

PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN PADI (*Oryza sativa* L.) PADA BERBAGAI SISTEM TANAM DAN DOSIS PUPUK NPK

Growth And Production Of Rice Plants In Various Planting Systems And Npk Fertilizer Doses

A. Agung Nugraha^{(1*}, **A. Abdul Rahman Syafar⁽¹**, **Herman Nursaman⁽¹**

⁽¹Fakultas Pertanian Universitas Islam Makassar, 90245

^{*}*andinugraha610@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh sistem tanam, dosis pupuk NPK, dan kombinasi kedua faktor terhadap pertumbuhan dan produksi padi. Penelitian dilaksanakan pada Juli–Oktober 2025 di lahan sawah petani, Kecamatan Mattiro Bulu, Kabupaten Pinrang, menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial 3×3 dengan tiga ulangan. Faktor pertama terdiri atas tander tegel, jajar legowo 2:1, dan jajar legowo 4:1, sedangkan faktor kedua terdiri atas dosis pupuk NPK 16-16-16 sebesar 150, 300, dan 450 g per petak. Dosis NPK berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman; dosis 300 dan 450 g per petak menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata dan lebih tinggi daripada dosis 150 g per petak. Sistem tanam berpengaruh terhadap jumlah anakan dan anakan produktif. Jajar legowo 2:1 dan 4:1 menghasilkan jumlah anakan lebih tinggi daripada tander tegel, sedangkan jajar legowo 2:1 menghasilkan jumlah anakan produktif lebih tinggi daripada tander tegel. Pada komponen hasil lainnya, pola respons berbeda menurut kombinasi sistem tanam dan dosis NPK. Secara deskriptif, jajar legowo 2:1 dengan dosis 300 g per petak menghasilkan bobot gabah per petak tertinggi, sedangkan peningkatan dosis menjadi 450 g per petak tidak selalu meningkatkan seluruh parameter. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan populasi tanaman dan dosis pupuk perlu dilakukan secara terpadu.

Kata kunci: jajar legowo; padi sawah; pemupukan majemuk; produktivitas; sistem tanam

ABSTRACT

This study analyzed the effects of planting system, NPK fertilizer rate, and their combinations on rice growth and production. The experiment was conducted from July to October 2025 in a farmer's paddy field in Mattiro Bulu District, Pinrang Regency, using a 3×3 factorial randomized complete block design with three replications. The first factor consisted of conventional square planting, 2:1 jajar legowo, and 4:1 jajar legowo, whereas the second factor consisted of 150, 300, and 450 g of 16-16-16 NPK fertilizer per plot. NPK fertilizer rate significantly affected plant height; 300 and 450 g per plot produced comparable plant height and both were higher than 150 g per plot. Planting system affected total and productive tiller numbers. The 2:1 and 4:1 jajar legowo systems produced more tillers than conventional square planting, while the 2:1

system produced more productive tillers than conventional planting. Other yield components showed different response patterns across treatment combinations. Descriptively, the 2:1 jajar legowo system combined with 300 g NPK per plot produced the highest grain weight per plot, whereas increasing the rate to 450 g per plot did not consistently improve all observed traits. These results indicate that plant population and fertilizer rate should be managed jointly.

Keywords: compound fertilizer; jajar legowo; lowland rice; planting system; productivity

PENDAHULUAN

Tanaman padi merupakan komoditas strategis karena beras menjadi pangan pokok bagi sebagian besar penduduk Indonesia. Badan Pusat Statistik melaporkan bahwa luas panen padi Indonesia pada tahun 2024 mencapai sekitar 10,05 juta ha dengan produksi 53,14 juta ton gabah kering giling (GKG). Produksi tersebut menurun 1,55% dibandingkan tahun 2023, sehingga peningkatan produktivitas melalui teknologi budidaya yang efisien tetap menjadi kebutuhan penting (BPS, 2025).

Kabupaten Pinrang merupakan salah satu wilayah produksi padi utama di Sulawesi Selatan. Pada tahun 2024, luas panen padi di kabupaten ini mencapai sekitar 92,28 ribu ha dengan produksi 563,55 ribu ton GKG. Produksi berasnya diperkirakan 323,38 ribu ton dan menghasilkan surplus sekitar 276,67 ribu ton (BPS Kabupaten Pinrang, 2025). Meskipun demikian,

produktivitas di tingkat petani tetap dipengaruhi oleh ketepatan pengaturan populasi tanaman, keseragaman pertanaman, kondisi lahan, serta kecukupan dan keseimbangan unsur hara.

Sistem tanam mengatur distribusi rumpun, ruang tumbuh, penetrasi cahaya, sirkulasi udara, dan kompetisi antartanaman. Sistem jajar legowo meningkatkan proporsi tanaman yang berada di tepi barisan sehingga lebih banyak rumpun memperoleh cahaya dan ruang tumbuh yang relatif terbuka. Efek tanaman pinggir tersebut dapat meningkatkan pembentukan anakan dan komponen hasil, meskipun responsnya dipengaruhi oleh tipe legowo, jarak tanam, varietas, dan lingkungan tumbuh (Fadhillah *et al.*, 2021; Kurniawan *et al.*, 2021; Agustiani *et al.*, 2022; Haq *et al.*, 2024; Resti *et al.*, 2025).

Selain sistem tanam, pemupukan NPK menentukan pembentukan tajuk,

perkembangan akar, pembentukan malai, serta pengisian gabah. Nitrogen terutama mendukung pertumbuhan vegetatif dan pembentukan anakan, fosfor berperan dalam perkembangan akar dan proses reproduktif, sedangkan kalium berhubungan dengan translokasi asimilat, keseimbangan air, dan pengisian biji. Akan tetapi, peningkatan dosis pupuk tidak selalu meningkatkan hasil secara linear. Setelah kebutuhan tanaman terpenuhi, tambahan pupuk dapat memberikan kenaikan hasil yang semakin kecil, menurunkan efisiensi hara, atau meningkatkan risiko pertumbuhan vegetatif berlebihan. Fenomena tersebut telah ditunjukkan pada berbagai penelitian mengenai interaksi dosis nitrogen, kalium, dan kerapatan tanam padi (Santiago-Arenas *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2021; Meng *et al.*, 2021; Mboyerwa *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022; Deng *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2024).

Penelitian terdahulu umumnya mengevaluasi sistem tanam atau dosis pupuk secara terpisah, sedangkan informasi mengenai respons padi terhadap kombinasi tandur tegel, jajar legowo 2:1, dan jajar legowo 4:1 dengan beberapa dosis pupuk NPK pada

kondisi sawah Kecamatan Mattiro Bulu masih terbatas. Efektivitas pemupukan dapat berubah menurut populasi tanaman dan distribusi rumpun. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh sistem tanam, dosis pupuk NPK, dan kombinasi kedua faktor terhadap pertumbuhan dan produksi padi pada kondisi lokasi penelitian.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Juli–Oktober 2025 di lahan sawah petani, Kecamatan Mattiro Bulu, Kabupaten Pinrang, Sulawesi Selatan.

Bahan dan rancangan percobaan

Bahan yang digunakan adalah benih padi varietas MR 337, pupuk NPK Phonska 16-16-16, dan urea granul 46%. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor dan tiga ulangan.

Faktor pertama adalah sistem tanam, yaitu p1 = tandur tegel, p2 = jajar legowo 2:1, dan p3 = jajar legowo 4:1. Faktor kedua adalah dosis pupuk NPK, yaitu n1 = 150 g petak⁻¹, n2 = 300 g petak⁻¹, dan n3 = 450 g petak⁻¹.

Kombinasi kedua faktor menghasilkan sembilan perlakuan yang diulang tiga kali sehingga terdapat 27 unit percobaan.

Penanaman dan pemeliharaan

Sistem tandur tegel menggunakan populasi 160.000 rumpun ha^{-1} , jarak legowo 2:1 menggunakan 213.300 rumpun ha^{-1} , dan jarak legowo 4:1 menggunakan 192.712 rumpun ha^{-1} . Pelaksanaan budidaya disesuaikan dengan sistem tanam pada setiap perlakuan.

Variabel pengamatan

- Tinggi tanaman (cm) diamati pada umur 8 minggu setelah tanam (MST) dari permukaan tanah sampai bagian tanaman tertinggi.
- Jumlah anakan diamati pada umur 9 MST dengan menghitung seluruh anakan pada setiap rumpun contoh.
- Jumlah anakan produktif dihitung berdasarkan jumlah anakan yang menghasilkan malai pada saat panen.
- Panjang malai (cm) diukur dari pangkal sampai ujung malai.
- Jumlah malai per rumpun dihitung pada rumpun contoh saat panen.
- Bobot 1.000 butir (g) ditentukan dengan menimbang 1.000 butir gabah bernas.

- Bobot gabah per tanaman (g) diperoleh dari gabah rumpun contoh setelah dirontokkan dan dikeringkan sesuai standar penelitian.
- Bobot gabah per petak diperoleh dari gabah hasil panen pada setiap petak setelah perontokan dan pengeringan.

Analisis statistik

Data dianalisis menggunakan analisis ragam sesuai Rancangan Acak Kelompok faktorial. Apabila uji F menunjukkan pengaruh nyata, perbedaan rata-rata perlakuan diuji menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil disajikan berdasarkan rata-rata perlakuan dan notasi BNJ yang tercantum pada tabel. Seluruh dosis pupuk dalam bagian hasil telah diseragamkan menjadi 150, 300, dan 450 g petak^{-1} sesuai rancangan percobaan.

Pertumbuhan vegetatif

Tabel 1. Rataan tinggi tanaman padi pada 8 MST (cm).

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	89,62	95,02	91,57	92,07 ^b
n2	92,92	96,67	95,94	95,18 ^a
n3	99,60	94,03	94,71	96,11 ^a
Rataan	94,05	95,24	94,07	

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNJ α 0,0.

Dosis NPK berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Dosis 300 dan 450 g petak⁻¹ menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata, tetapi keduanya lebih tinggi daripada dosis 150 g petak⁻¹. Sistem tanam tidak menunjukkan perbedaan nyata terhadap tinggi tanaman.

Peningkatan tinggi tanaman pada dosis 300 dan 450 g petak⁻¹ menunjukkan bahwa ketersediaan hara pada dosis 150 g petak⁻¹ belum mendukung pertumbuhan vegetatif secara setara. Namun, tidak adanya perbedaan antara dosis 300 dan 450 g petak⁻¹ mengindikasikan respons yang mulai mendatar. Kondisi ini sejalan dengan prinsip hasil tambahan yang menurun: setelah kebutuhan hara utama relatif terpenuhi, penambahan pupuk tidak selalu menghasilkan peningkatan pertumbuhan yang sebanding. Penelitian mengenai pengelolaan nitrogen pada padi juga menunjukkan bahwa peningkatan dosis dapat memperbesar biomassa, tetapi efisiensi penggunaan hara cenderung menurun ketika dosis melampaui tingkat

optimum (Mboyerwa *et al.*, 2022; Wang *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2024).

Tabel 2. Rataan jumlah anakan padi pada 9 MST (anakan rumpun⁻¹).

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	12,80	20,27	16,67	16,58
n2	14,27	15,47	17,73	15,82
n3	13,47	18,40	19,07	16,98
Rataan	13,51 ^b	18,05 ^a	17,82 ^a	

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNJ α 0,05.

Jumlah anakan pada jajajar legowo 2:1 dan 4:1 lebih tinggi daripada tandur tegel. Pola barisan legowo menyediakan lorong terbuka dan meningkatkan proporsi tanaman pinggir. Kondisi tersebut memperbaiki distribusi cahaya di dalam tajuk, sirkulasi udara, dan ruang bagi perkembangan anakan. Akan tetapi, keuntungan legowo tidak semata-mata ditentukan oleh lebar lorong, melainkan oleh keseimbangan antara populasi per satuan luas dan kompetisi dalam barisan. Temuan serupa dilaporkan pada penelitian sistem legowo yang menunjukkan perubahan jumlah anakan dan hasil menurut tipe sistem, jarak tanam, serta varietas (Fadhillah *et al.*, 2021; Kurniawan *et al.*, 2021; Haq *et al.*, 2024; Resti *et al.*, 2025).

Tabel 3. Rataan jumlah anakan produktif (anakan rumpun⁻¹).

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	15,47	19,87	15,00	16,78
n2	15,07	16,67	17,73	16,49
n3	14,87	18,33	18,80	17,33
Rataan	15,14 ^b	18,29 ^a	17,18 ^{ab}	

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNJ α 0,05.

Sistem tanam berpengaruh terhadap jumlah anakan produktif. Jajar legowo 2:1 berbeda nyata dari tandur tegel, sedangkan jajar legowo 4:1 tidak berbeda nyata dari kedua sistem tersebut.

Jumlah anakan produktif menggambarkan kemampuan anakan vegetatif berkembang menjadi malai. Jajar legowo 2:1 menghasilkan rataaan tertinggi dan berbeda dari tandur tegel, sedangkan jajar legowo 4:1 berada pada kelompok antara. Respons ini dapat terjadi karena cahaya dan ruang tumbuh yang lebih baik meningkatkan keberlangsungan anakan sampai fase generatif. Namun, jumlah anakan yang terlalu tinggi tidak selalu meningkatkan hasil apabila sebagian besar menjadi anakan tidak produktif. Pengaturan populasi perlu menghasilkan jumlah malai per satuan luas yang memadai

tanpa membentuk tajuk terlalu rapat (Meng *et al.*, 2021; Liu *et al.*, 2021; Deng *et al.*, 2022).

Komponen malai dan bobot 1.000 butir

Secara deskriptif, kombinasi jajar legowo 2:1 dengan dosis 150 g petak⁻¹ menghasilkan malai terpanjang (32,07 cm), sedangkan kombinasi jajar legowo 2:1 dengan dosis 450 g petak⁻¹ menghasilkan nilai terendah (27,33 cm).

Tabel 4. Rataan panjang malai pada kombinasi sistem tanam dan dosis NPK.

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	27,53	32,07	27,60	29,07
n2	28,60	31,40	28,67	29,56
n3	28,67	27,33	29,00	28,33
Rataan	28,27	30,27	28,42	

Keterangan: Nilai rata-rata diikuti oleh huruf yang tidak sama menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNJ α 0,05.

Pola rataaan menunjukkan bahwa respons panjang malai terhadap dosis NPK tidak sama pada setiap sistem tanam. Pada jajar legowo 2:1, panjang malai relatif tinggi pada dosis 150 dan 300 g petak⁻¹, tetapi menurun pada dosis 450 g petak⁻¹. Secara agronomis, panjang malai dipengaruhi oleh ketersediaan asimilat selama pembentukan malai, status hara, intensitas cahaya, dan karakter varietas.

Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa respons komponen hasil dapat berubah menurut kombinasi sistem tanam dan pengelolaan hara (Agustiani *et al.*, 2022; Yulianti *et al.*, 2024; Resti *et al.*, 2025).

Tabel 5. Rataan jumlah malai per rumpun.

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	19,93	22,20	18,07	20,07
n2	17,60	23,00	18,87	19,82
n3	20,27	23,73	18,67	20,89
Rataan	19,27	22,98	18,54	

Keterangan: Nilai rata-rata yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada uji BNJ α 0,05.

Secara deskriptif, jajar legowo 2:1 menghasilkan jumlah malai per rumpun tertinggi (22,98), diikuti tander tegel (19,27) dan jajar legowo 4:1 (18,54).

Jumlah malai per rumpun berkaitan dengan keberhasilan anakan vegetatif berkembang menjadi anakan produktif. Lorong terbuka pada jajar legowo 2:1 dapat meningkatkan penerimaan cahaya dan ruang tumbuh sehingga lebih banyak anakan bertahan sampai fase pembentukan malai. Namun, peningkatan jumlah malai perlu

diikuti pengisian gabah yang baik agar menghasilkan bobot gabah yang tinggi.

Tabel 6. Rataan bobot 1.000 butir pada kombinasi sistem tanam dan dosis NPK.

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	29,00	24,67	29,00	27,56
n2	32,00	27,00	28,00	29,00
n3	32,33	29,67	28,00	30,00
Rataan	31,11	27,11	28,33	

Keterangan: Nilai rata-rata yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada uji BNJ α 0,05

Secara deskriptif, bobot 1.000 butir tertinggi terdapat pada kombinasi tander tegel dengan dosis 450 g petak⁻¹ (32,33 g), sedangkan nilai terendah terdapat pada kombinasi jajar legowo 2:1 dengan dosis 150 g petak⁻¹ (24,67 g).

Bobot 1.000 butir merefleksikan ukuran dan kepadatan gabah yang dipengaruhi oleh potensi genetik serta keberhasilan pengisian biji. Ketersediaan N, P, dan K yang seimbang mendukung luas daun aktif, pembentukan ATP, dan translokasi karbohidrat menuju gabah. Sebaliknya, pemupukan berlebihan dapat memperpanjang pertumbuhan vegetatif atau menciptakan ketidakseimbangan sumber-lubuk. Penelitian pemupukan dan kerapatan tanam menunjukkan

bahwa efek dosis hara terhadap bobot biji dan hasil dapat berubah menurut struktur populasi tanaman (Wanget *al.*, 2022; Zhang *et al.*, 2022; Chen *et al.*, 2024).

Bobot gabah per petak dan per tanaman

Tabel 7. Rataan bobot gabah per petak.

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	57,47	68,47	62,07	62,67
n2	47,00	74,00	73,00	64,67
n3	60,87	72,67	61,27	64,94
Rataan	55,11	71,71	65,45	

Keterangan: Nilai rata-rata yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada uji BNJ α 0,05.

Secara deskriptif, jajar legowo 2:1 menghasilkan rataan bobot gabah per petak tertinggi (71,71), diikuti jajar legowo 4:1 (65,45) dan tandur tegel (55,11). Kombinasi p2n2 menghasilkan nilai tertinggi, yaitu 74,00.

Bobot gabah per petak dipengaruhi oleh hasil setiap rumpun dan jumlah rumpun yang dipanen. Jajar legowo 2:1 meningkatkan populasi tanaman sekaligus memperbesar proporsi tanaman pinggir, sehingga penangkapan cahaya dan pembentukan malai per satuan petak dapat meningkat. Nilai tertinggi pada kombinasi p2n2 menunjukkan bahwa dosis 300 g petak⁻¹

telah mendukung produksi petak secara baik, sedangkan peningkatan dosis menjadi 450 g petak⁻¹ tidak menghasilkan kenaikan yang konsisten. Pola tersebut sesuai dengan prinsip hasil tambahan yang menurun setelah kebutuhan hara tanaman relatif terpenuhi.

Tabel 8. Rataan bobot gabah per tanaman pada kombinasi sistem tanam dan dosis NPK.

Dosis NPK	p1	p2	p3	Rataan
n1	42,00	40,27	40,33	40,87
n2	42,33	39,93	41,20	41,15
n3	41,80	39,73	41,00	40,84
Rataan	42,04	39,98	40,84	

Keterangan: Nilai rata-rata yang di ikuti oleh huruf yang tidak sama berarti berbeda nyata pada uji BNJ α 0,05.

Secara deskriptif, tandur tegel menghasilkan rataan bobot gabah per tanaman tertinggi (42,04), diikuti jajar legowo 4:1 (40,84) dan jajar legowo 2:1 (39,98). Rataan dosis 150, 300, dan 450 g petak⁻¹ relatif berdekatan.

Bobot gabah per tanaman menggambarkan produktivitas individu, sedangkan bobot gabah per petak juga dipengaruhi oleh populasi. Sistem dengan bobot per tanaman lebih rendah masih dapat menghasilkan bobot per petak lebih tinggi apabila jumlah rumpun dan malai per petak lebih

banyak. Oleh karena itu, pemilihan sistem tanam perlu mempertimbangkan kinerja individu dan populasi secara bersamaan (Liu *et al.*, 2021; Meng *et al.*, 2021; Santiago-Arenas *et al.*, 2021).

KESIMPULAN

Dosis pupuk NPK berpengaruh terhadap tinggi tanaman. Dosis 300 dan 450 g petak⁻¹ menghasilkan tinggi tanaman yang tidak berbeda nyata dan lebih tinggi daripada dosis 150 g petak⁻¹. Sistem tanam jajar legowo 2:1 dan 4:1 menghasilkan jumlah anakan lebih tinggi daripada tandur tegel, sedangkan jajar legowo 2:1 menghasilkan jumlah anakan produktif tertinggi. Pada komponen hasil, respons perlakuan tidak selalu meningkat seiring penambahan dosis pupuk. Secara deskriptif, kombinasi jajar legowo 2:1 dengan dosis NPK 300 g petak⁻¹ menghasilkan bobot gabah per petak tertinggi, yaitu 74,00, sehingga menjadi kombinasi yang paling efisien berdasarkan data yang tersedia. Peningkatan dosis menjadi 450 g petak⁻¹ tidak memberikan perbaikan yang konsisten pada seluruh parameter.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiani, N., Gunawan, I., Margaret, S., & Sujinah. (2022). Pola tanam padi untuk produktivitas tinggi dan indeks pertanaman yang optimal di lahan rawa pasang surut. *Jurnal Agronomi Indonesia*, 50(3), 257–265. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i3.40983>
- Badan Pusat Statistik. (2025). Luas panen dan produksi padi di Indonesia 2024 (angka tetap). BPS-Statistics Indonesia.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Pinrang. (2025). Luas panen dan produksi padi di Kabupaten Pinrang 2024. BPS Kabupaten Pinrang.
- Chen, G., Duan, Q., Wu, C., He, X., Hu, M., Li, C., Ouyang, Y., Peng, L., Yang, H., Zhang, Q., Jiang, Q., Lan, Y., & Li, T. (2024). Optimizing rice yield, quality and nutrient use efficiency through combined application of nitrogen and potassium. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1335744. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1335744>
- Deng, J., Harrison, M. T., Liu, K., Ye, J., Xiong, X., Fahad, S., Huang, L., Tian, X., & Zhang, Y. (2022). Integrated crop management practices improve grain yield and resource use efficiency of super hybrid rice. *Frontiers in Plant Science*, 13, 851562. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.851562>
- Fadhillah, F., Yuwariah, Y., & Irwan, A. W. (2021). Pengaruh berbagai sistem tanam terhadap fisiologi, pertumbuhan, dan hasil tiga kultivar tanaman padi di dataran medium. *Kultivasi*, 20(1), 1–7.

- <https://doi.org/10.24198/kultivasi.v20i1.31532>
- Haq, A., Santosa, E., & Ritonga, A. W. (2024). Jarak tanam dan dosis pupuk nitrogen memengaruhi pertumbuhan dan hasil padi ketan Grendel (*Oryza sativa* L. var. glutinosa). *Buletin Agrohorti*, 12(1), 21–29. <https://doi.org/10.29244/agrob.v12i1.51579>
- Kurniawan, I., Kristina, L., & Awiyantini, R. (2021). Pengaruh model jarak tanam jarak legowo terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa*) varietas IPB 3S. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan*, 8(2), 98–109. <https://doi.org/10.33084/daun.v8i2.2865>
- Liu, W., Bao, S., Lu, Y., Zhang, Q., Geng, Y., Shao, X., & Guo, L. (2021). Effects of dense planting with less nitrogen fertilization on rice yield and nitrogen use efficiency in Northeast China. *International Journal of Plant Production*, 15, 625–634. <https://doi.org/10.1007/s42106-021-00159-z>
- Mboyerwa, P. A., Kibret, K., Mtakwa, P., & Aschalew, A. (2022). Rice yield and nitrogen use efficiency with system of rice intensification and conventional management practices in Mkindo irrigation scheme, Tanzania. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 6, 802267. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2022.802267>
- Meng, T., Chen, X., Ge, J., Zhang, X., Zhou, G., Dai, Q., & Wei, H. (2021). Reduced nitrogen rate with increased planting density facilitated grain yield and nitrogen use efficiency in modern conventional japonica rice. *Agriculture*, 11(12), 1188. <https://doi.org/10.3390/agriculture11121188>
- Resti, R. W., Soeparjono, S., & Restanto, D. P. (2025). Pengaruh jarak tanam dan sistem jarak legowo terhadap pertumbuhan dan hasil padi (*Oryza sativa* L.) di lahan rawa pasang surut. *Agroteknika*, 8(1), 94–106. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v8i1.481>
- Santiago-Arenas, R., Dhakal, S., Ullah, H., Agarwal, A., & Datta, A. (2021). Seeding, nitrogen and irrigation management optimize rice water and nitrogen use efficiency. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 120, 325–341. <https://doi.org/10.1007/s10705-021-10153-6>
- Saputra, K. H., & Badal, B. (2022). Pengaruh dosis pupuk NPK (15:15:15) terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi sawah (*Oryza sativa* L.) dengan metode SRI (System of Rice Intensification). *Jurnal Research Ilmu Pertanian*, 2(1), 78–87.
- Wang, W., Shen, C., Xu, Q., Zafar, S., Du, B., & Xing, D. (2022). Grain yield, nitrogen use efficiency and antioxidant enzymes of rice under different fertilizer N inputs and planting density. *Agronomy*, 12(2), 430. <https://doi.org/10.3390/agronomy12020430>
- Yulianti, D., Soeparjono, S., Khozin, M. N., Putri, W. K., & Harsanti, R. S. (2024). Pengaruh jarak tanam dan konsentrasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman padi pada sistem jarak

legowo di lahan rawa. Plumula:
Berkala Ilmiah Agroteknologi,
12(2), 60–68.
<https://doi.org/10.33005/plumula.v12i2.216>

Zhang, Z., Wang, Y., Chen, Y., Ashraf, U., Li, L., Zhang, M., Mo, Z., Duan, M., Wang, Z., Tang, X., & Pan, S. (2022). Effects of different fertilization methods on grain yield, photosynthetic characteristics and nitrogen synthetase enzymatic activities of direct-seeded rice in South China. *Journal of Plant Growth Regulation*, 41, 1642–1653. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10404-4>