 3	pH H ₂ O	5,50	-
	C—Organik	1,75	%
	N-Total	0,22	%
	P-Tersedia (Bray I)	47,84	ppm P ₂ O ₅
	KTK	16,12	Cmol/kg
	K-dd	0,14	Cmol K/kg
	P-Potensial	336,28	Mg P ₂ O ₅ /100 g
	K-Potensial	12,90	Mg K ₂ O/100 g
Lahan 4	pH H ₂ O	5,63	-
	C—Organik	2,00	%
	N-Total	0,23	%
	P-Tersedia (Bray I)	50,56	ppm P ₂ O ₅
	KTK	16,50	Cmol/kg
	K-dd	0,14	Cmol K/kg
	P-Potensial	622,26	Mg P ₂ O ₅ /100 g
	K-Potensial	12,34	Mg K ₂ O/100 g

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan penelitian yang akan digunakan pada penelitian ini berupa 108 galur generasi F₅ padi IPB198, IPB 199, IPB200, IPB201, IPB202, dan IPB203 dengan varietas pembanding yaitu Ciherang, Inpari 32, IPB187-F-37-1-2, IPB193-F-17-2-3, dan IPB193-F-30-2-1. Pupuk yang digunakan adalah Urea (46% N), TSP (46% P₂O₅), dan KCl (53% K₂O). Pestisida meliputi insektisida, fungisida dan bakterisida yang diberikan sesuai dengan gejala dan intensitas serangan di lapangan.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya counter seed, timbangan digital, meteran, Bagan Warna Daun (BWD), dan alat budidaya pertanian pada umumnya meliputi cangkul, sprayer, tali rafia, dan alat pendukung pengamatan (alat tulis, label, penggaris dan kamera).

Rancangan Percobaan

Galur-galur diuji dengan menggunakan rancangan lingkungan *Augmented* Rancangan Kelompok Lengkap Teracak. Rancangan tersebut menggunakan pembanding pada masing-masing ulangan, sedangkan galur yang diuji tanpa dilakukan pengulangan. Masing-masing galur ditanam pada satu baris sebanyak 35-40 tanaman. Penentuan jumlah ulangan ditentukan dengan persamaan berikut (Petersen 1994):

$$r \geq \frac{10}{c - 1} + 1$$

Keterangan: r = jumlah ulangan; c = jumlah pembanding

Berdasarkan persamaan di atas, setiap varietas pembanding akan diulang sebanyak 6 kali sedangkan galur yang diuji akan ditanam pada 6 blok. Percobaan ini akan ditanam pada dua lingkungan yaitu lingkungan dengan kesuburan yang optimal dan lingkungan dengan kesuburan minimum.

Prosedur Percobaan

Persiapan lahan

Persiapan lahan dilakukan dua minggu sebelum pindah tanam. Pengolahan tanah meliputi pembenaman jerami panen sebelumnya, pembajakan dengan traktor, penggaruan, perataan, pembuatan saluran irigasi dan caplak sesaat sebelum pindah tanam.

Persiapan benih dan pindah tanam

Persiapan bahan tanam dilakukan dengan cara mengambil 3-5 malai pada 108 galur generasi F₅ padi IPB198, IPB199, IPB200, IPB201, IPB202, dan IPB203 yang sebelumnya disimpan dalam *storage* kebun percobaan sawah baru IPB. Sebelum semai, benih direndam selama 1 × 24 jam.

Semai dilakukan pada bedengan persemaian secara terpisah untuk masing-masing genotipe. Pindah tanam dilakukan pada umur bibit 14 hari setelah semai (HSS) pada jarak tanam 25 cm × 25 cm dan menggunakan satu bibit per lubang tanam. Penanaman dilakukan pada masing-masing kondisi lingkungan.

Pemupukan dan pemeliharaan

Pemupukan dilakukan menggunakan dua dosis berbeda pada masing-masing lingkungan. Pada lingkungan optimum dosis pupuk yang digunakan adalah 200 kg ha⁻¹ Urea, 150 kg ha⁻¹ TSP, dan 100 kg ha⁻¹ KCl, sedangkan pada lingkungan minimum dosis pupuk yang digunakan adalah 50 kg ha⁻¹ Urea, 50 kg ha⁻¹ TSP, dan 50 kg ha⁻¹ KCl. Masing-masing pemupukan di tiap lingkungan diaplikasikan sebanyak 3 kali (Tabel 3). Penyulaman bibit yang mati atau tidak tumbuh dilakukan pada 1-2 MST. Pengairan akan dilakukan dengan sistem irigasi. Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) dan gulma akan dilakukan secara optimum. Adapun penggunaan pestisida menyesuaikan gejala dan intensitas serangan di lapangan. Panen dilakukan saat 90% malai telah menguning pada setiap genotipe.

Tabel 2 Dosis masing-masing waktu pengaplikasian

Kondisi Lingkungan	Pemupukan 1	Pemupukan 2	Pemupukan 3	Total Dosis
Lingkungan 1 (Dosis pupuk optimum)	50 kg ha ⁻¹	100 kg ha ⁻¹	50 kg ha ⁻¹	200 kg ha ⁻¹
	Urea	Urea	Urea	Urea
	150 kg ha ⁻¹	0 kg ha ⁻¹ TSP	0 kg ha ⁻¹ TSP	150 kg ha ⁻¹
	TSP	0 kg ha ⁻¹ KCl	50 kg ha ⁻¹	TSP
Lingkungan 2 (Dosis pupuk rendah)	50 kg ha ⁻¹		KCl	100 kg ha ⁻¹
	KCl			KCl
	0 kg ha ⁻¹ Urea	50 kg ha ⁻¹	0 kg ha ⁻¹ Urea	50 kg ha ⁻¹
	50 kg ha ⁻¹	Urea	0 kg ha ⁻¹ TSP	Urea
	TSP	0 kg ha ⁻¹ TSP	0 kg ha ⁻¹ KCl	50 kg ha ⁻¹
	50 kg ha ⁻¹	0 kg ha ⁻¹ KCl		TSP
				50 kg ha ⁻¹
				KCl

Pengamatan Percobaan

Pengamatan yang dilakukan meliputi produktivitas padi dan karakter agronomi yang terdiri dari fase vegetatif dan fase generatif. Pengamatan dilakukan pada 5 rumpun tanaman contoh per satuan percobaan.

Pengamatan Produktivitas

Produktivitas tiap galur dalam ton ha⁻¹ dapat dihitung dengan melakukan pengukuran bobot gabah per petak (kg) dan ditimbang untuk total gabah kering panen (GKP). Hasil gabah kering

panen akan dipanen dan diukur kadar airnya untuk dapat dilakukan perhitungan produktivitas yang kemudian dikonversi ke dalam luasan 1 ha. Perhitungan produktivitas merupakan bobot gabah kering giling (GKG) ton ha⁻¹ dengan kadar air 14%. Rumus perhitungan produktivitas sebagai berikut:

$$Y = \frac{\left(\frac{10000}{LP} \times GKP\right) \times \left(\frac{100 - KAP}{100 - 14}\right)}{1000}$$

Keterangan:

Y : Bobot gabah kering giling (ton ha⁻¹)

LP : Luas panen (m²)

GKP : Bobot gabah per petak (kg)

KAP : Kadar air terukur saat panen (%)

14 : Kadar air gabah kering giling (%)

Pengamatan karakter Agronomi

1. Tinggi tanaman (cm), diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi saat tanaman memasuki fase generatif.
2. Panjang batang (cm), diukur dari permukaan tanah sampai dengan buku malai saat tanaman memasuki fase generatif.
3. Jumlah anakan produktif diukur dari jumlah anakan yang menghasilkan malai dalam setiap rumpun.
4. Umur berbunga (HSS), dihitung mulai dari penyemaian sampai masing-masing galur sudah berbunga 50-60% (lebih dari setengah dari anaknya dalam rumpun tersebut sudah keluar bunga/pecah batang).
5. Umur panen (HSS), dihitung ketika masing-masing galur daun benderanya telah menguning.
6. Panjang malai (cm), diukur dari buku malai sampai ujung malai.
7. Jumlah gabah total per malai dihitung setelah panen, setiap rumpun diambil satu malai yang paling lebat.
8. Jumlah gabah bernas per malai.
9. Jumlah gabah hampa per malai.
10. Bobot 1000 butir gabah bernas yang sudah masak pada masing masing galur dan varietas pembandingan.
11. Bobot gabah per rumpun (g), diukur dari bobot total bulir dari malai yang telah dirontok per rumpun.
12. Pengukuran tingkat kehijauan daun (1, 2, 3, 4), diamati mulai 35-40 HST.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam per lingkungan, analisis ragam gabungan antar lingkungan, heritabilitas per lingkungan, heritabilitas gabungan antar lingkungan, perhitungan berbagai indeks toleransi cekaman (TOL (*tolerance*), STI (*stress tolerance index*), SSI (*stress susceptibility index*), SI (*stress intensity*)), seleksi genotipe berdasarkan MGIDI, Diferensial Seleksi, dan Dugaan Kemajuan Seleksi.

a) Analisis Ragam per Lingkungan

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan:

- Y_{ij} : Pengamatan pada perlakuan ke i dan kelompok ke j
 μ : Rataan umum
 τ_i : Pengaruh perlakuan ke-i (i= 1, 2, 3, ..., 108)
 β_j : Pengaruh kelompok ke-j (j= 1, 2, 3, ..., 6)
 ε_{ij} : Pengaruh acak pada perlakuan ke-i dan kelompok ke-j

b) Analisis Ragam Gabungan

$$Y_{ijk} = \mu + E_i + Bk_{(i)} + G_j + (GE)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} : Respon pada lingkungan ke-i, genotipe ke-j dan kelompok ke-k
 μ : Nilai rata-rata umum
 E_i : Pengaruh lingkungan ke-i, (i=1, 2)
 $Bk_{(i)}$: Pengaruh kelompok ke-k tersarang pada lingkungan ke-I (k = 1, 2, 3, , 6)
 G_j : Pengaruh genotipe ke-j (j = 1, 2, 3, ..., 108)
 $(GE)_{ij}$: Pengaruh interaksi lingkungan ke-i dengan genotipe ke-j
 ε_{ijk} : Pengaruh galat percobaan pada lingkungan ke-i, genotipe ke-j dan kelompok ke-k

c) Heritabilitas Gabungan

$$h^2_{bs} = \frac{\sigma^2_g}{\sigma^2_g + \frac{\sigma^2_{ge}}{e} + \frac{\sigma^2_e}{re}}$$

Keterangan:

- h^2_{bs} : Heritabilitas arti luas
 σ^2_g : Ragam genetik
 σ^2_{ge} : Ragam interaksi genotype x lingkungan
 σ^2_e : Ragam galat
 e : Jumlah lingkungan pengujian
 r : Jumlah ulangan/kelompok yang disesuaikan (1,22)

d) Indeks Toleransi (Fernandes 1992)

$$SI = 1 - \left(\frac{\hat{Y}_p}{\hat{Y}_s} \right)$$

$$TOL = Y_p - Y_s$$

$$SSI = \frac{1 - \left(\frac{Y_s}{\hat{Y}_p} \right)}{SI}$$

$$STI = \frac{Y_p \times Y_s}{(\hat{Y}_p)^2}$$

Keterangan:

- SI : Stress Intensity
 TOL : Tolerance
 SSI : Stress Susceptibility Indeks
 STI : Stress Tolerance Indeks
 $\hat{Y}_p$: Rata-rata hasil pada kondisi minimal
 $\hat{Y}_s$: Rata-rata hasil pada kondisi optimum
 Y_p : Rata-rata tiap genotype pada kondisi minimal
 Y_s : Rata-rata tiap genotype pada kondisi optimum

e) Diferensial Seleksi

$$S = \bar{X}_{S_{F5}} - \bar{X}_{F5}$$

Keterangan:

S : Diferensial Seleksi

$\bar{X}_{S_{F5}}$: Nilai Tengah F_5 terseleksi

$\bar{X}_{F5}$: Nilai Tengah F_5

f) Nilai Duga Kemajuan Seleksi

$$\hat{G} = S \times h^2$$

Keterangan:

$\hat{G}$: Nilai duga kemajuan seleksi

S : Diferensial seleksi

h^2 : Nilai heritabilitas

BAB III HASIL DAN LUARAN YANG DICAPAI

1. Seleksi pendahuluan galur-galur Padi tipe Baru generasi F3

Perakitan varietas unggul baru padi yang adaptif di lingkungan dengan kondisi hara makro rendah menjadi salah satu solusi efisiensi input produksi dalam menghadapi dinamika tingkat harga dan ketersediaan pupuk. Varietas yang adaptif perlu diuji adaptasi untuk menentukan potensi genetik dan daya adaptasi genotipe pada lingkungan uji.



Gambar 2. Kondisi pertanaman 700 galur padi tipe baru generasi F5 di lahan

Penelitian ini dilakukan dengan mengevaluasi 700 galur padi Tipe Baru generasi F3 (Gambar 2). Pada generasi F5 merupakan pengujian karakter morfologi dan daya hasil populasi IPB-195, IPB-196, IPB-197, IPB-198, IPB-200, IPB-201, IPB-202, IPB-203, IPB-204, dan IPB-205 yang ditanam pada lingkungan uji monokultur (Tabel 3). Selanjutnya seleksi dilakukan berdasarkan keragaan di lapang berdsarkan penampilan malai.

Tabel 3. Daftar populasi genotipe padi yang digunakan dalam percobaan hasil persilangan

Genotipe	Silsilah
<i>Populasi</i>	
IPB-195	IPB 8G x Inpari 32
IPB-196	IPB 8G x IR64
IPB-197	Inpari 32 x IPB 9G
IPB-200	IPB 9G x Inpari 32
IPB-201	IPB 8G x Ciherang
IPB-202	IR64 x IPB 10G
IPB-203	IPB 8G x Inpari36
IPB-204	IPB 8G x Inpari 37
IPB-205	IPB 8G x Inpari 38
<i>Pembanding</i>	
Ciherang	Varietas Komersial
Inpari 32	Varietas Komersial
IPB-3S	Varietas Komersial
IPB-9G	Varietas Komersial
IPB-12S	Varietas Komersial
IPB-13S	Varietas Komersial
IPB-14S	Varietas Komersial
IPB-15S	Varietas Komersial

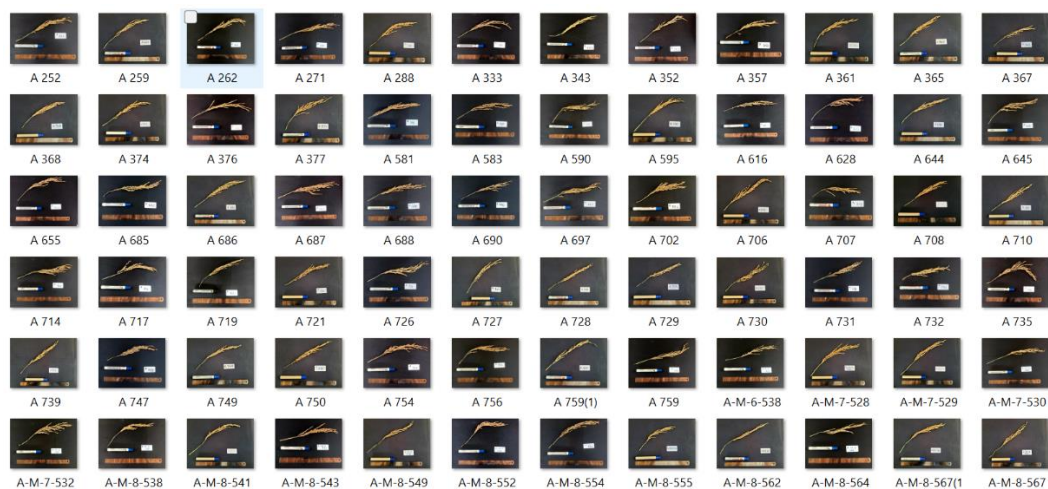
Selanjutnya galur-galur terseleksi dilanjutkan untuk pengujian pada musim tanam berikutnya untuk seleksi pada kondisi cekaman lingkungan pupuk rendah. Data keragaan malai dianalisis untuk mendapatkan informasi kemajuan seleksi dan parameter genetik pada lingkungan seleksi kondisi pupuk rendah. Bahan yang digunakan adalah 83 galur padi IPB yang diseleksi dari pertanaman sebelumnya. 8 varietas padi yang digunakan pembanding, yaitu Ciherang, Inpari 32, IPB 3S, IPB 9G, IPB 12S, IPB 13S, IPB 14S, dan IPB 15S (Tabel 4).

Tabel 4. Daftar galur padi tipe baru generasi F6 serta varietas pembanding yang diuji dalam penelitian

No	Genotype	No	Genotype	No	Genotype	No	Genotype
1	IPB200-F-104	24	IPB200-F-363	47	IPB201-F-308	70	IPB202-F-280
2	IPB200-F-309	25	IPB200-F-740	48	IPB201-F-55	71	IPB202-F-686
3	IPB200-F-377	26	IPB201-F-750	49	IPB201-F-696	72	IPB202-F-252
4	IPB200-F-656	27	IPB201-F-727	50	IPB201-F-690	73	IPB202-F-376
5	IPB200-F-655	28	IPB201-F-732	51	IPB202-F-590	74	IPB202-F-146
6	IPB200-F-747	29	IPB201-F-726	52	IPB202-F-297	75	IPB202-F-694
7	IPB200-F-728	30	IPB201-F-749	53	IPB202-F-568	76	IPB203-F-374
8	IPB200-F-572	31	IPB201-F-721	54	IPB202-F-730	77	IPB203-F-583
9	IPB200-F-357	32	IPB201-F-259	55	IPB202-F-349	78	IPB203-F-564
10	IPB200-F-706	33	IPB201-F-522	56	IPB202-F-201	79	IPB203-F-75
11	IPB200-F-368	34	IPB201-F-361	57	IPB202-F-677	80	IPB203-F-739
12	IPB200-F-691	35	IPB201-F-311	58	IPB202-F-708	81	IPB203-F-644
13	IPB200-F-365	36	IPB201-F-140	59	IPB202-F-724	82	IPB203-F-567
14	IPB200-F-543	37	IPB201-F-756	60	IPB202-F-275	83	IPB203-F-731
15	IPB200-F-687	38	IPB201-F-530	61	IPB202-F-538	84	Inpari 32
16	IPB200-F-554	39	IPB201-F-710	62	IPB202-F-573	85	Ciherang
17	IPB200-F-333	40	IPB201-F-702	63	IPB202-F-532	86	IPB 3S
18	IPB200-F-688	41	IPB201-F-281	64	IPB202-F-645	87	IPB 9G
19	IPB200-F-570	42	IPB201-F-697	65	IPB202-F-367	88	IPB 12S
20	IPB200-F-108	43	IPB201-F-352	66	IPB202-F-570	89	IPB 13S
21	IPB200-F-759	44	IPB201-F-330	67	IPB202-F-595	90	IPB 14S
22	IPB200-F-719	45	IPB201-F-176	68	IPB202-F-343	91	IPB 15S
23	IPB200-F-254	46	IPB201-F-529	69	IPB202-F-754		

2. Keragaan malai dari 700 galur-galur harapan generasi F3

Galur-galur terpilih generasi F3 didokumentasikan (Gambar 3) sebagai dasar seleksi bentuk keragaan malai untuk seleksi di generasi selanjutnya. Panjang malai diukur dan dihitung jumlah bulir yang terisi dan hampa pada setiap malai.



Gambar 3. Dokumentasi keragaan malai galur-galur terpilih generasi F3

Berdasarkan hasil evaluasi keragaan malai, dari sejumlah 700 galur padi generasi F5 yang ditanam, terpilih sejumlah 105 galur padi untuk dilanjutkan ditanam pada musim selanjutnya (Tabel 5). Pada musim tanam selanjutnya dari 105 galur terpilih terdapat 84 galur terpilih yang tumbuh dengan baik dan akan dilakukan seleksi pada lingkungan optimum dan cekaman pupuk rendah.

Tabel 5. Seleksi pengujian galur-galur padi tipe baru berdasarkan panjang malai

No	Kode Galur	Panjang Malai (cm)	No	Kode Galur	Panjang Malai (cm)	No	Kode Galur	Panjang Malai (cm)
1	A 739	30.0	36	A 759	33.0	71	A 376	29.0
2	A 719	24.5	37	A-M-8-562	30.0	72	A-M-8-573	29.0
3	A.M 309	29	38	A 343	27.0	73	A-M-7-529	28.0
4	A 727	29	39	A 702	23.5	74	A 361	28.0
5	A 645	29	40	A 357	25.0	75	A 333	26.0
6	A 262	27.5	41	A 377	28.5	76	A 708	23.0
7	A-M-8-554	29.5	42	A 365	24.0	77	A 146	28.5
8	A 252	25.5	43	A 685	28.0	78	A 108	25.5
9	A 590	26.0	44	A 749	26.0	79	A-M-1-75	22.5
10	A 756	26.0	45	A-M-330	32.0	80	A 281	26.5
11	A 688	26.0	46	A-M-8-564	29.0	81	A 677	30.0
12	A-M-7-530	27.8	47	A 595	25.0	82	A 140	26.0
13	A 581	28.0	48	A-M-8-543	26.0	83	A 275	25.5
14	A-U2-694	26.5	49	A 759	30.5	84	A 156	29.0
15	A 697	26.0	50	A-M-8-538	24.0	85	A 297	26.5
16	A-U2-696	27.5	51	A 714	28.0	86	A 265	31.0
17	A 726	28.5	52	A-M-7-532	26.5	86	A 176	26.0
18	A 367	24.0	53	A 616	30.0	87	A-1-55	22.0
19	A 583	25.0	54	A-U-691	33.0	88	A-M-10-740	25.0
20	A 710	28.0	55	A-M-8-568	25.0	89	A 349	25.5
21	A 732	24.0	56	A 750	27.0	90	A 376	29.0
22	A-M-8-555	26.0	57	A 721	27.5	91	A-B-10-693	27.0
23	A-M-311	28.5	58	A 754	29.0	92	A 104	29.0
24	A 724	25.5	59	A-M-7-528	30.0	93	A 570	30.0
25	A 644	27.0	60	A-M-8-522	27.0	94	A 280	28.0
26	A-M-656	29.5	61	A-M-8-567	28.0	95	A 363	29.0
27	A 368	24.0	62	A-M-308	27.0	96	A 292	28.5
28	A-M-8-571	26.5	63	A 735	29.0	97	A 298	29.5
29	A 259	28.0	64	A-M-8-570	24.5	98	A 201	29.0
30	A 686	32.0	65	A 687	30.0	99	A 289	25.5
31	A 731	25.5	66	A 374	29.0	100	A 740	22.0
32	A 728	28.5	67	A 352	28.0	101	A 207	26.5
33	A 747	23.5	68	A 706	31.0	102	A 130	26.5
34	A-M-8-572	25.0	69	A 730	27.5	103	A 254	27.5
35	A 690	25.5	70	A 655	27.0	104	A-M-6-432	26.5
						105	A 718	29.5

Pengujian dari 700 galur padi padi tipe baru generasi F3, galur-galur padi tipe baru terpilih berdasarkan penampilan malai, terutama berdasarkan karakter panjang malai, dengan nilai seleksi yang diharapkan adalah antara 20-35 cm pada panjang malai. Karakter panjang malai diharapkan sebagai

karakter komponen hasil yang berkaitan dengan pengisian bulir. Karakter malai yang panjang diharapkan dapat sebagai salah satu karakter penentu produksi tinggi untuk seleksi menghasilkan varietas-varietas unggul padi tipe baru.



Gambar4. Kegiatan semai galur-galur harapan populasi padi tipe baru IPB generasi F4

Kegiatan semai dilakukan terlebih dahulu sebagai bagian dari persiapan tanam (Gambar 4). Sebagai bagian dari laporan kemajuan, kegiatan penelitian yang sudah dilakukan saat ini adalah kegiatan seleksi di lahan

3. Pengujian galur-galur harapan padi tipe baru IPB pada kondisi lingkungan pupuk rendah

Kegiatan penelitian selanjutnya adalah evaluasi keragaan agronomi galur padi tipe baru pada kondisi pupuk rendah dan kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan galur yang adaptif. Penelitian dilakukan dalam satu musim pada dua lingkungan yaitu lingkungan dengan kondisi optimum dan lingkungan dengan kondisi minimum atau pupuk rendah, untuk mengevaluasi dan mempelajari pengaruh genotipe, lingkungan dan interaksi genotipe x lingkungan (GxE) terhadap sejumlah karakter galur padi sawah hasil pemuliaan IPB. Kondisi modifikasi lingkungan dilakukan di dua lingkungan tanam yaitu di rumah kaca (green house) di Kebun percobaan Lewikopo dan di lahan sawah di Kebun percobaan sawah baru IPB (Gambar 5).



(a)



(b)

Gambar 5. Kegiatan semai galur-galur harapan populasi padi tipe baru IPB generasi F4 lokasi (a) green house lewikopo dan (b) lahan sawah di sawah baru, IPB.

Tabel 6. Hasil seleksi keragaan malai dari galur-galur harapan padi tipe baru

Genotipe	Kondisi Optimum			Kondisi Pupuk Rendah		
	Panjang Batang	Tinggi Tanaman	Jumlah Anakan Total	Panjang Batang	Tinggi Tanaman	Jumlah Anakan Total
IPB 12S	41.4	91.025	14.05	47.33	94.85	15.75
IPB 9G	46.35	100.35	12.1	51.09	102.68	11.30
IPB 15S	41.6	99.475	11.9	45.59	97.54	12.60
IPB 13S	36.075	84.1	14.8	43.25	83.66	16.00
IPB 3S	49.45	98.775	13.0	54.60	96.60	13.50
Ciherang	34.15	78.6	17.75	39.75	81.55	19.80
Inpari	40.2	88.5	13.55	49.70	88.35	15.60
IPB 14S	41.55	93.6	12.05	48.60	93.35	11.80
IPB200-F-104	36.9	98.7	12.3	42.90	91.80	11.90
IPB200-F-309	34.9	90.5	13.5	40.80	87.80	14.00
IPB200-F-377	57.6	104.9	11.4	63.70	108.30	14.00
IPB200-F-656	50.3	92.7	13.6	51.00	88.30	13.20
IPB200-F-655	46.4	89.4	13.2	52.00	88.40	13.70
IPB200-F-747	51.4	95.2	14.5	54.70	94.00	13.40
IPB200-F-728	41.3	86.0	13.3	50.60	88.10	12.80
IPB200-F-572	47.0	84.4	10.7	60.00	93.50	13.10
IPB200-F-357	53.7	96.7	11.9	58.90	96.70	12.90
IPB200-F-706	43.5	86.6	12.3	49.70	86.30	13.50
IPB200-F-368	51	98.2	11.6	60.20	97.20	13.10
IPB200-F-691	51.4	102.6	11.0	57.80	105.80	8.80
IPB200-F-365	53.5	94.1	10.7	54.60	89.50	10.30
IPB200-F-543	52.7	98.0	14.2	57.30	102.10	13.60
IPB200-F-687	51.6	102.0	12.0	59.90	103.70	8.90
IPB200-F-554	50.4	105.2	13.4	61.40	109.10	9.70
IPB200-F-333	41.4	99.9	13.9	46.40	99.30	10.40
IPB200-F-688	36.9	82.6	18.4	41.50	82.10	14.00
IPB200-F-570	54.8	103.7	16.0	62.60	101.50	13.90
IPB200-F-108	35.0	82.1	15.8	40.90	81.70	14.20
IPB200-F-759	50.9	104.1	10.7	62.50	102.60	11.40
IPB200-F-719	46.0	93.6	11.0	57.90	95.00	11.90
IPB200-F-254	51.1	114	12.8	69.20	111.10	11.40
IPB200-F-363	52.3	111	13.9	69.50	107.00	10.70
IPB200-F-740	48.9	98.4	14.4	65.10	100.00	14.20
IPB201-F-750	44.3	90.5	14.2	60.60	92.80	16.30
IPB201-F-727	44.9	99.1	14.6	58.80	96.50	15.30
IPB201-F-732	45.0	99.8	14.1	57.30	100.00	14.30

Berdasarkan Tabel 6, menyajikan data hasil seleksi kergaan malai dari berbagai galur harapan padi tipe baru dalam dua kondisi lingkungan, yaitu kondisi optimum dan kondisi pupuk rendah. Parameter

pengamatan yang diukur meliputi panjang batang, tinggi tanaman, dan jumlah anakan total. Pada kondisi optimum, genotipe menunjukkan potensi maksimal dalam lingkungan dengan input pertanian yang cukup. Sedangkan dalam kondisi lingkungan pupuk rendah, genotipe diuji pada kondisi yang lebih terbatas, mencerminkan toleransi terhadap input yang rendah.

Berdasarkan data (Tabel 6), berikut adalah analisis perbandingan antara kondisi optimum dan pupuk rendah untuk genotipe yang diuji, dengan fokus pada panjang batang, tinggi tanaman, dan jumlah anakan total. Berdasarkan parameter panjang batang, genotipe IPB200-F-572 dan IPB200-F-377 menunjukkan peningkatan signifikan, mencerminkan respons terhadap kondisi stres. Varietas Ciherang memiliki panjang batang terendah di kedua kondisi, menunjukkan karakteristik tanaman pendek yang diinginkan dalam varietas modern.



(a)



(b)

Gambar 5. Kegiatan seleksi galur-galur harapan populasi padi tipe baru IPB generasi F6 lokasi (a) lahan sawah baru IPB dan (b) green house lewikopo, IPB.

Berdasarkan parameter tinggi tanaman, hasil pengamatan menunjukkan bahwa genotipe IPB200-F-254 (114 cm) dan IPB200-F-363 tetap memiliki tinggi tanaman yang unggul menunjukkan toleransi terhadap kondisi lingkungan dengan pemberian pupuk rendah. Varietas Ciherang tetap memiliki tinggi tanaman terendah cocok untuk daerah dengan resiko rebah yang tinggi. Berdasarkan parameter pengamatan jumlah anakan total (JAT), kisaran jumlah JAT pada kondisi lingkungan optimum berkisar antara 10.7 (galur IPB200-F-572) hingga 18.4 (galur IPB200-F-688). Sedangkan JAT pada kondisi lingkungan pupuk rendah berkisar antara 8.80 (galur IPB200-F-691) hingga 19.80 (Varietas Ciherang). Hasil evaluasi seleksi di lapang menunjukkan bahwa varietas Ciherang memiliki jumlah anakan tertinggi pada kedua kondisi lingkungan. Parameter JAT menunjukkan penurunan signifikan jumlah anakan terlihat pada genotipe seperti IPB200-F-691 (11 menjadi 8.80) dan IPB200-F-554 (13.4 menjadi 9.70), menandakan sensitivitas terhadap kondisi pupuk rendah. Galur IPB200-F-688 mempertahankan performa tinggi di jumlah anakan meski kondisi berubah.

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil luaran kegiatan penelitian didapatkan beberapa hasil kegiatan sebagai laporan kemajuan sebagai berikut:

1. Seleksi pendahuluan sejumlah 600 galur-galur harapan padi tipe baru generasi F5 dilakukan berdasarkan penampilan keragaan malai dengan nilai seleksi malai 20-35 cm terpilih 84 galur selanjutnya diuji nilai toleran dan adaptif pada kondisi lingkungan pupuk rendah.
2. Hasil seleksi galur-galur di generasi F5 menunjukkan bahwa terdapat 84 galur yang dapat diseleksi lebih lanjut. Data hasil; seleksi terhadap panjang malai menunjukkan bahwa terdapat 13 galur harapan yang memiliki potensi keragaan panjang malai unggul yang memiliki nilai panjang malai dengan kisaran 30-33 cm yaitu: IPB A-739, IPB A-689, IPB A-759, IPB A-M-8-562, IPB A-M-330, IPB A-759, A-616, A-U-691, A-M-7-528, A-687, A-706, A-677, A-265.
3. Hasil seleksi galur dengan kategori adaptasi baik menunjukkan bahwa pada genotipe IPB200-F-254 dan Ciherang sebagai pembanding menunjukkan stabilitas performa di kedua kondisi. Hasil seleksi galur berdasarkan sensitivitas tinggi, menunjukkan bahwa genotipe IPB200-F-691 dan IPB200-F-554 mengalami penurunan signifikan pada kondisi lingkungan pupuk rendah, hal ini menandakan kurang toleran terhadap stres nutrisi.
4. Genotipe yang berpotensi dan menunjukkan keunggulan agronomi dan adaptasi baik terhadap kondisi lingkungan pupuk rendah adalah genotipe IPB200-F-363, IPB200-F-570, dan IPB200-F-688.
5. Sebagai bagian dari luaran yang diharapkan, saat ini sedang disusun draft publikasi dengan data-data seleksi awal untuk dapat dipublikasikan di jurnal bereputasi internasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abay KA, Breisinger C, Glauber J, Kurdi S, Laborde D, Siddig K. 2023. The Russia-Ukraine war: implication for global and regional food security and potential policy responses. *Glob. Food Sec.* 36.
- Abdullah B, Tjokrowidjojo S. 2017. Perkembangan dan prospek perakitan padi tipe baru di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian.* 27(1):1–9. doi:10.21082/jp3.v27n.2008.p1-9.
- Acquaah G. 2012. principles of plant genetics and breeding. Ed ke-2. Maryland (MD): J Willey
- Adjabi A, Bouzerzour H, Benmahammed A. 2014. Stability analysis of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) grain yield. *J. Agron.* 13(3):131-139. doi:10.3923/ja.2014.131.139
- Adrianto J, Harianto, Hutagaol MP. 2016. Peningkatan produksi padi melalui penerapan SRI di Kabupaten Solok Selatan. *Jurnal Agribisnis Indonesia.* 4(2):107–122.
- Afandi N, Fattah MA, Sahlan. 2022. Faktor yang berpengaruh terhadap kelangkaan pupuk bersubsidi di Desa Campagaya Kecamatan Galesong Kabupaten Takalar. *Jurnal Pertanian Agroteknologi.* 10(2): 60–69.
- Allard RW, Bradshaw AD. 1964. Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding. *Crop science.* 4(5):503-508. doi:10.2135/cropsci1964.0011183X000400050021x.
- Anisuzzaman MMA, Ali MG, Haque MM, Halder T. 2016. Development of high yielding rice varieties for favorable ecosystem with 40% higher yield than the present variety: a review paper. *Middle East J Sci Res.* 24(11): 3644–3653. doi: 10.5829/idosi.mejsr.2016.3644.3653.
- Annicchiarico P. 2002. *Genotype x Environment Interaction—Challenges and Opportunities for Plant Breeding and Cultivar Recommendations.* (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations. 115 hal.
- Anshori MF, Purwoko BS, Dewi IS, Suwarno WB, Ardie SW. 2022. Salinity tolerance selection of doubled-haploid rice lines based on selection index and factor analysis. *AIMS Agric. Food.* 7(3):520–535. doi:10.3934/agrfood.2022032.
- Arianti FD, Nurlaily R, Setiapermas MN. 2020. Peningkatan produktivitas padi melalui penggunaan varietas unggul baru dan pemupukan di lahan sawah tadah hujan. Kesiapan Sumber Daya Pertanian dan Inovasi Spesifik Lokasi Memasuki Era Industri 4.0. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pertanian; 2019 Okt 09; Semarang, Indonesia. Bogor: [Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian]. hlm.191-196.
- Arrauveau M, Harahap Z. 1986. *Relevant upland rice breeding objectives.* Di dalam: *Progress in Upland Rice Research.* Los Banos (PH): International Rice Research Institute. hlm 189–198.
- Baihaki A. 2000. *Teknik Analisis Rancangan Pemuliaan. Kumpulan Materi Latihan Teknik Pemuliaan dan Hibrida,* Unpad Jatinangor (ID).
- Bharti G, Chimata M K. 2019. Review on new plant breeding techniques. *Int. J. Sci Res.* 8(4):723-730.
- Biswash MR, Haque M. 2015. Estimation of superiority of exotic hybrids of rice over check varieties in Bangladesh. *J. Agric. & Environ. Sci.* 15(4):659–663. doi: 10.5829/idosi.aejas.2015.15.4.12581.
- Bradshaw JE. 2017. Plant breeding: past, present and future. *Euphytica.* 213:1-12. Breseghello F, Coelho ASG. 2013. Traditional and modern plant breeding methods with examples in rice (*Oryza sativa* L.). *J. Agric. Food Chem.* 61(35):8277-8286.
- Carter A, Rajcan I, Woodrow L, Navabi A, Eskandari M. 2018. Genotype, environment, and genotype by environment interaction for seed isoflavone concentration in soybean grown in soybean cyst nematode infested and non-infested environments. *Field Crops Res.* 216:189-196. doi: 10.1016/j.fcr.2017.11.021

- Chandel G, Banerjee S, See S, Meena R, Sharma DJ, Verulkar SB. 2010. Effects of different nitrogen fertilizer levels and native soil properties on rice grain Fe, Zn and protein contents *Rice Sci.* 17(3): 213–227. doi: 10.1016/S1672-6308(09)60020-2.
- Chang TT. 1985. The ethnobotany of rice in island Southeast Asia. *J. Storage.* 26(1): 69– 76.
- Cheng KS, Wang XK, Lu YX. 1984. Recognition of the classification of Asian cultivated rice. *AAS.* 10 (4):271-279.
- Crowder LV. 2006. *Genetika Tumbuhan*. Kusdiarti L, penerjemah. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Cui SH, Shi YL, Groffman PM, Schlesinger WH, Zhu YG. 2013. Centennial-scale analysis of the creation and fate of reactive nitrogen in China (1910–2010). *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 110, 2052–57. Doi: 10.1073/pnas.1221638110
- Dastan S, Siavoshi M, Zakavi D, Ghanbaria-malidarreh A, Yadi R, Ghorbannia Delavar E, Nasiri AR, 2012. Application of nitrogen and silicon rates on morphological and chemical lodging related characteristics in rice (*Oryza sativa L.*) North of Iran. *J. Agric. Sci.* 4(6).
- Denis JB, Gower JC. 1996. Asymptotic confidence regions for biadditive models: Interpreting genotype-environment interactions. *Appl. Stat.* 45(4): 479-493. doi: 10.2307/2986069.
- Dermail A, Fungtee A, Lertrat K, Suwarno WB, Lübberstedt T, Suriharn K. 2022. Simultaneous selection of sweet-waxy corn ideotypes appealing to hybrid seed producers, growers, and consumers in thailand. *Agronomy.* 12(1). doi:10.3390/agronomy12010087.
- Eberhart SA, Russell WA. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36–40.
- Elizabeth R. 2011. Strategi pencapaian diversifikasi dan kemandirian pangan: antara harapan dan kenyataan. *Iptek Tanaman Pangan.* 6(2):230-242.
- Fehr WR. 1987. *Principles of Cultivar Development*. Vol 1, Theory and Technique. Macmillan Publishing Co., New York.
- Fernandez GCJ. 1992. “Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance” in *Proceedings of the International Symposium on Adaptation of Vegetables and Other Food Crops in Temperature and Water Stress Chapter 25*, ed. C. G. Kuo. Tainan: Shanhua: AVRDC Publication. p. 257–270.
- Francis B, Aravindakumar CT, Brewer PB, Simon S. 2023. Plant nutrient stress adaptation: a prospect for fertilizer limited agriculture. *envexpbot.* 213.
- Hardjowigeno S. 2010. *Ilmu Tanah*. Jakarta (ID): Akademika Pressindo.
- Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta (ID): Akademika Pressindo. 250 hal.
- Havlin D, Beaton JD, Tisdale SL, Nelson WL. 1999. *Soil Fertility and Fertilizers, an Introductions to Nutrient Management. 6th Edition*. New Jersey: Viacom Company Upper Saddle River.
- Jiang W, Wang X, Xing Y, Liu X, Cui Z, Yang L. 2019. Enhancing rice production by potassium management: recommended reasonable fertilization strategies in different inherent soil productivity levels for a sustainable rice production system. *Sustainability.* 11(22):1–13. doi: 10.3390/su11226522.
- Kang MS. 1997. Using genotype-by-environment interaction for crop cultivar development. *Advances in agronomy.* 62:199-252. doi: 10.1016/S0065-2113(08)60569-6.
- Laborde D, Mamun A. 2022. Documentation for food and fertilizers eksport restriction tracker: tracking export policy respons affecting global food markets during crisis. International Food Policy Research Institute. <https://ebrary.ifpri.org/utils/getfile/collection/p15738coll2/id/135857/filename/136071.pdf>
- Lemanowicz J. 2013. Mineral fertilisation as a factor determining selected sorption properties of soil against the activity of phosphatases Original Paper. *Plant Soil Environ.* 59(10). doi: 10.17221/767/2012-PSE
- Lin CS, Binns MR, Lefkovitch LP. 1986. Stability analysis: where do we stand. *Crop science.* 26: 894-900. doi: 10.2135/cropsci1986.0011183X002600050012x.

- Hartati S, Sumani, Hendrata HEA. 2014. Pengaruh Imbangan Pupuk Organik dan Anorganik terhadap Serapan P dan Hasil Tanaman Padi Sawah pada Dua Sistem Budidaya di Lahan Sawah Sukoharjo. *J. Ilmu-Ilmu Pertanian* 19(1):53-60.
- Heckman, J.R. 2007. Sweet corn nutrient uptake and removal. *Hort Technology hortte* 17(1):82-86. <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.17.1.82>
- Ikhwan, R.P. Gagad, P. Eman, A.K. Makarim. 2013. Peningkatan produktivitas padi melalui penerapan jarak tanam jajar legowo. *Iptek Tanaman Pangan*(2).
- Liu Y, PanX, Li J. 2015. A 1961–2010 record of fertilizer use, pesticide application and cereal yields: A review. *Agron Sustain Dev.* 35:83–93. doi: 10.1007/s13593-014-0259-9
- Lubis YA, Putri LAP, Rosmayati. 2013. Pengaruh selfing terhadap karakter tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada generasi F4 selfing. *Jurnal Online Agroekoteknologi.* 1(2): 304-317.
- Malosetti M, Ribaut JM, Van Eeuwijk FA. 2013. The statistical analysis of multi-environment data: modeling genotype-by-environment interaction and its genetic basis. *Front. Physiol.* 4(44):1-17. Doi: 10.3389/fphys.2013.00044.
- Maschner P. 2012. *Mineral Nutrition of Higher Plants, Third Edition.* San Diego (CA): Academic Press Inc.
- Masni Z, Wasli ME. 2019. Yield performance and nutrient uptake of red rice variety (MRM 16) at different NPK fertilizer rates. *Int. J. Agron.* 1–6.
- Mattjik AA, Sumertajaya IM, Hadi AF, Wibawa GNA. 2011. *Pemodelan Additive Main-effect & Multiplicative Interaction (AMMI): Kini dan yang akan datang.* Bogor (ID): IPB Press.
- Mazer SJ, Schick CT. 1991. Constancy of population parameters for life history and floral traits in *Raphanus sativus* L. I. norms of reaction and the nature of genotype by environment interactions. *Heredity.* 67(2):143-156. doi: 10.1038/hdy.1991.74.
- Olivoto T, Nardino M. 2021. MGIDI: Toward an effective multivariate selection in biological experiments. *Bioinform.* 37(10):1383–1389. doi:10.1093/bioinformatics/btaa981
- Paipan S, Abrar M. 2020. Determinan ketergantungan impor beras di Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Kebijakan Publik.* 11(1):53–64.
- Poehlman JM, Sleeper DA. 1995. *Breeding Field Crops.* Iowa State University Press, Ames.
- Qiongli BAO, Long-Jun DING, Huang Y, Keqing XIAO. 2018. Effect of rice straw and/or nitrogen fertiliser inputs on methanogenic archaeal and denitrifying communities in a typical rice paddy soil. *Earth Environ Sci Trans R Soc Edinb earth env sci t r s.* 109(3-4):375-386. Doi: 10.1017/S1755691018000580
- Rahangdale S, Singh Y, Kujur M J, & Koutu G K. 2019. Chapter-4 Exploration of New Plant Type (NPT) Rice Lines for Crop Improvement. Chief Editor Dr. RK Naresh, 53.
- Rozen N, Kasim M. 2018. Teknik Budidaya Tanaman Padi Metode SRI (The System of Rice Intensification).
- Sarwani M. 2023. Krisis pupuk dunia dan dampaknya bagi Indonesia. *Jurnal Analis Kebijakan.* 7(1): 29–47.
- Shahbandeh M. 2022. *Rice: Global Rice Consumption 2021/22 by Country.* Hamburg (GE): Statista Publisher.
- Shahbandeh M. 2022. *Rice: Global Rice Consumption 2021/22 by Country.* Hamburg (GE): Statista Publisher
- Shedley E, Dell B, Grove T. 2008. Diagnosis of nitrogen deficiency and toxicity of *Eucalyptus globulus* seedling by foliar analysis. *Plant and Soil.* 177: 183-189.
- Simmonds NW. 1981. Genotype (G), environment (E) and GE components of crop yields. *Exp. Agric.* 17(4):355-362. Doi: 10.1017/S0014479700011807.

- Singh PK, Venkatesan K, Swarnam TP. 2018. *Biodiversity and Climate Change Adaptation in Tropical Island*. Sivaperuman C, Singh AK, Velmurugan A, Jaisankar I, editor. London (UK): Academic Press.
- Stellacci AM, Cristiano G, Rubino P, Lucia BD, Cazzato E. 2013. Nitrogen uptake, nitrogen partitioning and N-use efficiency of container- Grown Holmoak (*Quercus ilex* L.) under different nitrogen levels and fertilizer sources. *J. Food Agric. Environ.* 11:132–137.
- Syukur M, Sujiprihati S, Yunianti R. 2015. *Teknik Pemuliaan Tanaman*. Ed revisi. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Tilman D, Balzer C, Hill J, Belfort B. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 108:20260-20264. doi: 10.1073/pnas.1116437108.
- Tranggono, Akbar RMJI, Putri VZR, Arifah N, Wikarsa OG, Ramadhan RJ. 2023. Krisis ketahanan pangan penyebab ketergantungan impor tanaman pangan di Indonesia. *AZZAHRA: Scientific Journal of Social Humanities*. 1(2):73–81.
- United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division. 2022. World Population Prospects 2022: Summary of Results. UN DESA/POP/2022/TR/NO. 3.
- Wang CH, Zheng XM, Xu Q, Yuan XP, Huang L, Zhou HF, Ge S. 2014. Genetic diversity and classification of *Oryza sativa* with emphasis on Chinese rice germplasm. *Heredity*. 112(5):489-496.
- Wang J, Li Q, Shen C, Yang F, Wang J, Ge Y. 2021. Significant dose effects of fertilizers on soil diazotrophic diversity, community composition, and assembly processes in a long-term paddy field fertilization experiment. *Land Degradation & Development*: 32(1):420-429.
- Wang M, Zheng Q, Shen Q, Guo S. 2013. The critical role of potassium in plant stress response. *Int J Mol Sci*. 14:7370–7390.
- Wilson CE, Bollich PK, Norman RJ. 1998. Nitrogen application timing effects on nitrogen efficiency of dry-seeded rice. *Soil Sci Soc Am*. 62:959-964.
- Zorb C, Senbayram M, Peiter E. 2014. Potassium in agriculture-status and perspectives. *J Plant Physiol*. 171: 656–669.
- Zuhry H, Harianja ATA, Wahyutomo B, Seirin CN, Gifary DM, Pohan EN, Al Aziz H, Erlangga RH, Muhammad TRS. 2022. Diversifikasi bahan pangan sebagai strategi ketahanan pangan di Indonesia. Post Pandemic Economy Recovery. Prosiding Seminar Nasional BSKJI; 2022 Jul 12; Samarinda, Indonesia. Aceh: [Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Banda Aceh]. hlm. 49-58.

DRAFT PUBLIKASI

Rencana Manuskrip: SABRAO Journal of Breeding and Genetics

MULTI-TRAIT SELECTION OF NEW TYPE RICE LINES UNDER LOW FERTILIZER ENVIRONMENT

A. NINDITA^{1*}, M.A. SAUKI¹, U.A. SYARIFFUDIN¹, W.B. SUWARNO¹, H. ASWIDINOOR¹

¹Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, IPB University, Bogor, Indonesia

*Corresponding author's email: angginindita@apps.ipb.ac.id

SUMMARY

Enhancing rice yields can be achieved through intensification, one of which is the use of fertilizer. Selection of rice genotypes under minimum fertilizer conditions is a viable strategy when the cost of fertilizers is high. This research aimed to study NPT strains under different environmental conditions and to select low fertilizer-tolerant genotypes using several selection methods. The genetic material comprised 106 F₅ generation rice lines and five check genotypes grown under optimum and minimum fertilizer conditions. The experiment was arranged in an augmented design with five replications for each check. The results indicated that genotype, environment, and genotype and environment interaction significantly differed in yield character ($p < 0,01$)

Keywords: genetic gain, heritability, rice breeding, MGIDI

BACKGROUND

Padi memiliki peran penting untuk pemenuhan pangan dan menjadi komoditas pangan utama di Indonesia. Konsumsi beras di Indonesia pada tahun 2020-2021 yaitu 35.6 juta ton per tahun menempati posisi ke lima di dunia (Shahbandeh 2022). Pemenuhan kebutuhan harus didukung oleh varietas padi dengan produktivitas tinggi (Ikhwan et al., 2013). Pertumbuhan populasi, kompetisi penggunaan lahan, perubahan iklim, dan keterbatasan sumber nutrisi menjadi tantangan ketahanan pangan global (Tilman *et al.* 2011; Anissuzazaman *et al.* 2016; Zuhry *et al.* 2022).

Pertumbuhan dan hasil tanaman sangat dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi yang cukup dan seimbang di dalam tanah (Shedley *et al.* 2008). Pemupukan merupakan salah satu upaya untuk meningkatkan produktivitas pertanian. Pemupukan menjadi elemen krusial dalam meningkatkan produktivitas lahan untuk budidaya tanaman tertentu. Pemupukan yang memadai dan seimbang memiliki peran signifikan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi penggunaan pupuk serta produksi tanaman merugikan ekosistem (Hartati et al., 2014). Tanaman padi membutuhkan nutrisi esensial dalam jumlah yang cukup, terutama unsur nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Produksi padi dapat ditingkatkan dengan cara memperbaiki teknik budidaya, pengelolaan tanaman, irigasi, dan unsur hara (Adrianto et al. 2016). Tanaman padi juga menunjukkan gejala yang responsive terhadap Tingkat aplikasi terhadap unsur N, P, dan K (Heckman, 2007). Ketiga unsur hara tersebut digunakan sebagai pupuk dalam jumlah besar dan kekurangan salah satu unsur menyebabkan hilangnya hasil dan memicu respon molekuler dan fisiologis yang kompleks (Masni dan Wasli 2019).