

**PENGARUH PENYISIPAN KACANG HIJAU TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL
BEBERAPA GALUR HARAPAN PADI BERAS HITAM SISTEM IRIGASI AEROBIK**

***EFFECT OF RELAY-PLANTING WITH MUNGBEAN ON GROWTH AND YIELD OF
SEVERAL PROMISING LINES OF BLACK RICE IN AEROBIC IRRIGATION SYSTEM***

Murni Nilawati, Wayan Wangiyana¹, Nihla Farida

Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Jln Majapahit 62, Mataram, NTB.

ABSTRACT

Black rice is a type of functional staple food that is very beneficial to human health, but its availability is scarce on the market so its production really needs to be increased. This study aimed to determine the effect of relay-planting mungbean between double rows of rice plants on growth and yield of several promising lines of black rice under aerobic irrigation systems. The experiment was conducted in Dasan Tebu village, West Lombok, from November 2020 to March 2021, which was arranged according to a Split Plot design with two treatment factors, namely black rice lines (G3; G9; G6 lines) as the main plots, and relay-planting of mungbean (P0: without; P1: with mungbean relay-planting) as the subplots. The results showed that the intercropping factor was more significant than the line differences in increasing black rice yield. The effect of intercropping was more significant in increasing filled panicle number and grain yield per clump than in increasing black rice growth under aerobic irrigation systems. The interaction effect of treatment factors on grain yield per clump indicated that there were differences in the response between the promising lines of black rice to intercropping with mungbean, where the G6 line showed the highest increase in grain yield (43.6%) due to intercropping with mungbean with grain yield of 32.16 g/clump, followed by the G3 line (28.3%) with a grain yield of 33.61 g/clump, and the lowest was the G9 line (15.7%).

Keywords: rice; black rice; mungbean; intercropping; relay-planting

INTISARI

Beras hitam merupakan salah satu jenis bahan pangan pokok fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan manusia, namun ketersediaannya langka di pasaran sehingga sangat perlu ditingkatkan produksinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penyisipan kacang hijau terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa galur harapan padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik. Percobaan dilakukan di Dusun Dasan Tebu, Lombok Barat, dari bulan November 2020 sampai Maret 2021, yang ditata menurut rancangan *Split Plot* dengan dua faktor perlakuan, yaitu galur padi beras hitam (galur G3; G9; G6) sebagai petak utama, dan penyisipan kacang hijau (P0: tanpa penyisipan; P1: dengan penyisipan kacang hijau antar barisan kembar padi beras hitam) sebagai anak petak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor tumpangsari lebih banyak menunjukkan pengaruh signifikan dibandingkan dengan perbedaan galur dalam meningkatkan hasil padi beras hitam. Tumpangsari tanam-sisip dengan kacang hijau lebih signifikan pengaruhnya dalam meningkatkan jumlah malai berisi dan hasil gabah per rumpun dibandingkan dengan pertumbuhan padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik. Adanya pengaruh interaksi faktor perlakuan terhadap hasil gabah per rumpun menunjukkan adanya perbedaan respon antar galur harapan padi beras hitam terhadap penyisipan dengan tanaman kacang hijau, di mana galur G6 menunjukkan peningkatan hasil gabah tertinggi (43,6%) akibat tumpangsari dengan kacang hijau dengan hasil gabah 32.16 g/rumpun, disusul oleh galur G3 (28.3%) dengan hasil gabah 33.61 g/rumpun, dan terendah pada galur G9 (15.7%).

Kata kunci: padi; beras hitam; kacang hijau; tumpangsari; tanam-sisip

¹ Correspondence author: Wayan Wangiyana. E-mail korespondensi: w.wangiyana@unram.ac.id

PENDAHULUAN

Beras hitam merupakan salah satu jenis beras yang mulai populer di masyarakat dan dikonsumsi sebagai bahan pangan fungsional karena bermanfaat bagi kesehatan. Mengonsumsi nasi dari beras hitam banyak manfaatnya antara lain baik untuk detoks hati, proteksi untuk jantung, mencegah tekanan darah tinggi, melancarkan pencernaan, tidak mengandung gluten, mencegah diabetes, menjaga berat badan dan mengasah kemampuan otak. Namun saat ini beras hitam masih sangat langka keberadaannya karena petani jarang menanam padi beras hitam. Umur dari jenis padi ini relatif panjang, produksinya rendah dan disukai oleh hama burung, yang menjadi alasan petani jarang menanam padi tersebut. Oleh karena itu jenis beras ini paling sulit ditemukan di pasaran sehingga harga beras hitam selalu lebih tinggi dibandingkan dengan jenis beras lainnya terutama beras putih (Aryana et al., 2020).

Petani di Indonesia pada umumnya menanam padi di lahan sawah irigasi dengan teknik budidaya padi sistem tergenang, yang menciptakan suasana tergenang sejak pengolahan tanah, penanaman sampai menjelang panen padi, sehingga suasana sistem perakaran padi hampir selalu dalam kondisi anaerob. Jika dibandingkan dengan teknik budidaya padi secara konvensional ini, teknik budidaya padi dengan sistem irigasi aerobik pada bedeng mampu memberikan jumlah anakan, jumlah malai dan jumlah gabah berisi per rumpun yang lebih tinggi, dan dengan penyesipan tanaman kacang tanah di antara barisan padi beras merah, jumlah gabah berisi per rumpun menjadi lebih tinggi lagi akibat jumlah malai yang lebih tinggi (Dulur et al., 2019).

Penanaman secara tumpangsari akan memberikan produktivitas yang lebih tinggi dibandingkan penanaman secara monokrop

karena kemampuan tanaman dalam memanfaatkan sumber daya lingkungannya menjadi lebih baik. Dalam sistem penyesipan, harus diusahakan menggunakan kombinasi tanaman yang tepat, sehingga mendapatkan hasil yang maksimal, dan kombinasi tanaman yang umum digunakan adalah kombinasi tanaman utama dengan tanaman kacang-kacangan semusim karena kemampuan simbiosisnya dengan bakteri *Rhizobium* untuk memfiksasi N_2 atmosfer sehingga kebutuhan N tanaman kacang-kacangan dan tanaman sekitarnya dapat menjadi lebih terpenuhi (Warman & Kristiana, 2018).

Peningkatan pertumbuhan dan jumlah bulir padi yang ditanam secara tumpangsari dengan kacang tanah dilaporkan terjadi akibat adanya transfer N dari rizosfer kacang tanah ke padi (Chu et al., 2004). Tanam-sisip kacang tanah di antara barisan tunggal, barisan kembar atau *triple-row* padi beras merah sistem irigasi aerobik menyebabkan intensitas warna hijau daun padi beras merah menjadi lebih tinggi disertai dengan hasil gabah yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman padi beras merah monokrop (Wangiyana et al., 2021a). Agar padi dapat ditumpangsarikan dengan tanaman kacang-kacangan maka tanaman padi tidak ditanam dengan sistem tergenang seperti yang biasa dilakukan oleh petani, melainkan ditanam di atas bedeng dengan sistem irigasi secara aerobik. Selain tumpangsari dengan kacang tanah (Wangiyana et al., 2021a, 2022), padi beras merah sistem irigasi aerobik lebih tinggi hasilnya jika ditumpangsarikan dengan kedelai (Wangiyana et al., 2019, 2021b) atau dengan kacang hijau (Wangiyana et al., 2023). Padi beras hitam yang ditumpangsarikan dengan kedelai juga memberikan hasil gabah yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa tumpangsari (Wangiyana 2021c).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh tanam-sisip kacang hijau

di antara barisan kembar padi beras hitam terhadap pertumbuhan dan hasil tiga galur padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan metode eksperimental dengan melaksanakan percobaan lapangan di lahan sawah irigasi di dusun Dasan Tebu, desa Kediri Selatan, Lombok Barat, NTB dari bulan November 2020 sampai dengan Maret 2021. Percobaan ditata menurut rancangan *Split Plot* dengan dua faktor perlakuan yaitu galur harapan padi beras hitam (G3; G6; dan G9) sebagai faktor petak utama dan penyisipan tanaman kacang hijau (P0: tanpa penyisipan; P1: dengan penyisipan kacang hijau) sebagai faktor anak petak. Penyisipan kacang hijau dilakukan pada saat tanaman padi beras hitam berumur 14 hari setelah tanam (HST). Teknik budidaya padi beras hitam termasuk ukuran bedeng, layout tanaman, pengairan dan pemeliharaan tanaman adalah seperti yang diuraikan dalam Wangiyana et al. (2019), dengan mengganti padi beras merah dengan padi beras hitam dalam penelitian ini. Panen gabah padi beras hitam dilakukan saat padi berumur 142 HST.

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi variabel pertumbuhan seperti tinggi tanaman, jumlah anakan, dan jumlah daun (pada fase berbunga penuh (91 HST) dan laju pertumbuhan rata-rata (LPR) selama fase vegetatif), dan komponen hasil padi beras hitam yang meliputi jumlah malai, panjang malai, jumlah gabah berisi, persentase jumlah gabah hampa, berat 100 gabah berisi, berat jerami kering, dan hasil gabah kering per rumpun. Data dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan uji BNJ (Tukey's HSD) pada taraf 5% menggunakan program *CoStat for Windows* ver. 6.303.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangkuman hasil analisis keragaman

(ANOVA) pengaruh penyisipan kacang hijau terhadap pertumbuhan dan hasil tiga galur tanaman padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa faktor galur padi (G) berpengaruh nyata hanya terhadap jumlah anakan per rumpun pada 91 HST dan berat gabah berisi per rumpun padi beras hitam. Sebaliknya, faktor penyisipan kacang hijau (P) berpengaruh nyata terhadap lebih banyak variabel pengamatan padi beras hitam, yaitu jumlah anakan per rumpun 91 HST, jumlah daun per rumpun 91 HST, LPR jumlah anakan, LPR jumlah daun, jumlah malai per rumpun, persentase gabah hampa, dan berat gabah berisi per rumpun. Namun demikian, pengaruh interaksi antar faktor perlakuan (G*P) hanya signifikan terhadap hasil gabah kering per rumpun padi beras hitam, dengan $p\text{-value} = 0,0005$.

Berdasarkan hasil uji Beda Nyata Jujur (Tukey's HSD) terhadap variabel pertumbuhan tanaman padi beras hitam, jumlah anakan per rumpun pada umur 91 HST (fase berbunga) tertinggi pada galur G3, tetapi dalam kaitan dengan pengaruh penyisipan tanaman kacang hijau, jumlah anakan pada fase ini lebih tinggi pada padi beras hitam yang ditanam secara monokrop; demikian pula jumlah daunnya, serta LPR jumlah anakan dan jumlah daun pada fase vegetatif tanaman padi beras hitam (Tabel 2). Sebaliknya, dalam kaitan dengan pengaruh penyisipan tanaman kacang hijau terhadap komponen hasil padi beras hitam, hanya persentase jumlah gabah hampa yang rata-rata lebih tinggi pada tanaman padi beras hitam yang ditanam secara monokrop, sedangkan jumlah malai berisi per rumpun adalah lebih rendah pada padi beras hitam monokrop, dengan kata lain lebih tinggi pada padi beras hitam tumpangsari dengan kacang hijau (Tabel 3).

Tabel 1. Rangkuman hasil analisis ragam (ANOVA) pengaruh galur (G) dan penyisipan kacang hijau (P) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik

Variabel pengamatan	<i>p-value</i> dari hasil ANOVA		
	Galur	Penyisipan	Interaksi G*P
Tinggi tanaman 91 HST	0,1543	0,3654	0,6658
Jumlah anakan per rumpun 91 HST	0,0381	0,0015	0,4933
Jumlah daun pr rumpun 91 HST	0,8444	0,0067	0,2001
Laju pertumbuhan rata-rata (LPR) tinggi tanaman	0,3952	0,0798	0,4189
Laju pertumbuhan rata-rata (LPR) jumlah anakan	0,1715	0,0031	0,8446
Laju pertumbuhan rata-rata (LPR) jumlah daun	0,5145	0,0117	0,1955
Berat berangkasan kering per rumpun	0,1288	0,0607	0,1507
Panjang malai	0,2177	0,1797	0,7298
Jumlah malai per rumpun	0,4581	0,0011	0,7269
Jumlah gabah berisi per malai	0,1138	0,8481	0,6837
Persentase jumlah gabah hampa	0,3218	0,0197	0,4226
Berat 100 butir gabah	0,1605	0,2469	0,9128
Berat gabah berisi per rumpun	0,0007	0,0000	0,0005

Keterangan: *p-value* <0,05 menunjukkan pengaruh faktor perlakuan maupun interaksi yang signifikan

Jumlah anakan per rumpun pada umur 91 HST (fase berbunga penuh) yang berbeda nyata antar galur, yaitu rata-rata sebanyak 20,33 batang pada G3, yang lebih banyak dibandingkan pada G6 (18,37 batang), namun tidak berbeda dengan G9 (19,25 batang), diduga merupakan akibat dari pengaruh faktor genetik yang dibawa oleh masing-masing galur. Menurut Adrialin et al. (2014), pertumbuhan dan hasil tanaman dipengaruhi oleh faktor genetis yang dimiliki oleh tanaman, didukung juga oleh faktor lingkungan tumbuh tanaman tersebut, dan ekspresi genetis tanaman dalam responnya terhadap faktor lingkungan akan baik jika tanaman tersebut mampu beradaptasi dengan baik dengan lingkungannya. Namun,

jumlah anakan yang lebih tinggi pada padi beras hitam monokrop dibandingkan dengan yang disisipi tanaman kacang hijau diduga lebih merupakan respon tanaman terhadap lingkungannya, yaitu yang lebih longgar ruang tumbuhnya pada tanaman padi beras hitam monokrop dibandingkan dengan yang ditumpangsari tanam-sisip dengan kacang hijau. Dalam prinsip teknik budidaya padi SRI (*System of Rice Intensification*), jarak tanam padi disarankan dengan ruang tumbuh yang lebih luas untuk mengantisipasi jumlah anakan yang jauh lebih banyak dibandingkan dengan teknik budidaya padi secara konvensional (Uphoff, 2003).

Tabel 2. Pengaruh penyisipan kacang hijau (P) dan galur (G) terhadap tinggi tanaman (TT), jumlah anakan (JA), jumlah daun (JD), laju pertumbuhan tinggi tanaman (LP-TT), laju pertumbuhan jumlah anakan (LP-JA), laju pertumbuhan jumlah daun (LP-JD) dan berat jerami kering per rumpun (BJK/rp) padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik

Perlakuan	Variabel pengamatan						
	TT 91 hst (cm)	JA 91 hst (batang/rp)	JD 91 hst (helai/rp)	LPR-TT (cm/hr)	LPR-JA (batang/hr)	LPR-JD (helai/hr)	BJK/rp (g)
G3	108,52a	27,46a	69,48a	1,04a	0,17a	0,65 a	55,31a
G6	106,56a	24,81b	70,12a	0,96a	0,12a	0,60 a	61,52a
G9	99,25a	25,99ab	68,44a	0,01a	0,16a	0,65 a	56,06a
BNJ 5%	13,99	2,32	10,20	0,19	0,07	0,17	9,04
P0	102,65a	28,82a	75,30a	0,95a	0,20a	0,70 a	55,32a
P1	106,91a	23,35b	63,39b	1,05a	0,11b	0,56 b	59,94a
BNJ 5%	10,64	2,42	7,19	0,11	0,04	0,09	4,91

Keterangan: Huruf berbeda menunjukkan beda nyata antar taraf tiap faktor perlakuan.

Lebih tingginya pertumbuhan vegetatif tanaman padi beras hitam pada sistem tanam padi tanpa penyisipan kacang hijau (P0) diduga karena tingkat persaingan antar sesama tanaman padi dalam mendapatkan faktor tumbuh seperti unsur hara, air, cahaya dan ruang tumbuh tidak terlalu tinggi, dan lebih rendah jika dibandingkan dengan pada tanaman padi yang ditumpangsarikan dengan tanaman kacang hijau (P1) yang ditanam-sisip di antara barisan kembar tanaman padi. Persaingan tersebut berdampak pada lebih rendahnya pertumbuhan tanaman padi pada sistem tanam sisip (P1) dibandingkan tanpa tanam sisip kacang hijau (P0). Pertumbuhan padi yang lebih baik pada sistem monokrop dibandingkan sistem tumpangsari ini direpresentasikan oleh jumlah anakan, jumlah daun, laju pertumbuhan jumlah anakan dan laju pertumbuhan jumlah daun yang lebih tinggi dibandingkan pada sistem tumpangsari. Faktor yang menyebabkan kompetisi, di samping keberadaan individu atau kelompok tanaman lain, juga karena keterbatasan faktor pertumbuhan yang tersedia (Suryanto, 2019). Suwanto et al. (2005)

menyatakan bahwa masing-masing tanaman harus memiliki ruang yang cukup untuk memaksimalkan kerjasama dan meminimalkan komponen kompetisi.

Namun demikian, jumlah anakan yang banyak tidak menjamin jumlah malai yang banyak, dan juga tidak menjamin semua malai yang dihasilkan berisi. Menurut perhitungan yang dilakukan oleh Wangiyana et al. (2006), anakan padi yang dihasilkan setelah 35 atau 42 HST tidak efektif untuk menghasilkan biji yang bernas, dan bahkan berpeluang untuk tidak menghasilkan malai yang berisi. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa jumlah malai per rumpun adalah lebih rendah pada padi beras hitam yang ditanam secara monokrop dibandingkan dengan padi beras hitam yang ditanam-sisip atau tumpangsari dengan kacang hijau, yang menunjukkan lebih banyaknya jumlah anakan yang tidak menghasilkan malai berisi pada tanaman padi beras hitam yang ditanam secara monokrop. Hal ini juga berarti bahwa jumlah anakan tidak produktif lebih banyak pada padi beras hitam yang ditanam secara monokrop dibandingkan dengan tumpangsari.

Tabel 3. Pengaruh penyisipan kacang hijau (P) dan galur (G) terhadap panjang malai (PM), jumlah malai per rumpun (JM), jumlah gabah berisi per malai (JGB), %-jumlah gabah hampa (PGH), berat 100 gabah kering (B100), dan berat gabah berisi per rumpun (BGB) tanaman padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik

Perlakuan	Variabel pengamatan					
	PM (cm)	JM/rumpun (tangcai)	JGB (butir)	PGH (%)	B 100 (g)	BGB/rumpun (g)
G3	22,13a	20,66a	94,31a	17,75a	2,80a	29,90a
G6	22,75a	19,20a	103,65a	23,61a	2,75a	27,27b
G9	21,36a	19,87a	98,37a	14,59a	2,95a	26,89b
BNJ 5%	2,31	3,76	11,90	18,68	0,29	0,95
P0	22,57a	16,91b	98,41a	22,46a	2,80a	24,50b
P1	21,59a	22,91a	99,14a	14,83b	2,87a	31,54a
BNJ 5%	1,57	2,49	8,89	5,91	0,12	0,69

Keterangan: Huruf berbeda menunjukkan beda nyata antar taraf tiap faktor perlakuan.

Kondisi ini berpeluang terbentuknya persentase jumlah gabah hampa yang lebih tinggi pada sistem monokrop, seperti terlihat dalam Tabel 3, yang diakibatkan oleh lebih banyaknya jumlah anakan tidak produktif pada sistem monokrop dibandingkan dengan tumpangsari padi beras hitam dengan kacang hijau.

Lebih tingginya rata-rata jumlah malai per rumpun pada tanaman padi beras hitam tumpangsari dengan kacang hijau, yang didukung dengan lebih rendahnya persentase jumlah gabah hampa, merupakan faktor yang menjadi penyebab lebih tingginya hasil gabah per rumpun pada tanaman padi beras hitam tumpangsari dengan kacang hijau dibandingkan dengan padi monokrop (Tabel 3). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ada transfer N dari rizosfir tanaman kacang-kacangan ke tanaman padi dalam sistem tumpangsari (Chu et al., 2004), yang menyebabkan daun tanaman padi menjadi lebih hijau pada padi yang ditanam-sisip dengan tanaman kacang-kacangan seperti kacang tanah (Wangiyana et al., 2021a), dan kadang N yang cukup tinggi pada daun tanaman berbiji selama

fase pengisian biji dapat menghasilkan biji yang lebih bernas dibandingkan dengan tanaman yang kadar N daunnya rendah (Sinclair & de Wit, 1975).

Namun demikian, terdapat interaksi yang nyata antara faktor galur tanaman padi dan penyisipan tanaman kacang hijau terhadap hasil gabah per rumpun, yang berarti bahwa ada perbedaan respon antar galur harapan padi beras hitam terhadap penyisipan tanaman kacang hijau antar barisan kembar padi beras hitam (Gambar 1), walaupun semua galur menunjukkan adanya peningkatan hasil gabah per rumpun akibat tumpangsari dengan kacang hijau. Penyisipan tanaman kacang hijau di antara barisan kembar padi beras hitam menunjukkan adanya peningkatan hasil gabah per rumpun yang signifikan pada semua galur padi (G3, G9, G6) jika dibandingkan tanpa penyisipan kacang hijau. Berat gabah berisi per rumpun padi tertinggi

adalah pada padi galur G3 yang ditanam sisip kacang hijau G3P1 (33,61 g), diikuti secara berurutan oleh perlakuan galur padi dan penyisipan tanaman kacang hijau G6P1 (32,16 g), G9P1 (28,85 g) G3P0 (26,20 g), G9P0 (24,93 g), dan G6P0 (22,39 g). Namun demikian, peningkatan hasil gabah per rumpun akibat tumpangsari dengan kacang hijau adalah tertinggi pada galur G6 (43,6%), disusul G3 (28,3%), dan terendah pada galur G9 (15,7%) (Gambar 1).

KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa tumpangsari tanam-sisip dengan kacang hijau lebih signifikan pengaruhnya dalam meningkatkan jumlah malai berisi dan hasil gabah per rumpun dibandingkan dengan pertumbuhan beberapa galur harapan padi beras hitam pada sistem irigasi aerobik. Adanya pengaruh interaksi faktor perlakuan terhadap hasil gabah per rumpun menunjukkan adanya perbedaan respon antar galur harapan padi beras hitam terhadap penyisipan dengan tanaman kacang hijau, di mana galur G6 menunjukkan peningkatan hasil gabah tertinggi (43,6%) akibat tumpangsari

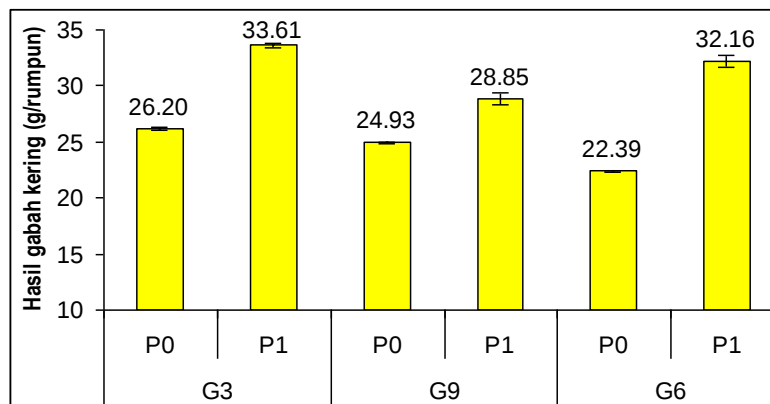
dengan kacang hijau dengan hasil gabah 32.16 g/rumpun, disusul oleh galur G3 (28.3%) dengan hasil gabah 33.61 g/rumpun, dan terendah pada galur G9 (15.7%).

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini merupakan bagian penelitian pendahuluan Tahun 2020 dari hibah Penelitian Dasar Kompetitif nasional Tahun Anggaran 2021, yang didanai dengan kontrak pelaksanaan penelitian TA 2021, Nomor: 122/E4.1/AK.04.PT/2021; oleh karena itu, melalui artikel ini penulis (WW) mengucapkan banyak terima kasih kepada Direktorat Sumber Daya, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, atas hibah Penelitian Dasar Kompetitif nasional TA 2021.

DAFTAR PUSTAKA

Adrialin, G.S., Wawan, & Yunel, V. (2014). Produksi Biomassa, Kadar N dan Bintil Akar Berbagai Leguminous Cover Crop (LCC) Pada Tanaman Dystrudepts. *Jom Faperta*, 2(1): 1-9.



Gambar 1. Pengaruh interaksi G*P terhadap hasil gabah berisi (g/rumpun)

- Aryana, I.G.P.M., Santoso, B.B., Febriandi, A., & Wangiyana, W. (2020), *Padi Beras Hitam*, LPPM Universitas Mataram Press, Mataram.
- Chu, G.X., Shen, Q.R., & Cao, J.L. (2004). Nitrogen fixation and N transfer from peanut to rice cultivated in aerobic soil in an intercropping system and its effect on soil N fertility. *Plant and Soil*, 263: 17-27.
- Dulur, N.W.D., Wangiyana, W., Farida, N., & Kusnarta, I.G.M. 2019. Improved Growth and Yield Formation of Red Rice under Aerobic Irrigation System and Intercropping with Peanuts. *IOSR Journal of Agric. and Vet. Sci.*, 12(8): 12-17. <http://iosrjournals.org/iosr-javs/papers/Vol12-issue8/Series-1/C1208011217.pdf>.
- Sinclair, T.R., & de Wit, C.T. (1975). Photosynthate and nitrogen requirements for seed production by various crops. *Science*, 189: 565-567.
- Suryanto, A. (2019). *Pola Tanam*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Suwarto, S., Yahya, Handoko, M.A., & Chozhin (2005). *Kompetisi Tanaman Jagung dan Ubi Kayu dalam Sistem Tumpangsari*, USU, Medan.
- Uphoff, N. (2003). Higher Yields with Fewer External Inputs? The System of Rice Intensification and Potential Contributions to Agricultural Sustainability. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 1(1): 38-50.
- Wangiyana W., Aryana, I.G.P.M., & Dulur, N.W.D. (2021b). Mycorrhiza biofertilizer and intercropping with soybean increase anthocyanin contents and yield of upland red rice under aerobic irrigation systems. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 637 012087. DOI: <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/637/1/012087>.
- Wangiyana, W. Fikri, M.A., Aryana, I.G.P.M., & Mahardika, I.B.K. (2022). Additive intercropping with peanut increases growth and yield of various promising lines of red rice under aerobic irrigation system on permanent raised-beds. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 1107, 012011, <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/1107/1/012011>.
- Wangiyana, W., Aryana, I.G.P.M., & Dulur, N.W.D. (2019). Increasing Yield Components of Several Promising Lines of Red Rice Through Application of Mycorrhiza Bio-Fertilizer and Additive Intercropping with Soybean in Aerobic Irrigation System. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 4(5): 1619-1624.
- Wangiyana, W., Aryana, I.G.P.M., & Dulur, N.W.D. (2023). Intercropping red rice genotypes with mungbean and application of mycorrhiza-biofertilizer to increase rice yield with reduced inorganic fertilizer doses. *AIP Conf. Proc.*, 2583, 020010, DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0116676>.
- Wangiyana, W., Aryana, I.G.P.M., & Farida, N. (2021c). Effect of Intercropping with Soybean on Growth and Yield of Several Promising Lines of Black Rice in Aerobic Irrigation System. *International Journal of Horticulture, Agriculture and Food science*, 5(5), 26-31. DOI: <https://dx.doi.org/10.22161/ijhaf.5.5.4>.
- Wangiyana, W., Dulur, N.W.D., Farida, N., & Kusnarta, I.G.M. (2021a). Additive intercropping with peanut relay-planted between different patterns of rice rows increases yield of red rice in aerobic irrigation system. *Emirates Journal of Food and*

Agriculture, 33(3): 202-210, March, 2021, DOI:
<https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i3.2661>.

Wangiyana, W., Hidayat, I., Aripin, Z., Basa, I., Barus, H.T. & Sato, S. (2006). Efisiensi Penggunaan Air dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.) antara Teknik Irigasi Konvensional dan Berbagai Modifikasi Teknik SRI (*System of Rice Intensification*). **Dalam:** *Prosiding Seminar Nasional Perhimpunan Agronomi Indonesia (Peragi)*, Yogyakarta 5 Agustus 2006. Hlm. 275-284.

Warman & Kristiana (2018). Mengkaji Sistem Tanaman Tumpang Sari Tanaman Semusim. *Proceeding Biology Education Conference*, 15 (1), 791-794.