

# Hubungan Fenologi Pertumbuhan Tanaman Padi dengan Hasil Gabah, Umur Panen, Biomasa, dan Pengaruh Pemupukan

## *Relationship between Rice Growth Phenology with Biomass, Maturity, Grain Yield, and the Effect of Fertilization*

Sujinah, Aris Hairmansis, Priatna Sasmita, dan Yudhistira Nugraha

Balai Besar Penelitian Tanaman Padi  
Jl. Raya 9 Sukamandi, Subang, Jawa Barat, Indonesia  
Corresponding penulis e-mail: [yudhistira.nugraha@gmail.com](mailto:yudhistira.nugraha@gmail.com)

---

Naskah diterima 03 Desember 2019, direvisi 14 Juli 2020, disetujui diterbitkan 15 Juli 2020

---

### ABSTRACT

*Rice is a short duration of seasonal crop. Therefore utilizing solar radiation effectively in its limited growth cycle becomes a key factor for the rice productivity. This research was aimed to study the relationship between growth duration, biomass production, harvest index and grain yield. The first experiment was conducted to screen biomass yield and growth duration among 27 rice genotypes. The experiment was planted in a randomized complete block design replicated three times, at two locations i.e. Sukamandi (Aluvial, 5 m above sea level) and Muara, Bogor (Latosol, 250 m above sea level) during wet season of 2016/2017. The second experiment was carried out in Sukamandi, in wet season of 2017/2018, using six selected genotypes from the first experiment, treated with different dosages of N. Results showed that there was interaction between genotype and location for growth duration and plant biomass. Grain yield correlated significantly with days to flowering for the short duration group, while for the longer duration group the correlation was negative. Longer growth duration of rice genotypes tended to accumulate more biomass into their stem, which resulted in lower harvest index. Genotypes with higher grain yield had growth duration from sowing to flowering between 75-85 days and had higher harvest index. Genotypes B14671E-MR-39-3-2-2 and B12411-MR responded efficiently to fertilizer dosage increases from 115 kg N/ha to 207 kg N/ha, while Inpari-32, Inpari-19, and Inpari-43 did not. The information from this study is useful to rice breeder in developing high yielding varieties.*

**Keywords:** Rice, varieties, growth duration, biomass, harvest index, N responses

### ABSTRAK

Padi merupakan tanaman semusim berumur relatif pendek sehingga efektivitas pemanfaatan radiasi matahari menjadi penentu produksi. Penelitian bertujuan mengetahui hubungan antara umur dan produktivitas gabah, dihubungkan dengan hasil biomasa per satuan waktu dan indeks panen, dilakukan di dua lokasi pada musim hujan 2016/2017, yaitu di Sukamandi (Aluvial, 5 m dpl) dan Muara Bogor (Latosol, 250 m dpl). Percobaan pertama yaitu skrining hasil biomasa

dan umur tanaman 27 genotipe dengan latar belakang genetik berbeda, menggunakan rancangan acak kelompok dengan tiga ulangan. Percobaan kedua, pemupukan dengan tiga dosis pupuk N terhadap enam genotipe hasil seleksi dari percobaan pertama dilakukan di Sukamandi pada MH 2017/2018. Menggunakan rancangan percobaan *split plot*. Hasil percobaan menunjukkan terdapat interaksi nyata antara genotipe dengan lokasi penelitian untuk umur tanaman dan hasil biomasa. Korelasi antara hasil gabah dengan umur berbunga untuk kelompok tanaman berumur genjah tidak nyata, sedangkan untuk kelompok tanaman umur dalam korelasinya negatif sangat nyata. Hal tersebut mengindikasikan genotipe kelompok umur panjang cenderung mengakumulasi biomasa yang dicirikan oleh rendahnya indeks panen. Genotipe padi yang hasilnya tinggi adalah yang umur berbunganya genjah (75-85 hari) dan memiliki indeks panen tinggi. Dari percobaan pemupukan menunjukkan varietas memberikan respon yang berbeda terhadap dosis pemupukan untuk karakter bobot biomas kering dan hasil gabah. Genotipe B14671E-MR-39-3-2-2 dan B12411 MR memberikan respon positif nyata terhadap peningkatan pemupukan urea dari dosis 115 kg N/ha ke 207 kg N/ha, sedangkan varietas Inpari-32, Inpari-19, dan Inpari-43 tidak menunjukkan respon nyata. Informasi yang diperoleh berguna bagi peneliti pemulia tanaman dalam merakit varietas padi berdaya hasil tinggi.

**Kata kunci:** Padi, periode vegetatif, biomasa, indeks panen, respon terhadap N.

### PENDAHULUAN

Produktivitas padi sangat ditentukan oleh potensi genetik tanaman, lingkungan dan pengelolaan. Potensi genetik tanaman merupakan hasil panen tertinggi yang mungkin diperoleh tanaman dengan mengabaikan masalah seperti nutrisi, air pengairan, dan serangan hama penyakit. Berdasarkan model simulasi ORYZA (v3) pada kondisi iklim di Amerika, potensi hasil padi yang dapat dicapai adalah 14,5 ton/ha (Espe *et al.* 2016). Potensi hasil padi tertinggi yang tercatat dalam publikasi ilmiah adalah "Super Hybrid Rice" yang mencapai 17 t/

ha (Cheng *et al.* 2007) dengan indeks panen (HI) 0,5. Tingginya hasil varietas hibrida tersebut dimungkinkan oleh kondisi iklim subtropis yang memiliki radiasi lebih besar per hari, berkisar antara 365-2.566 MJ/m (Huang *et al.* 2016). Upaya peningkatan produktivitas padi di daerah tropis terus dilakukan melalui berbagai pendekatan genetik dan budi daya tanaman.

Modal awal untuk mendapatkan hasil tinggi adalah mendapatkan genotipe yang mampu merespon teknik budi daya yang optimum. Secara teoritis, hasil tanaman merupakan fungsi dari jumlah biji/malai, ukuran biji, jumlah malai/tanaman, dan populasi tanaman. Namun karakter-karakter tersebut adalah karakter kuantitatif yang dikendalikan oleh gen minor. Berdasarkan analisis *quantitative trait loci* (QTL) terdapat sekitar 20 gen yang terlibat dalam kendali hasil padi (Wang and Li 2005; Xing and Zhang 2010; Huang *et al.* 2009; Kim *et al.* 2016). Pendekatan seleksi molekuler pada level DNA untuk mendapatkan genotipe yang memiliki hasil tinggi sulit dilakukan karena memerlukan rekombinasi populasi yang sangat besar, serta perlu didukung fasilitas dan sumber daya yang mendukung. Dalam kurun waktu 10-15 tahun ke depan, pendekatan seleksi berdasarkan aspek fisiologi tanaman paling praktis.

Aspek fisiologi yang berkaitan dengan peningkatan bobot biomasa setiap fase pertumbuhan tanaman padi yang berpengaruh terhadap hasil gabah telah dilaporkan oleh Haque *et al.* (2015) dan Murchie *et al.* (2002). Efektivitas biomasa untuk memberikan hasil yang dapat dipanen disebut indeks panen, yang merupakan nisbah antara hasil panen yang bernilai ekonomi dibandingkan dengan total bobot biomasa. Indeks panen tanaman merupakan petunjuk efektivitas translokasi fotosintat ke bagian yang dipanen (gabah) (Dingkuhn *et al.* 1991; Chen *et al.* 2012; Ying *et al.* 1998).

Indeks panen tanaman padi berkisar antara 0,4-0,5 (Horton 2000) dengan heritabilitas tinggi, yang berkisar antara 80-90% (Li *et al.* 2012; Albugis *et al.* 2008). Indeks panen tanaman padi dilaporkan telah mencapai titik ekuilibrium. Oleh karena itu, satu-satunya jalan untuk meningkatkan hasil gabah adalah meningkatkan produktivitas biomasa tanaman (Peng *et al.* 2000; Takai *et al.* 2006).

Faktor lain yang menentukan translokasi fotosintat adalah kecepatan pertumbuhan tanaman (*crop growth rate*) dan translokasi *non-structural carbohydrate* pada pelepah batang dan daun ke malai (Ntanos and Koutrobas 2002; Yang *et al.* 2014; Stella *et al.* 2016). Umur tanaman sangat mempengaruhi pembentukan akumulasi biomasa yang tinggi. Mengingat indeks panen relatif konstan, misalnya 0,5, maka untuk memperoleh hasil gabah 15 ton/ha diperlukan pembentukan biomasa sebesar 30 ton bobot kering/ha.

Bobot biomasa dipengaruhi oleh fenologi pertumbuhan genotipe tanaman yang berbeda antarvarietas. Pertumbuhan tertinggi tanaman terjadi pada fase sebelum anthesis (Takai *et al.* 2006). Berdasarkan teori idiotipe tanaman untuk mendukung hasil gabah yang tinggi telah dilaporkan oleh beberapa peneliti (Donald 1968; Peng *et al.* 2008; Longping 2014). Namun sampai saat ini masih perlu dikaji idiotipe tanaman padi untuk lingkungan tropis Indonesia (Nugraha and Sitaresmi 2018). Untuk mendapatkan informasi idiotipe tanaman padi yang mendukung produksi hasil tinggi diperlukan penelitian hubungan antara fenologi pertumbuhan dan umur yang ideal untuk mendapatkan bobot biomasa optimal dan hasil gabah tertinggi.

Peningkatan biomasa tanaman juga dipengaruhi oleh pupuk N, Singh *et al.* (2014) menyatakan pengaruh utama pupuk N adalah meningkatnya luas daun, yang mengarah pada peningkatan intersepsi radiasi matahari oleh tajuk dan peningkatan berat kering tanaman. Fotosintesis merupakan proses dasar dalam pembentukan hasil, dan kapasitas produksinya sangat ditentukan oleh luas daun. Hasil penelitian Zhou *et al.* (2017) menemukan aplikasi pupuk N dapat meningkatkan kandungan klorofil daun dan menunda *senescence*. Daun yang mengalami *senescence* akan menurunkan laju fotosintesis, metabolisme daun, kandungan klorofil, protein, dan aktivitas antioksidan.

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahapan, penelitian pertama bertujuan untuk mengetahui hubungan antara umur tanaman, fenologi pertumbuhan, indeks panen, dan produksi biomasa tanaman. Percobaan kedua bertujuan untuk mengetahui hubungan antara akumulasi biomasa dan hasil gabah dengan pemupukan nitrogen (N) berbeda.

## BAHAN DAN METODE

### Percobaan I. Skrining varietas padi untuk karakter umur, biomasa, dan hasil gabah

Percobaan dilakukan pada lahan sawah irigasi di KP Muara, Bogor (250 m dpl) dan Sukamandi, Subang (5 m dpl) pada MH 2016/2017. Materi percobaan menggunakan 27 genotipe padi terpilih berumur dalam, potensi hasil tinggi, dan produktivitas biomasa tinggi serta dua varietas pembanding. Petak percobaan berukuran 1 m x 5 m, jarak tanam 25 cm x 25 cm, bibit berumur 21 hari ditanam satu batang/rumpun. Rancangan percobaan pada tiap lokasi adalah acak kelompok tiga ulangan.

Pengolahan tanah dilakukan secara sempurna. Pemupukan N, P, dan K dengan dosis 115 kg N/ha, 36 kg

$P_2O_5$ /ha, dan 60 kg  $K_2O$ /ha. Pupuk diberikan tiga tahap, pemupukan pertama pada saat tanaman berumur 7 hari setelah tanam (HST) dengan pupuk N  $\frac{1}{3}$  dosis, seluruh pupuk  $P_2O_5$ , dan  $\frac{1}{2}$  dosis pupuk  $K_2O$ . Pemupukan kedua pada umur 28 HST berupa  $\frac{1}{3}$  dosis pupuk N, dan pemupukan ketiga pada fase inisiasi malai, yang terdiri atas  $\frac{1}{3}$  dosis pupuk N dan  $\frac{1}{2}$  dosis pupuk  $K_2O$ . Pengendalian organisme pengganggu tanaman (OPT) disesuaikan dengan keperluan, mengacu pada konsep PHT (Pengendalian Hama Terpadu).

Pengamatan dilakukan terhadap karakter tanaman sebagai berikut:

1. Umur berbunga, yaitu jumlah hari sejak semai sampai saat 50% tanaman berbunga.
2. Tinggi tanaman, rata-rata dari 10 rumpun contoh pada setiap plot. Tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah atau pangkal batang hingga ujung malai tertinggi, pada saat menjelang panen.
3. Jumlah anakan, dihitung dari rata-rata jumlah anakan 10 rumpun contoh.
4. Bobot biomasa tanaman diamati dari 10 sampel rumpun pada waktu panen.
5. Jumlah malai/rumpun, dari 16 rumpun contoh yang berada di tengah-tengah petak, diamati pada saat menjelang panen.
6. Persentase gabah isi, yaitu jumlah gabah isi dibagi dengan jumlah gabah total, diambil tiga sampel hasil panen masing-masing sebanyak 30 g.
7. Bobot 1.000 butir gabah isi dengan kadar air 14%.
8. Hasil gabah bersih/plot, yaitu bobot gabah bersih setelah gabah hampa dan sisa tanaman dibuang/ditampi dari petak percobaan tanpa mengikutkan satu baris tanaman pinggir. Kadar air gabah segera diukur setelah penimbangan bobot gabah. Perhitungan hasil gabah kering giling (GKG) menggunakan formula:

$$\text{Hasil GKG} = \frac{10.000 (m^2)}{\text{luas petak} (m^2)} \times \text{hasil per plot} (kg) \times \frac{(100 - Ka)}{86}$$

9. Indeks panen dihitung berdasarkan bobot gabah dibagi dengan bobot biomasa.

## Percobaan II. Pengaruh pemupukan N terhadap pertumbuhan genotipe terseleksi

Percobaan dilakukan di KP Sukamandi, Subang, dari November 2017 sampai Februari 2018. Materi yang digunakan adalah lima galur dari hasil percobaan skrining berdasarkan karakter indeks panen dan umur panen yang berbeda, yaitu:

1. V1 = B14671E-MR-39-3-2-2, pengakumulasi biomasa tinggi, hasil gabah tinggi
2. V2 = Balimau putih, pengakumulasi biomasa tinggi, hasil gabah rendah
3. V3 = Inpari-32, pengakumulasi biomasa sedang, hasil gabah tinggi
4. V4 = Inpari-19, pengakumulasi biomasa rendah, hasil gabah tinggi
5. V5 = B12411 MR, pengakumulasi biomasa rendah, hasil gabah rendah
6. V6 = Inpari-43, pengakumulasi biomasa rendah, hasil gabah tinggi

Rancangan percobaan adalah *split plot* tiga ulangan. Petak utama adalah dosis pupuk N yang terdiri dari tiga taraf, yaitu 23 kg N/ha (rendah), 115 kg N/ha (sedang), dan 207 kg N/ha (tinggi). Anak petak adalah enam genotipe padi. Ukuran petak 4 m x 5 m, jarak tanam 25 cm x 25 cm, bibit umur 21 HSS (hari setelah semai) ditanam pindah satu bibit per lubang tanam. Selain pupuk N ditambah dengan pupuk P dan K masing-masing dengan dosis 18  $P_2O_5$  kg/ha dan 30  $K_2O$  kg/ha. Pengendalian gulma dan OPT disesuaikan dengan kebutuhan dan mengikuti prinsip PHT.

Peubah yang diamati adalah sebagai berikut:

1. Luas daun, diukur menggunakan LiCor 3100 dengan jumlah sampel empat tanaman untuk tiap plot.
2. Biomasa, diamati dari empat sampel tanaman untuk tiap plot.
3. Umur berbunga, dihitung dari hari mulai sebar sampai 50% tanaman berbunga tiap plot.
4. Jumlah malai per rumpun, diamati dari 12 rumpun sampel sebelum panen tiap plot.
5. Jumlah gabah/malai, dihitung dari jumlah gabah dari 12 rumpun dibagi dengan jumlah malai.
6. Persentase gabah isi, dihitung dari jumlah gabah isi dibagi jumlah gabah total dari subsampel 30 g.
7. Bobot 1.000 butir, dihitung dari 1.000 butir gabah isi pada kadar air 14%.
8. Hasil gabah, dihitung berdasarkan bobot gabah dari luas ubinan 2,5 m x 2,5 m dan dikonversi ke hektar (ha) dengan rumus:

$$\text{Hasil GKG} = \frac{10.000 (m^2)}{\text{luas petak} (m^2)} \times \text{hasil per plot} (kg) \times \frac{(100 - Ka)}{86}$$

Data dianalisis dengan metode varian dan apabila terdapat pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji Duncan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Gabungan

Analisis gabungan data dari dua lokasi percobaan I menunjukkan perbedaan yang sangat nyata antargenotipe pada semua karakter yang diamati (Tabel 1). Hal tersebut menunjukkan adanya keragaman genetik dari genotipe yang digunakan dalam penelitian ini. Lokasi tidak nyata berpengaruh terhadap jumlah gabah/malai dan hasil gabah. Interaksi antara genotipe dan lokasi berpengaruh nyata pada semua karakter, kecuali jumlah gabah/malai. Genotipe-genotipe yang diuji di Sukamandi memiliki umur lebih pendek dibandingkan dengan di Muara Bogor, namun memiliki bobot biomasa, pengisian, dan bobot 1.000 butir lebih tinggi, sedangkan percobaan di Muara Bogor menghasilkan jumlah anakan dan indeks panen lebih tinggi (Tabel 2).

### Keragaan Galur

Padi lokal Geragai, Balimau putih, dan padi KKB memiliki umur berbunga yang dalam, berkisar antara 110-120 hari (Tabel 2). Namun periode pertumbuhan yang panjang tersebut tidak digunakan untuk mendukung hasil gabah yang tinggi, tetapi hanya digunakan untuk produksi biomasa. Hal ini dapat dilihat dari karakter tinggi tanaman dan biomasa tajuk. Beberapa faktor yang mendukung besarnya biomasa adalah tinggi tanaman dan jumlah anakan.

Genotipe yang memiliki biomasa tinggi memiliki jumlah anakan yang sama dengan genotipe lainnya. Genotipe berumur genjah (75-84 hari berbunga), Inpari-32, Inpari-19, Dodokan, dan Silugonggo menunjukkan produktivitas biomasa lebih rendah dibandingkan dengan genotipe berumur sedang (85-95 hari berbunga). Namun ketiga genotipe tersebut masih

Tabel 1. Analisis sidik ragam beberapa karakter tanaman 27 genotipe padi. KP Sukamandi dan Muara Bogor, MH 2016/2017.

| Karakter             | Genotipe | Lokasi | Genotipe*lokasi |
|----------------------|----------|--------|-----------------|
| Umur                 | **       | **     | **              |
| Tinggi tanaman       | **       | **     | **              |
| Jumlah anakan        | **       | **     | **              |
| Bobot biomasa        | **       | **     | **              |
| Jumlah gabah/malai   | **       | ns     | ns              |
| Persentase gabah isi | **       | **     | **              |
| Bobot 1.000 butir    | **       | **     | **              |
| Hasil GKG            | **       | ns     | **              |
| Indeks panen         | **       | **     | **              |

\*\* berbeda nyata pada taraf 0,01; ns= tidak nyata

memberikan hasil gabah yang setara dengan genotipe berumur sedang, terutama untuk Inpari-19.

Indeks panen genotipe berumur genjah setara dengan genotipe berumur sedang. Peningkatan hasil varietas bergantung pada peningkatan akumulasi bobot kering, indeks panen, dan pengisian gabah. Berdasarkan teori *source-sink*, pengisian gabah ditentukan oleh ukuran gabah, kapasitas *source* (laju fotosintesis, waktu fotosintesis), dan partisi fotosintat menjadi hasil.

Lokasi penelitian di Sukamandi yang berada di dataran rendah dengan intensitas radiasi matahari tinggi memberikan indeks panen yang lebih rendah dibandingkan dengan di Muara Bogor dengan elevasi lebih tinggi (Tabel 3). Hal ini mengindikasikan indeks panen dipengaruhi oleh lingkungan. Indeks panen tertinggi diperoleh dari genotipe Inpari-32 dengan nilai 0,55, diikuti oleh Inpari-19 (0,54), Dodokan (0,51), dan Pedigri 1890 (0,50).

Tabel 2. Keragaan umur, karakter agronomi, dan bobot biomasa 27 genotipe padi. KP Sukamandi dan Muara Bogor, MH 2016/2017.

| Galur/varietas      | Umur berbunga (hari) | Tinggi (cm) | Anakan    | Biomasa (g/m <sup>2</sup> ) |
|---------------------|----------------------|-------------|-----------|-----------------------------|
| Inpari-19           | 76 k                 | 108 ijk     | 16 d-h    | 912 h                       |
| Silugonggo          | 75 k                 | 103 jk      | 22 abc    | 896 hi                      |
| Dodokan             | 75 k                 | 101 k       | 24 a      | 896 hi                      |
| Inpari-32           | 88 f                 | 100 k       | 19 b-g    | 896 hi                      |
| BP5478-1F           | 88 f                 | 112 g-k     | 20 a-e    | 1.040 fgh                   |
| BP11282F            | 83 j                 | 116 ghi     | 20 a-e    | 1.056 fgh                   |
| B12411 MR           | 90 e                 | 109 h-k     | 21 a-d    | 992 gh                      |
| BP7528              | 86 fgh               | 122 efg     | 19 b-g    | 1.152 c-f                   |
| OBS8412             | 84 ij                | 120 fgh     | 17 d-h    | 1.040 fgh                   |
| IR83383             | 85 hi                | 116 ghi     | 23 ab     | 960 gh                      |
| Balimau putih       | 114 a                | 165 a       | 14 h      | 1.616 a                     |
| Garagai             | 111 b                | 147 b       | 17 d-h    | 1.392 b                     |
| Padi KKB            | 112 b                | 145 bc      | 15 fgh    | 1.312 bc                    |
| B14931D-MR-15-2-11  | 91 de                | 109 h-k     | 17 d-h    | 1.104 d-g                   |
| B13840E-MR-32-2-1-1 | 91 de                | 108 ijk     | 17 d-h    | 1.040 fgh                   |
| B14664E-MR-7-3-1-3  | 91 de                | 112 g-k     | 17 d-h    | 960 gh                      |
| B14667E-MR-39-4-2-3 | 91 de                | 111 h-k     | 16 d-h    | 1.040 fgh                   |
| B14671E-MR-39-3-2-2 | 87 fg                | 108 ijk     | 16 d-h    | 1.088 efg                   |
| Mapan 5             | 85 ghi               | 106 ijk     | 18 c-h    | 1.168 c-f                   |
| Sembada             | 76 k                 | 110 h-k     | 16 d-h    | 1.040 fgh                   |
| Hipa jatim-2        | 90 e                 | 115 ghi     | 15 fgh    | 992 fgh                     |
| Hipa-18             | 90 e                 | 114 g-j     | 20 a-f    | 1.008 fgh                   |
| Cisadane            | 94 c                 | 132 de      | 17 d-h    | 1.264 bcd                   |
| B14039E-KA-15       | 90 e                 | 122 efg     | 14 h      | 1.296 bc                    |
| B14013E-KA-11       | 90 e                 | 147 b       | 19 b-g    | 736 i                       |
| B14010E-KA-20       | 93 cd                | 127 def     | 16 d-h    | 1.216 cde                   |
| B13996E-KA-33       | 92 cd                | 136 cd      | 17 d-h    | 1.232 b-e                   |
| <b>Lokasi</b>       |                      |             |           |                             |
| Sukamandi           | 88 b                 | 119 a       | 15 b      | 1.440 a                     |
| Muara               | 91 a                 | 118 a       | 20 a      | 768 b                       |
| <b>Rata-rata</b>    | <b>89</b>            | <b>119</b>  | <b>18</b> | <b>1.104</b>                |

**Hubungan antara Umur, Biomasa dan Indeks Panen**

Hubungan antara umur berbunga dengan hasil gabah menunjukkan korelasi yang negatif nyata di dua lokasi penelitian. Apabila korelasi dikelompokkan berdasarkan umur tanaman genjah dan sedang tidak terdapat korelasi, sedangkan umur dalam berkorelasi negatif nyata. Tanaman padi berumur genjah menghasilkan

jumlah gabah/malai lebih sedikit, namun jumlah anakan dan persentase gabah isi lebih banyak dibanding tanaman berumur dalam. Secara umum, berdasarkan penelitian ini, semakin dalam umur berbunga semakin sedikit hasil gabah.

Hubungan antara biomasa dengan hasil menunjukkan korelasi negatif nyata untuk semua galur

Tabel 3. Komponen hasil, hasil, dan indeks panen 27 genotipe padi. KP Sukamandi dan Muara Bogor, MH 2016/2017.

| Galur/varietas      | Gabah/malai | Gabah isi (%) | Bobot 1.000 butir (g) | Hasil GKG (t/ha) | Indeks panen |
|---------------------|-------------|---------------|-----------------------|------------------|--------------|
| Inpari-19           | 122 cd      | 79,1 a-d      | 26,0 g-j              | 5,87 ab          | 0,54 ab      |
| Silugonggo          | 83 efg      | 81,6 ab       | 26,3 f-j              | 4,90 b-g         | 0,46 a-f     |
| Dodokan             | 76 g        | 73,5 b-e      | 26,3 f-j              | 5,07 a-e         | 0,51 abc     |
| Inpari-32           | 104 d-g     | 84,3 a        | 28,4 ab               | 5,81 abc         | 0,55 a       |
| BP5478-1F           | 82 fg       | 72,6 b-e      | 28,7 a                | 4,84 b-g         | 0,43 c-g     |
| BP11282F            | 78 g        | 73,0 b-e      | 27,6 a-e              | 5,94 ab          | 0,47 a-e     |
| B12411 MR           | 87 efg      | 76,0 a-e      | 27,5 b-f              | 4,30 e-j         | 0,36 e-h     |
| BP7528              | 85 efg      | 71,1 de       | 27,1 c-g              | 5,83 abc         | 0,43 c-g     |
| OBS8412             | 96 d-g      | 75,9 a-e      | 28,2 abc              | 5,51 a-d         | 0,44 b-g     |
| IR83383             | 91 d-g      | 61,2 gh       | 27,6 a-e              | 4,83 b-g         | 0,38 e-h     |
| Balimau putih       | 186 a       | 72,6 b-e      | 27,8 a-d              | 2,25 l           | 0,11 k       |
| Garagai             | 155 b       | 74,6 b-e      | 25,2 j                | 3,28 jk          | 0,19 jk      |
| Padi KKB            | 148 bc      | 73,9 b-e      | 26,1 g-j              | 3,69 h-k         | 0,23 ij      |
| B14931D-MR-15-2-11  | 125 cd      | 77,2 a-d      | 26,5 e-i              | 4,95 b-f         | 0,39 d-h     |
| B13840E-MR-32-2-1-1 | 97 d-g      | 71,5 cde      | 27,0 d-h              | 4,69 d-h         | 0,40 d-h     |
| B14664E-MR-7-3-1-3  | 99 d-g      | 60,8 gh       | 26,8 d-h              | 4,90 b-g         | 0,42 c-g     |
| B14667E-MR-39-4-2-3 | 123 cd      | 61,5 gh       | 25,1 j                | 4,56 d-h         | 0,37 e-h     |
| B14671E-MR-39-3-2-2 | 108 d-g     | 73,4 b-e      | 26,8 d-h              | 6,12 a           | 0,50 a-d     |
| Mapan-5             | 117 cde     | 72,6 b-e      | 28,0 a-d              | 5,55 a-d         | 0,42 c-g     |
| Sembada             | 123 cd      | 71,8 cde      | 27,5 b-f              | 3,80 g-k         | 0,33 ghi     |
| Hipa jatim-2        | 115 def     | 77,4 a-d      | 26,9 d-h              | 4,51 d-i         | 0,37 e-h     |
| Hipa-18             | 110 d-g     | 69,9 def      | 25,8 hij              | 4,52 d-i         | 0,37 e-h     |
| Cisadane            | 117 def     | 80,6 abc      | 28,7 a                | 5,04 a-e         | 0,33 ghi     |
| B14039E-KA-15       | 96 d-g      | 57,1 h        | 26,3 f-j              | 3,93 f-k         | 0,31 hi      |
| B14013E-KA-11       | 114 def     | 59,2 gh       | 25,4 ij               | 3,47 ijk         | 0,31 hi      |
| B14010E-KA-20       | 109 d-g     | 67,7 efg      | 26,2 g-j              | 4,73 c-h         | 0,35 fgh     |
| B13996E-KA-33       | 97 d-g      | 62,3 fgh      | 26,0 g-j              | 3,18 k           | 0,23 ij      |
| <b>Lokasi</b>       |             |               |                       |                  |              |
| Sukamandi           | 112 a       | 75,1 a        | 26,5 b                | 4,79 a           | 0,34 b       |
| Muara Bogor         | 105 a       | 69,0 b        | 27,3 a                | 4,63 a           | 0,42 a       |
| <b>Rata-rata</b>    | <b>109</b>  | <b>71,9</b>   | <b>26,9</b>           | <b>4,70</b>      | <b>0,38</b>  |

Tabel 4. Korelasi antara umur berbunga, biomasa, dan indeks panen dengan hasil gabah. KP Sukamandi dan Muara Bogor MH 2016/2017.

| Korelasi  | Sukamandi | Muara Bogor |
|---|-----------|-------------|
| Umur vs Hasil (n=27)                                | -0,70**   | -0,72**     |
| Umur vs Hasil (kelompok genjah, <84 HSS; n=9 )      | 0,23      | 0,61        |
| Umur vs Hasil (kelompok sedang, 85-94 HSS, n=13)    | -0,38     | -0,04       |
| Umur vs Hasil (kelompok dalam, >94 HSS, n=5)        | -0,95**   | -0,82**     |
| Biomasa vs Hasil (n=27)                             | -0,47     | -0,57*      |
| Biomasa vs Hasil (kelompok genjah, <84 HSS; n=9)    | -0,32     | -0,56       |
| Biomasa vs Hasil (kelompok sedang, 85-94 HSS; n=13) | -0,33     | 0,58        |
| Biomasa vs Hasil (kelompok dalam, >94 HSS, n=5)     | -0,24     | -0,40       |
| Indeks panen vs Hasil (n=27)                        | 0,90**    | 0,87**      |

\* dan \*\* nyata pada taraf 0,05 dan 0,01 uji t  
HSS: hari setelah semai

tanpa pengelompokan umur tanaman di Muara Bogor, dan berdasarkan kelompok umur tidak terdapat korelasi yang nyata. Pada penelitian ini, semakin tinggi bobot biomasa yang dihasilkan maka hasil gabah semakin rendah. Hal ini diduga disebabkan oleh genotipe berumur dalam justru meningkatkan pertumbuhan vegetatif sehingga sebagian besar fotosintat dialokasikan untuk perkembangan tajuk dan batang tanaman. Hal ini tercermin dari indeks panen, dimana tanaman berumur dalam memiliki indeks panen yang lebih rendah dibanding berumur genjah maupun sedang. Indeks panen berkorelasi nyata positif dengan hasil gabah di Sukamandi dan Muara Bogor. Penelitian Li *et al.* (2012) menunjukkan indeks panen meningkat seiring dengan peningkatan *seed set* dan bobot gabah/malai dan sebaliknya indeks panen akan menurun seiring dengan peningkatan bobot tajuk, panjang malai, dan tinggi tanaman. Hal tersebut mengindikasikan efisiensi padi dalam mentranslokasikan fotosintat ke gabah tidak berhubungan dengan umur tanaman. Temuan dari penelitian ini juga sejalan dengan temuan dari Yang *et al.* (2008) yang menyatakan hasil tanaman bukan ditentukan oleh umur total tanaman namun berkaitan dengan waktu pengisian biji sejak dari pembungaan hingga masak.

**Respon luas daun, biomasa, dan umur tanaman terhadap perbedaan dosis pemupukan**

Analisis sidik ragam menunjukkan varietas berpengaruh nyata terhadap luas daun, biomasa, tinggi tanaman, jumlah anakan, umur panen, komponen hasil, dan hasil gabah. Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap umur tanaman, jumlah gabah, persentase gabah isi, dan bobot 1.000 butir. Interaksi pupuk dengan varietas tidak

Tabel 5. Analisis sidik ragam percobaan pemupukan dan varietas. KP Sukamandi, MH 2017/2018.

| Pengamatan                 | Pupuk (P) | Varietas (V) | PxV |
|----------------------------|-----------|--------------|-----|
| Luas daun 14 HST           | **        | **           | **  |
| Luas daun 28 HST           | **        | **           | **  |
| Luas daun berbunga         | **        | **           | *   |
| Luas daun masak fisiologis | **        | **           | **  |
| Biomasa 14 HST             | *         | **           | **  |
| Biomasa 28 HST             | **        | **           | **  |
| Biomasa berbunga           | **        | **           | **  |
| Biomasa masak fisiologis   | **        | **           | **  |
| Umur berbunga 50%          | ns        | **           | ns  |
| Jumlah malai/rumpun        | *         | **           | ns  |
| Jumlah gabah/malai         | ns        | **           | ns  |
| Gabah isi (%)              | ns        | **           | ns  |
| Bobot 1.000 butir (g)      | ns        | **           | ns  |
| Hasil GKG (t/ha)           | **        | **           | **  |

\*, \*\* dan ns masing-masing berbeda nyata pada taraf 0,05, 0,01%, dan tidak berbeda nyata pada uji F

nyata untuk peubah umur berbunga, jumlah malai, jumlah gabah, persentase gabah isi, dan bobot 1.000 butir (Tabel 5).

Secara umum, semakin tinggi dosis N semakin bertambah luas daun (Tabel 6), namun respon genotipe terhadap dosis pupuk N berbeda. Aplikasi 207 kg N/ha nyata meningkatkan luas daun. Pada dosis 23 kg N/ha, genotipe B14671E-MR-39-3-2-2 memiliki daun lebih luas di awal pertumbuhan, namun pada fase masak fisiologis, luas daun menurun dibanding lima genotipe lainnya. Hal ini berbanding terbalik dengan Balimau putih yang memiliki luas daun lebih kecil di awal pertumbuhan, namun pada fase masak fisiologis lebih besar.

Pada dosis 115 kg N/ha, genotipe B14671E-MR-39-3-2-2 di awal pertumbuhan masih menghasilkan daun lebih luas, namun di akhir pertumbuhan luas daun lebih rendah. Luas daun genotipe Balimau putih di awal pertumbuhan terendah dan meningkat cukup besar pada fase berbunga, namun pada fase masak fisiologis luas daun menurun drastis dan lebih kecil dibanding varietas unggul Inpari-32, B12411MR, dan Inpari-43. Varietas Balimau putih merupakan varietas lokal memperlihatkan laju pertumbuhan yang terus bertambah sampai fase generatif. Karakter tersebut kurang menguntungkan dari segi budi daya, karena fotosintat yang seharusnya dialokasikan untuk hasil gabah menjadi terbagi untuk pertumbuhan organ vegetatif yang secara ekonomis kurang bermanfaat.

Tabel 6. Luas daun per rumpun pada perbedaan dosis pupuk N dan varietas/genotipe. KP Sukamandi, MH 2017/2018.

| Perlakuan                | Luas daun/rumpun (cm <sup>2</sup> ) |             |              |                  |
|--------------------------|-------------------------------------|-------------|--------------|------------------|
|                          | 14 HST                              | 28 HST      | Berbunga     | Masak fisiologis |
| <b>Dosis N (kg/ha)</b>   |                                     |             |              |                  |
| 23 N                     | 236 b                               | 804 c       | 2.327 b      | 1.613 c          |
| 115 N                    | 271 a                               | 1.079 b     | 3.617 a      | 2.101 b          |
| 207 N                    | 283 a                               | 1.240 a     | 4.039 a      | 2.788 a          |
| <b>Varietas/genotipe</b> |                                     |             |              |                  |
| B14671E-MR-39-3-2-2 (BS) | 379 a                               | 1.097 ab    | 3.036 b      | 1.778 de         |
| Balimau putih (BT)       | 192 e                               | 888 c       | 4.942 a      | 2.716 a          |
| Inpari-32 (BS)           | 232 d                               | 1.007 b     | 3.315 b      | 2.487 ab         |
| Inpari-19 (BR)           | 289 b                               | 1.121 a     | 2.494 c      | 1.622 e          |
| B12411MR (BS)            | 234 d                               | 1.015 b     | 3.343 b      | 2.337 bc         |
| Inpari-43 (BR)           | 253 c                               | 1.118 a     | 2.838 bc     | 2.063 cd         |
| Rata-rata                | 263                                 | 1.041       | 3.328        | 2.167            |
| <b>CV (%)</b>            | <b>5,97</b>                         | <b>8,77</b> | <b>15,60</b> | <b>16,71</b>     |

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji 0,05 DMRT  
BS= Biomasa sedang, BT= Biomasa tinggi, BR= Biomasa rendah

Pada dosis 207 kg N/ha, semua genotipe di awal pertumbuhan memiliki luas daun yang relatif hampir sama dengan kisaran 225-376 cm<sup>2</sup>, namun pada fase berbunga hanya Balimau putih yang memiliki luas daun lebih dari 5.000 cm<sup>2</sup> dan diikuti B12411MR yang mendekati 5.000 cm<sup>2</sup>, sedangkan genotipe lainnya masih di bawah 4.000 cm<sup>2</sup>. Semua genotipe memiliki luas daun lebih besar pada dosis 207 kg N/ha, kecuali B14671E-MR-39-3-2-2 yang memiliki luas daun maksimum pada dosis pemupukan 115 kg N/ha.

Pemupukan 207 kg N/ha menunjukkan peningkatan bobot biomasa/m<sup>2</sup> (Tabel 7). Masing-masing genotipe

Tabel 7. Bobot biomasa tanaman dengan perbedaan dosis pupuk N dan varietas/genotipe padi. KP Sukamandi, MH 2017/2018.

| Perlakuan                | Bobot biomasa tanaman (g/m <sup>2</sup> ) |              |              |                  |
|--------------------------|---|--------------|--------------|------------------|
|                          | 14 HST                                    | 28 HST       | Berbunga     | Masak fisiologis |
| <b>Dosis N (kg/ha)</b>   |   |              |              |                  |
| 23 N                     | 28,31 b                                   | 100,72 c     | 896,16 b     | 1073,85 c        |
| 115 N                    | 32,62 a                                   | 136,06 b     | 1099,14 a    | 1394,99 b        |
| 207 N                    | 35,50 a                                   | 158,96 a     | 1212,03 a    | 1617,74 a        |
| <b>Varietas/genotipe</b> |   |              |              |                  |
| B14671E-MR-39-3-2-2 (BS) | 43,59 a                                   | 151,64 a     | 921,00 b     | 1233,24 b        |
| Balimau Putih (BT)       | 24,11 d                                   | 103,23 d     | 1896,31 a    | 2147,85 a        |
| Inpari-32 (BS)           | 27,77 c                                   | 117,72 cd    | 1040,04 b    | 1550,35 b        |
| Inpari-19 (BR)           | 34,76 b                                   | 136,49 ab    | 689,85 c     | 968,14 c         |
| B12411MR (BS)            | 28,96 c                                   | 130,24 bc    | 923,05 b     | 1315,70 b        |
| Inpari-43 (BR)           | 33,69 b                                   | 152,17 a     | 944,40 b     | 1139,16 bc       |
| Rata-rata                | 32,15                                     | 131,92       | 1069,11      | 1362,19          |
| <b>CV (%)</b>            | <b>10,46</b>                              | <b>12,26</b> | <b>17,98</b> | <b>16,79</b>     |

Angka sekolom yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji 0,05 DMRT  
BS= Biomasa sedang, BT= Biomasa tinggi, BR= Biomasa rendah

Tabel 8. Interaksi antara dosis pupuk dan varietas terhadap biomasa tanaman fase masak fisiologis. KP Sukamandi, MH 2017/2018.

| Varietas/genotipe   | Bobot biomasa (g/m <sup>2</sup> ) |               |               |
|---------------------|-----------------------------------|---------------|---------------|
|                     | 23 N                              | 115 N         | 207 N         |
| B14671E-MR-39-3-2-2 | 931,89 b z                        | 1.272,02 ab y | 1.495,78 b x  |
| Balimau putih       | 1.674,69 a z                      | 1.959,70 a y  | 2.809,14 a x  |
| Inpari-32           | 1.006,53 b y                      | 1.553,89 a x  | 1.546,80 b x  |
| Inpari-19           | 825,17 b y                        | 1.069,62 b x  | 1.009,62 c x  |
| B12411MR            | 1.082,13 b z                      | 1.391,44 ab y | 1.473,52 b x  |
| Inpari-43           | 922,69 b z                        | 1.123,22 b x  | 1.371,57 bc x |

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf a, b, c tidak berbeda nyata pada uji 0,05 DMRT, sedangkan angka sebaris yang diikuti oleh huruf x, y, z tidak berbeda nyata pada uji 0,05 DMRT

memiliki tren peningkatan bobot biomasa berbeda dimana B14671E-MR-39-3-2-2 dan Inpari-43 lebih tinggi pada 28 HST, namun menurun pada fase masak fisiologis. Berbeda dengan bobot biomasa genotipe Balimau putih yang rendah pada awal pertumbuhan namun meningkat pada fase masak fisiologis. Pada genotipe berumur genjah (Inpari-19), peningkatan bobot biomasa berjalan sangat lambat setelah berbunga dan fase masak fisiologis. Penambahan bobot kering pada Inpari-32 dan B12411MR berjalan lambat pada awal pertumbuhan namun kenaikan bobot konsisten meningkat pada fase berbunga dan masak fisiologis. Secara umum, akumulasi biomasa tanaman lambat meningkat pada awal pertumbuhan (umur 28 HST) dan meningkat cepat sampai panen.

Pengaruh pupuk dosis 23 kg N/ha berbeda nyata dengan dua dosis lainnya pada karakter biomasa (Tabel 8). Pada dosis 115 dan 207 kg N/ha, tren peningkatan berbeda dimana Inpari-32 dan Inpari-19 menunjukkan pemberian kedua dosis pupuk N yang lebih tinggi tidak memberikan perbedaan nyata, sedangkan pada genotipe lainnya berbeda nyata. Semakin tinggi dosis pupuk N maka terjadi peningkatan biomasa yang signifikan.

### Pengaruh Dosis Pupuk terhadap Komponen Hasil dan Hasil Gabah

Perbedaan dosis pupuk hanya menunjukkan perbedaan nyata pada karakter jumlah malai/rumpun dan hasil gabah, sedangkan antara genotipe menunjukkan perbedaan nyata pada semua karakter komponen hasil dan hasil gabah (Tabel 9). Empat genotipe yang berumur sedang yaitu B14671E-MR-39-3-2-2, Inpari-32, B12411MR, dan Inpari-43, memiliki hasil gabah lebih tinggi dibanding varietas lokal Balimau putih dan varietas unggul Inpari-19 (berumur genjah). Secara umum hasil gabah meningkat seiring dengan peningkatan dosis pupuk, kecuali pada varietas Balimau putih yang menunjukkan hasil tertinggi pada dosis pupuk 115 kg N/ha (Tabel 10). Hal ini diduga karena kekuatan sink Balimau putih yang rendah untuk mawadahi hasil dari *source* atau karena peningkatan pertumbuhan vegetatif (jerami) yang bersaing dalam pembentukan dan pengisian gabah. Perbedaan terlihat dari pengaruh genotipe terhadap dosis pemupukan pada level 115 kg dan 207 kg N/ha, dimana Inpari-32, Inpari-43, dan Inpari-19 tidak menunjukkan perbedaan nyata atas kedua dosis pupuk tersebut, sedangkan B14671E-MR-39-3-2-2 dan B12411MR berbeda nyata.

Hasil penelitian ini mengungkapkan umur berbunga efektif tanaman padi untuk memberikan hasil tinggi adalah sekitar 85-94 setelah sebar (Tabel 4), jika

Tabel 9. Komponen hasil dan hasil beberapa varietas/genotipe akibat perbedaan dosis pupuk N. KP Sukamandi, MH 2017/2018.

| Perlakuan                    | Jumlah malai/<br>rumpun | Jumlah gabah/<br>malai | Gabah isi<br>(%) | Bobot 1.000 butir<br>(g) | Hasil GKG<br>(t/ha) |
|------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------|--------------------------|---------------------|
| <b>Dosis pupuk N (kg/ha)</b> |                         |                        |                  |                          |                     |
| 23 N                         | 12,33 b                 | 126,42 a               | 82,63 a          | 26,00 a                  | 4,92 b              |
| 115 N                        | 14,12 ab                | 127,86 a               | 82,63 a          | 26,57 a                  | 5,93 a              |
| 207 N                        | 15,86 a                 | 129,94 a               | 83,62 a          | 26,40 a                  | 6,34 a              |
| <b>Varietas/genotipe</b>     |                         |                        |                  |                          |                     |
| B14671E-MR-39-3-2-2          | 13,59 c                 | 127,47 bc              | 79,54 b          | 28,10 a                  | 6,34 a              |
| Balimau putih                | 10,40 d                 | 155,89 a               | 78,35 b          | 25,86 c                  | 3,82 c              |
| Inpari-32                    | 15,29 bc                | 116,38 bc              | 88,66 a          | 27,53 ab                 | 6,64 a              |
| Inpari-19                    | 11,59 d                 | 139,51 ab              | 79,62 b          | 25,72 cd                 | 4,87 b              |
| B12411MR                     | 17,55 a                 | 103,10 d               | 89,69 a          | 26,36 bc                 | 6,14 a              |
| Inpari-43                    | 16,22 ab                | 126,13 bc              | 81,84 b          | 24,42 d                  | 6,58 a              |
| Rata-rata                    | 14,11                   | 128,08                 | 82,96            | 26,33                    | 5,73                |
| <b>CV (%)</b>                | <b>14,05</b>            | <b>17,13</b>           | <b>5,53</b>      | <b>5,28</b>              | <b>8,75</b>         |

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji 0,05 DMRT

Tabel 10. Interaksi antara dosis pupuk dan varietas terhadap hasil padi GKG. KP Sukamandi, MH 2017/2018.

| Varietas/genotipe   | Hasil gabah (t/ha) |           |          |
|---------------------|--------------------|-----------|----------|
|                     | 23 N               | 115 N     | 207 N    |
| B14671E-MR-39-3-2-2 | 5,24 a z           | 6,47 a y  | 7,32 a x |
| Balimau putih       | 4,07 b x           | 4,43 b x  | 2,95 c y |
| Inpari-32           | 5,41 a z           | 6,92 a xy | 7,61 a x |
| Inpari-19           | 4,15 b yz          | 4,80 b xy | 5,65 b x |
| B12411MR            | 5,17 a z           | 6,06 a y  | 7,17 a x |
| Inpari-43           | 5,50 a y           | 6,91 a x  | 7,35 a x |

Angka sekolom yang diikuti oleh huruf a, b, c tidak berbeda nyata pada uji 0,05 DMRT, dan angka sebaris yang diikuti oleh huruf x, y, z tidak berbeda nyata pada uji 0,05 DMRT

mengasumsikan periode pemasakan biji pada kondisi iklim tropis adalah konstan selama 30 hari, maka umur padi berkisar antara 115-124 hari atau berumur sedang. Kisaran umur panen tersebut merupakan kisaran rata-rata umur varietas padi yang dilepas di Indonesia (Suprihanto *et al.* 2009). Hasil penelitian ini juga mengindikasikan pemendekan umur berdampak terhadap penurunan bobot biomasa yang pada akhirnya akan berkompensasi pada penurunan hasil. Informasi dari hasil penelitian ini berguna untuk pemulia tanaman padi dalam merakit varietas yang berdaya hasil tinggi melalui pendekatan idiotipe tanaman, dimana seleksi dapat diarahkan pada pertanaman berumur sedang dengan indeks panen maksimal. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengidentifikasi karakter morfologi dan fisiologis yang mendukung terekpresinya karakter-karakter tersebut.

## KESIMPULAN

Genotipe dengan hasil tinggi memiliki kriteria umur berbunga dengan kisaran 75-85 hari dengan indeks panen tinggi. Perbedaan dosis pupuk memberikan pengaruh yang berbeda antarvarietas pada karakter bobot biomasa dan hasil. Hasil gabah dan biomasa B14671E-MR-39-3-2-2 dan B12411 MR merespon nyata peningkatan pemupukan urea dari dosis 115 N kg ke 207 N kg/ha, sedangkan Inpari-32, Inpari-19, dan Inpari-43 tidak mengalami perubahan yang signifikan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiaya dari dana Smart D komponen C melalui program Kerja sama Penelitian, Pengkajian, dan Pengembangan Pertanian Strategis (KP4S) Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian tahun anggaran 2017 dan tahun 2018. Terima kasih kami sampaikan juga kepada Bapak Manshur dan Bapak Asep Maulana, SP atas bantuan teknis dalam penelitian lapang, dan semua pihak yang terkait pelaksanaan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Albugis F, J. Polii-Mandang, A. Pinaria and B. Doodoh. 2008. Variabilitas genetik dan heritabilitas 12 genotipe kedelai. *Eugenia* 14(2): 153-160.
- Chen, S., X. Zhang, G. Zhang, D. Wang, and C. Xu. 2012. Grain yield and dry matter accumulation response to enhanced panicle nitrogen application under different planting methods (*Oryza sativa* L.). *Australian Journal of Crop Science* 6(12): 1630-1636.



- Cheng, SH, L.Y. Cao, J.Y. Zhuang, S.G. Chen, X.D. Zhan, Y.Y. Fan, D.F. Zhu and S.K. Min. 2007. Super hybrid rice breeding in China: achievements and prospects. *Journal of Integrative Plant Biology* 49(6): 805-810.
- Dingkuhn, M., H.F. Schnier, S.K. De Datta, K. Dorffling, and C. Javellana. 1991. Relationship between ripening phase productivity and crop duration, canopy photosynthesis and senescence in transplanted and direct seeded lowland rice. *Field Crop Research* 26: 327-345.
- Donald, C. T. 1968. The breeding of crop ideotypes. *Euphytica* 17(3): 385-403.
- Espe, M. B., H. Yang, K.G. Cassman, N. Guilpart, H. Sharifi, and B.A. Linquist. 2016. Estimating yield potential in temperate high-yielding, direct-seeded US rice production systems. *Field Crops Research* 193: 123-132.
- Haque, Md. M, H.R. Pramanik, J.K Biswas, K. M. Iftekharuddaula, and M. Hasanuzzamanl. 2015. Comparative performance of hybrid and elite inbred rice varieties with respect to their source-sink relationship. *The Scientific World Journal*: 1-11.
- Horton, P. 2000. Prospects for crop improvement through the genetic manipulation of photosynthesis: morphological and biochemical aspects of light capture. *Journal of Experimental Botany* 51: 475-485.
- Huang, X., Q. Qian, Z. Liu, H. Sun, S. He, D. Luo, G. Xia, C. Chu, J. Li, and X. Fu. 2009. Natural variation at the DEP1 locus enhances grain yield in rice. *Nature Genetics* 41: 494-497.
- Huang, M., S. Shan, F. Cao, and Y. Zou. 2016. The solar radiation related determinants of rice yield variation across a wide range of regions. *NJAS-Wageningen Journal of Life Sciences* 78: 123-128.
- Kim, S. R., J. Ramos, M. Ashikari, P.S. Virk, E.A. Torres, E. Nissila, S.L. Hechanova, R. Mauleon, and K.K. Jena. 2016. Development and validation of allele-specific SNP/indel markers for eight yield-enhancing genes using whole-genome sequencing strategy to increase yield potential of rice, *Oryza sativa* L. *Rice* 9(1): 1-17.
- Li, X., W. Yan, H. Agrama, L. Jia, A. Jackson, K. Moldenhauer, K. Yeater, A. McClung, and D. Wu. 2012. Unraveling the complex trait of harvest index with association mapping in rice (*Oryza sativa* L.). *Plos One* 7(1): 1-10.
- Longping, Y. 2014. Development of hybrid rice to ensure food security. *Rice Science* 21(1): 1-2.
- Murchie, E.H., J. Yang, S. Hubbard, P. Horton, and S. Peng. 2002. Are there associations between grain-filling rate and photosynthesis in the flag leaves of field-grown rice? *Journal of Experiment Botany* 53(378): 2217-2224.
- Ntanos, D.A. and S.D. Koutroubas. 2002. Dry matter and N accumulation and translocation for Indica and Japonica rice under Mediterranean conditions. *Field Crop Reserach* 74: 93-101.
- Nugraha Y and T. Sitaresmi. 2018. Upaya peningkatan produktivitas padi dari sisi pendekatan genetik. *Iptek Tanaman Pangan* 13(1):1-10.
- Peng, S., R.C. Laza, R.M. Visperas, A.L. Sanico, K.G. Cassman, and G.S. Khush. 2000. Grain yield of rice cultivars and lines developed in the Philippines since 1966. *Crop Science* 40: 307-314.
- Peng, S., G. S. Khush, P. Virk, Q. Tang, and Y. Zou. 2008. Progress in ideotype breeding to increase rice yield potential. *Field Crops Research* 108(1): 32-38.
- Singh, H., A. Verma, M. W. Ansari, and A. Shukla. 2014. Physiological response of rice (*Oryza sativa* L.) genotypes to elevated nitrogen applied under field conditions. *Plant Signaling and Behavior* 9:1-8.
- Stella, T., S. Bregaglio, and R. Confalonieri. 2016. Model to simulate the dynamics of carbohydrate remobilization during rice grain filling. *Ecological Modelling* 320: 366-371.
- Suprihanto, B., A. Setyono, S. D. Indrasari, O. S. Lesmana, and H. Sembiring. 2009. Deskripsi varietas padi. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi Departemen Pertanian Subang.
- Takai, T.S. Matsuura, T. Nishio, A. Ohsumi, T. Shiraiwa, and T. Horie. 2006. Rice yield potential is closely related to crop growth rate during late reproductive period. *South African Journal of Botany* 93:137-141.
- Wang, Y. and J. Li. 2005. The plant architecture of rice (*Oryza sativa*). *Plant Molecular Biology* 59(1): 75-84.
- Xing, Y. and Q. Zhang. 2010. Genetic and molecular bases of rice yield. *Annual Review of Plant Biology* 61(1): 421-442.
- Yang, Y., Y. Rao, J. Xu, G. Shao, Y. Leng, L. Huang, L. Wang, L. Dai, G. Zhang, J. Hu, L. Zhu, C. Li, Z. Gao, L. Guo, Q. Qiana, and D. Zenga. 2014. Genetic analysis of sugar-related traits in rice grain. *South African Journal of Botany* 93: 137-141.
- Yang, W., S. Peng, M. L. Dionisio-Sese, R.C. Laza, and R.M. Visperas. 2008. Grain filling duration, a crucial determinant of genotypic variation of grain yield in field-grown tropical irrigated rice. *F. Crop. Res.* 105: 221-227.
- Ying, J., S. Peng, Q. He, H. Yang, C. Yang, R.M. Visperas, and K.G. Cassman. 1998. Comparison of high yield rice in tropical and subtropical environments I. Determinants of grain and dry matter yields. *Field Crop Research* 57: 71-84.
- Zhou, W., T. Lv, Z. Yang, T. Wang, Y. Fu, Y. Chen, B. Hu, and W. Ren. 2017. Morphophysiological mechanism of rice yield increase in response to optimized nitrogen management. *Scientific Reports* 7(17226): 1-10.