

Pertumbuhan dan Produksi Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Pasca Penanaman Kacang Tanah

Growth and Production of Sorghum (Sorghum bicolor (L.) Moench) Post Peanut Planting

Setiyani¹, Heni Purnamawati^{2*}, dan Trikoesoemaningtyas²

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor (IPB University)

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor (IPB University), Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

*Penulis Korespondensi: h_purnama@apps.ipb.ac.id

Disetujui: 6 Maret 2026 / *Published Online* Mei 2026

ABSTRAK

Sorgum merupakan komoditas pangan bernilai ekonomi tinggi dan berpotensi dikembangkan di Indonesia. Produktivitas sorgum dapat ditingkatkan dengan menerapkan sistem budi daya yang baik, salah satunya rotasi tanaman dengan kacang-kacangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis pertumbuhan dan produksi sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah serta mengetahui pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah. Penelitian menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) dengan ulangan tersarang dalam perlakuan (*nested*). Terdapat 2 faktor perlakuan dan 4 ulangan. Faktor pertama yaitu jenis lahan (lahan non-pasca penanaman kacang tanah dan lahan pasca penanaman kacang tanah). Faktor kedua yaitu pemupukan (tanpa pupuk, pupuk anorganik, dan pupuk anorganik + pupuk kandang). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis lahan dan pemupukan pada diameter batang dan panjang malai. Penggunaan lahan pasca penanaman kacang tanah memberikan hasil yang lebih baik pada pertumbuhan sorgum, namun belum mampu meningkatkan hasil sorgum. Pupuk anorganik maupun pupuk anorganik + pupuk kandang sapi meningkatkan pertumbuhan sorgum, namun tidak meningkatkan hasil sorgum.

Kata kunci: 'Bioguma 1', legum, rotasi tanaman, tersarang

ABSTRACT

Sorghum is a food commodity with high economic value and has the potential to be developed in Indonesia. Sorghum productivity can be increased by implementing a good cultivation system, one of which is crop rotation with legumes. This study aims to analyze the growth and production of sorghum in post-peanut planting land and to determine the effect of fertilization on the growth and production of sorghum in post-peanut planting land. The study used a randomized complete block design (RKLT) with nested replications within treatments. There were 2 treatment factors and 4 replications. The first factor was land type (non-post-peanut planting land and post-peanut planting land). The second factor was fertilization (without fertilizer, inorganic fertilizer, and inorganic fertilizer + manure). The result showed that there was an interaction between land type and fertilization on stem diameter and panicle length. The use of post-peanut planting land provided better results for sorghum growth, but was not able to increase sorghum yield. Inorganic fertilizer and inorganic fertilizer + cow manure increased sorghum growth, but did not increase sorghum yield.

Keywords: 'Bioguma 1', crop rotation, legume, nested

PENDAHULUAN

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan tanaman sereal dari famili Poaceae yang berpotensi besar untuk dikembangkan di Indonesia. Sorgum berasal dari Ethiopia dan Sudan, Afrika. Saat ini sorgum sudah tidak asing

lagi bagi petani Indonesia, terutama wilayah Jawa, NTT, dan NTB (Rahmat, 2010). Semua bagian dari tanaman sorgum dapat dimanfaatkan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi.

Produktivitas sorgum dunia masih tergolong rendah, terutama di Asia. Produktivitas biji kering sorgum dunia memiliki rata-rata sebesar 1.41 ton

ha⁻¹ (Food and Agriculture Organization, 2017). Rendahnya produktivitas sorgum kemungkinan disebabkan oleh terdesaknya tanaman sorgum oleh komoditas lain yang nilai ekonominya lebih tinggi. Potensi pengembangan tanaman sorgum cukup tinggi karena budi dayanya tidak terikat oleh musim tanam serta cakupan lahannya luas seperti lahan kering, lahan marginal, dan lahan tadah hujan.

Penerapan rotasi tanaman pada lahan budi daya dapat memengaruhi produksi tanaman selanjutnya. Menurut Ma *et al.* (2003) tanaman jagung yang dirotasi tanam dengan tanaman legum memiliki total serapan, efisiensi serapan, serta efisiensi penggunaan N lebih tinggi 13%–35%, mengurangi penggunaan pupuk N anorganik sebanyak 68 kg N ha⁻¹, dan hasil bijinya lebih tinggi 20% dibandingkan dengan tanaman jagung yang tidak dirotasi tanam. Penelitian Mariani dan Wahditiya (2020) menunjukkan bahwa pertumbuhan dan produksi tanaman padi yang dirotasi tanam dengan tanaman kacang hijau lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman padi yang tidak dirotasi tanam. Lahan setelah penanaman kacang hijau mengandung 3.22% C-organik, 0.11% unsur N, dan 43 ppm unsur K. Kandungan unsur hara tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan lahan setelah penanaman padi yaitu 3.05% C-organik, 0.10% unsur N, dan 27 ppm unsur K.

Serapan hara dan residu tanaman kacang tanah dapat memengaruhi jumlah unsur hara yang terkandung di lahan pasca penanaman kacang tanah. Hal tersebut dapat berakibat pada pertumbuhan dan produksi tanaman selanjutnya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pertumbuhan dan produksi sorgum yang ditanam di lahan pasca penanaman kacang tanah serta menganalisis pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah. Penelitian ini bertujuan menganalisis pertumbuhan dan produksi sorgum yang ditanam di lahan pasca penanaman kacang tanah serta menganalisis pengaruh pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari hingga Mei 2024. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Sawah Baru IPB, Dramaga, Bogor. Pengujian komponen hasil setelah panen dilaksanakan di Laboratorium Pascapanen dan Laboratorium Pemuliaan Tanaman 3, Departemen Agronomi dan Hortikultura.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan, yaitu benih sorgum varietas 'Bioguma 1', pupuk kandang sapi, dolomit, pupuk urea, SP-36, KCl, amplop, plastik, tali rafia, akuades, label, karbofuran, dimetomorf 60%, dan emamektin benzoate 30 g L⁻¹. Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu alat budidaya pertanian, stapler, vitrase, alat tulis, jangka sorong, meteran, penggaris, *chlorophyll meter* SPAD-502Plus Konica Minolta, *moisture analyzer* Ohaus MB25, timbangan, golok, refraktometer Atago PAL-1, gunting pangkas, *thresher*, penampi, dan kamera.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) pola tersarang (*nested*), dimana ulangan tersarang dalam perlakuan. Perlakuan terdiri dari 2 faktor dan 4 ulangan. Faktor pertama ialah jenis lahan yang terdiri atas dua taraf, yaitu lahan non-pasca penanaman kacang tanah (L0) dan lahan pasca penanaman kacang tanah (L1). Faktor kedua ialah pemupukan yang terdiri atas tiga taraf, yaitu tanpa pupuk (P0), pupuk anorganik (urea 200 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹, dan KCl 100 kg ha⁻¹) (P1), serta pupuk anorganik (urea 200 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹, dan KCl 100 kg ha⁻¹) + pupuk kandang sapi 5 ton ha⁻¹ (P2). Terdapat 6 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 4 kali sehingga total terdapat 24 satuan percobaan. Setiap satuan percobaan dilakukan pada petak lahan dengan ukuran 4 m × 3 m.

Prosedur Percobaan

Analisis tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah dari lima titik secara diagonal, lalu dicampur hingga rata serta dianalisis pH, unsur N, P, K, dan C-organik. Persiapan lahan dilakukan dengan pembersihan gulma, pemberian dolomit dengan dosis 1 ton ha⁻¹, pengemburan, dan perataan tanah. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam sorgum 70 cm × 20 cm. Setiap lubang ditanami dua benih dan diberi karbofuran. Pupuk kandang dan pupuk anorganik diaplikasikan sesuai perlakuan pada setiap petak percobaan. Pupuk kandang diberikan satu minggu sebelum penanaman dengan dosis 5 ton ha⁻¹. Pupuk anorganik diberikan sebanyak 2 kali, yaitu pupuk urea sebanyak 2/3 dosis dari 200 kg ha⁻¹, SP-36 100 kg ha⁻¹, dan KCl 100 kg ha⁻¹ (2 MST) serta pupuk urea sebanyak 1/3 dosis dari 200 kg ha⁻¹ (4 MST). Pemeliharaan tanaman sorgum yang dilakukan yaitu penyulaman, penjarangan, pengendalian gulma, pembumbunan, pengendalian hama dan penyakit, serta penyungkupan malai. Tanaman sorgum dipanen ketika 80% dari populasi dalam

satu petak percobaan telah menunjukkan ciri biji sorgum sudah mengeras dan muncul *black layer* pada bagian dasar biji. Malai sorgum yang telah dipanen kemudian dijemur selama 3–4 hari, dirontokkan, dan dibersihkan.

Pengamatan Percobaan

Pengamatan karakter pertumbuhan dan komponen hasil dilakukan pada 6 tanaman contoh untuk setiap satuan percobaan. Karakter pertumbuhan yang diamati, yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), diameter batang (mm), intensitas hijau daun, panjang daun (cm), lebar daun (cm), umur berbunga (HST), dan umur panen (HST). Karakter komponen hasil yang diamati, yaitu tinggi tanaman saat panen (cm), jumlah daun hijau (helai), panjang malai (cm), diameter malai (mm), bobot basah dan kering malai (g), bobot basah dan kering brangkasian (g), bobot basah dan kering malai ubinan (g), bobot biji ubinan (g), bobot biji per malai (g), bobot 1000 butir (g), produktivitas biji (ton ha^{-1}), dan indeks panen.

Analisis Data

Data hasil penelitian diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel dan dilakukan analisis ragam (ANOVA) menggunakan SAS on Demand for Academics. Jika perlakuan yang diuji

menunjukkan pengaruh nyata, dilakukan uji DMRT (Duncan's multiple range test) pada taraf $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Kondisi iklim selama penelitian memiliki rata-rata suhu 26.8 °C, curah hujan 400.8 mm, kelembaban udara relatif 85.2%, dan lama penyinaran 5 jam (Tabel 1). Tanaman sorgum tumbuh optimal pada daerah dengan suhu rata-rata 23–30 °C, kelembaban relatif 20%–40%, dan curah hujan 375–425 mm per tahun (Rahmat, 2010). Curah hujan dan kelembaban udara relatif selama penelitian melebihi kondisi optimum untuk sorgum, sedangkan lama penyinaran belum mencukupi kondisi optimum untuk sorgum. Menurut Salisbury dan Ross (1995) sorgum termasuk tanaman C4 sehingga membutuhkan intensitas penyinaran matahari penuh.

Hasil analisis tanah pada Tabel 2 menunjukkan C-organik di lahan non-pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan C-organik di lahan pasca penanaman kacang tanah.

Tabel 1. Data iklim pada bulan Januari hingga Mei 2024 di Stasiun Klimatologi Kota Bogor, Jawa Barat

Bulan	Suhu (°C)	Curah hujan (mm)	RH (%)	Lama penyinaran (jam)
Januari*	26.2	271.0	85.3	3.9
Februari	26.6	232.8	85.9	4.7
Maret	26.4	723.2	86.4	4.3
April	27.4	618.3	84.7	5.6
Mei**	27.4	158.7	83.5	6.7

Keterangan: * = data iklim pada 13 Januari – 31 Januari 2024. ** = data iklim pada 1– 8 Mei 2024. RH = *relative humidity*.

Sumber: diolah dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (2024).

Tabel 2. Hasil analisis tanah pada lahan non-pasca penanaman kacang tanah dan lahan pasca penanaman kacang tanah

Parameter	Lahan non-pasca penanaman kacang tanah		Lahan pasca penanaman kacang tanah			
	Sebelum tanam sorgum		Setelah panen kacang		Sebelum tanam sorgum	
	Hasil	Kriteria*	Hasil	Kriteria*	Hasil	Kriteria*
pH H ₂ O	5.38	Masam	6.03	Agak masam	5.86	Agak masam
C-organik (%)	2.00	Sedang	1.59	Rendah	1.72	Rendah
N-total (%)	0.26	Sedang	0.25	Sedang	0.23	Sedang
P-dd (ppm P ₂ O ₅)	9.34 ^a	Sedang	111.77 ^b	Sangat tinggi	88.61 ^b	Sangat tinggi
K-dd (cmol K kg ⁻¹)	0.38	Sedang	0.64	Tinggi	0.62	Tinggi

Keterangan: a = P-dd berdasarkan metode Bray I. b = P-dd berdasarkan metode Olsen. * = Kriteria penilaian sifat kimia tanah berdasarkan Eviati *et al.* (2023).

Sumber: Laboratorium Pengujian Departemen Agronomi dan Hortikultura (2024).

Berdasarkan uji sampel tanah yang dilakukan, kandungan P-dd di lahan non-pasca penanaman kacang tanah termasuk kedalam kriteria sangat rendah, sedangkan lahan pasca penanaman kacang tanah termasuk kedalam kriteria sangat tinggi. Kemasaman tanah di lahan non-pasca penanaman kacang tanah juga lebih masam dibandingkan lahan pasca penanaman kacang tanah. Tanah yang bersifat masam dapat memengaruhi ketersediaan hara bagi tanaman. Menurut Ifansyah (2013) pH yang rendah menyebabkan P-tersedia di dalam tanah menjadi rendah sehingga perlu dilakukan pemberian asam humat. Kandungan pH dan unsur hara setelah panen kacang tanah di lahan pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum tanam sorgum. Terdapat selang waktu selama 2 minggu antara setelah panen kacang tanah dan sebelum tanam sorgum sehingga pH tanah dan kandungan unsur hara menjadi berkurang akibat tercuci oleh air hujan.

Secara umum tanaman sorgum tumbuh dengan baik pada fase vegetatif hingga generatif, namun tanaman sorgum mengalami rebah yang cukup parah saat 7 MST dan 13 MST. Hal ini disebabkan oleh curah hujan tinggi disertai angin kencang. Hama yang menyerang sorgum yaitu ulat grayak, belalang, kutu daun, ulat api, dan burung. Penyakit yang ditemukan pada sorgum adalah hawar daun dan busuk batang. Pengendalian hama dan penyakit tanaman sorgum dilakukan secara kimia.

Karakter Pertumbuhan

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis lahan berpengaruh nyata terhadap semua karakter pertumbuhan sorgum, kecuali diameter batang 5 MST. Pemupukan berpengaruh terhadap tinggi tanaman 7 MST dan 5 MST, jumlah daun 5 MST, dan diameter batang. Interaksi antara jenis lahan dan pemupukan berpengaruh terhadap diameter batang 5 MST dan 7 MST. Nilai KK pada karakter pertumbuhan sorgum yang diamati tergolong

rendah, yaitu 0.72–7.60%.

Tanaman sorgum di lahan non-pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah (Tabel 3). Hal tersebut diduga karena C-organik di lahan non-pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pasca penanaman kacang tanah. C-organik berperan dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Keberadaan karbon di dalam tanah dapat meningkatkan proses dekomposisi tanah, pelarutan P, dan fiksasi N (Utami & Handayani, 2003). Tanaman sorgum yang diberi pupuk lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman sorgum yang tidak diberi pupuk pada 5 MST dan 7 MST. Menurut Nurhadiyah dan Ningrum (2018) tanaman sorgum yang diberi pupuk NPK Mutiara dengan dosis 40 g per m² memberikan hasil tertinggi pada peubah tinggi tanaman.

Lahan non-pasca penanaman kacang tanah menghasilkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan lahan pasca penanaman kacang tanah pada 3 MST, namun pada 5 MST dan 7 MST lahan pasca penanaman kacang tanah menghasilkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah (Tabel 3). Hal ini disebabkan oleh menurunnya kandungan hara terutama unsur N di lahan non-pasca penanaman kacang tanah akibat tercuci oleh air hujan. Menurut Damanik *et al.* (2010) kekurangan nitrogen dapat menyebabkan tanaman menjadi kerdil atau bahkan pertumbuhannya berhenti. Perlakuan pupuk anorganik dan pupuk kandang menghasilkan jumlah daun terbanyak saat 5 MST. Menurut Sutedjo (2008) pemberian pupuk anorganik dapat menambah ketersediaan hara yang cepat bagi tanaman. Menurut Kurniasari *et al.* (2023) tanaman sorgum dengan perlakuan pupuk kandang memiliki jumlah daun lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk. Interaksi antara jenis lahan dan pemupukan berbeda nyata terhadap diameter batang sorgum.

Tabel 3. Pengaruh jenis lahan dan pemupukan terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun sorgum

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			Jumlah daun (helai)		
	3 MST	5 MST	7 MST	3 MST	5 MST	7 MST
Jenis lahan						
Non-pasca penanaman kacang tanah	55.06 ^a	125.73 ^a	230.25 ^a	5.73 ^a	7.19 ^b	8.83 ^b
Pasca penanaman kacang tanah	51.25 ^b	118.93 ^b	217.03 ^b	5.38 ^b	7.71 ^a	10.13 ^a
Pemupukan						
Tanpa pupuk	51.60	114.74 ^b	216.29 ^b	5.45	7.12 ^c	9.12
Pupuk anorganik	52.74	124.71 ^a	225.91 ^a	5.72	7.47 ^b	9.64
Pupuk anorganik + pupuk kandang	55.13	127.54 ^a	228.73 ^a	5.48	7.76 ^a	9.68

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$. MST = minggu setelah tanam.

Lahan pasca penanaman kacang tanah yang diberi perlakuan pupuk memberikan hasil terbaik pada diameter batang 5 MST dan 7 MST (Tabel 4 dan Tabel 5). Hal ini disebabkan oleh kandungan unsur P-dd dan K-dd di lahan pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah (Tabel 2). Piri (2012) menyebutkan bahwa peningkatan dosis pupuk P menjadi 200 kg ha⁻¹ menghasilkan diameter batang sorgum yang terbesar. Menurut Kurniasari *et al.* (2023) pertumbuhan diameter batang menjadi kurang optimal jika ketersediaan unsur K di dalam tanah rendah.

Lahan non-pasca penanaman kacang tanah menghasilkan diameter batang sorgum yang lebih besar dibandingkan dengan lahan pasca penanaman kacang tanah pada 3 MST. Perlakuan pupuk anorganik serta pupuk anorganik + pupuk kandang menghasilkan diameter batang yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan tanpa pupuk (Tabel 6). Menurut Rahmatsyah (2016) tinggi

tanaman, diameter batang, bobot kering brangkasan, dan bobot malai sorgum dengan hasil terbaik diperoleh dari tanaman yang diberi pupuk NPK dengan dosis 300 kg ha⁻¹.

Intensitas hijau daun berkaitan dengan kandungan klorofil daun. Lahan pasca penanaman kacang tanah menghasilkan intensitas hijau daun lebih tinggi dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah (Tabel 7). Ketersediaan unsur hara yang lebih tinggi di lahan pasca penanaman kacang tanah menyebabkan penyerapan hara terutama unsur N pada tanaman menjadi lebih optimal. Menurut Pramitasari *et al.* (2016) ketersediaan nitrogen yang cukup bagi tanaman membuat daun tanaman menjadi lebih hijau karena mengandung klorofil untuk proses fotosintesis. Perlakuan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap intensitas hijau daun. Intensitas hijau daun berbanding lurus dengan nilai SPAD meter.

Tabel 4. Interaksi antara jenis lahan dan pemupukan terhadap diameter batang (mm) sorgum pada 5 MST

Pemupukan	Jenis lahan		Rata-rata
	Non-pasca penanaman kacang tanah	Pasca penanaman kacang tanah	
Tanpa pupuk	18.36 ^{Ab}	17.63 ^{Ab}	18.00 ^b
Pupuk anorganik	19.89 ^{Bab}	22.62 ^{Aa}	21.25 ^a
Pupuk anorganik + pupuk kandang	21.35 ^{Aa}	22.06 ^{Aa}	21.70 ^a
Rata-rata	19.87	20.77	

Keterangan: Angka diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$.
Angka diikuti huruf kapital yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$.

Tabel 5. Interaksi antara jenis lahan dan pemupukan terhadap diameter batang (mm) sorgum pada 7 MST

Pemupukan	Jenis lahan		Rata-rata
	Non-pasca penanaman kacang tanah	Pasca penanaman kacang tanah	
Tanpa pupuk	24.67 ^{Ab}	25.67 ^{Ab}	25.17 ^b
Pupuk anorganik	25.44 ^{Bab}	29.98 ^{Aa}	27.71 ^a
Pupuk anorganik + pupuk kandang	26.70 ^{Aa}	29.20 ^{Aa}	27.95 ^a
Rata-rata	25.60 ^b	28.28 ^a	

Keterangan: Angka yang diikuti huruf kecil berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$.
Angka yang diikuti huruf kapital berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$.

Tabel 6. Pengaruh jenis lahan dan pemupukan terhadap diameter batang sorgum saat 3 MST

Perlakuan	Diameter batang (mm)
Jenis lahan	
Non-pasca penanaman kacang tanah	8.23 ^a
Pasca penanaman kacang tanah	7.34 ^b
Pemupukan	
Tanpa pupuk	7.12 ^b
Pupuk anorganik	7.96 ^a
Pupuk anorganik + pupuk kandang	8.26 ^a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$.

Tabel 7. Pengaruh jenis lahan dan pemupukan terhadap intensitas hijau daun, panjang daun, lebar daun, umur berbunga, dan umur panen tanaman sorgum

Perlakuan	IHD	PD (cm)	LD (cm)	UB (HST)	UP (HST)
Jenis lahan					
Non-pasca penanaman kacang tanah	51.18 ^b	77.53 ^b	8.50 ^b	81.25 ^b	111.91 ^b
Pasca penanaman kacang tanah	55.57 ^a	81.99 ^a	9.16 ^a	86.50 ^a	114.41 ^a
Pemupukan					
Tanpa pupuk	54.29	78.39	8.75	84.12	113.25
Pupuk anorganik	52.87	80.59	8.82	83.87	113.25
Pupuk anorganik + pupuk kandang	52.96	80.31	8.91	83.62	113.00

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$. IHD = intensitas hijau daun, PD = panjang daun, LD = lebar daun, UB = umur berbunga, UP = umur panen.

Menurut Doberman dan Fairhurst (2000) SPAD meter memiliki nilai kritis sebesar 35 yang menandakan tanaman kekurangan hara. Hasil pada Tabel 7 menunjukkan tanaman sorgum yang tidak diberi pupuk sudah memiliki intensitas hijau daun yang tinggi sehingga pemberian pupuk pada tanaman sorgum tidak meningkatkan intensitas hijau daun sorgum. Hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Abbasi *et al.* (2013) yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk N berpengaruh nyata terhadap klorofil daun.

Panjang dan lebar daun sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah (Tabel 7). Panjang dan lebar daun menggambarkan luas daun. Semakin panjang dan lebar daun suatu tanaman maka semakin luas pula daun tanaman tersebut. Tanaman dengan luas daun lebih tinggi akan memiliki aktivitas fotosintesis yang lebih tinggi sehingga dapat menghasilkan fotosintat yang lebih tinggi untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Taiz & Zeiger, 2010). Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap panjang dan lebar daun sorgum. Hal ini menunjukkan bahwa pemupukan tidak memengaruhi luas daun sorgum. Samanhudi *et al.* (2021) menyebutkan bahwa pemberian pupuk kandang tidak memberikan hasil yang berbeda pada luas daun sorgum.

Lahan non-pasca penanaman kacang tanah menghasilkan tanaman sorgum dengan umur berbunga dan umur panen yang lebih cepat dibandingkan dengan lahan pasca penanaman kacang tanah (Tabel 7). Semakin cepat tanaman berbunga maka semakin cepat pula tanaman dapat dipanen. Umur berbunga dan umur panen pada penelitian ini lebih lama dibandingkan dengan deskripsi sorgum varietas 'Bioguma 1'. Curah hujan yang tinggi dan lama penyinaran yang pendek (Tabel 1) menyebabkan pembungaan sorgum menjadi terhambat sehingga umur berbunga dan umur panen sorgum menjadi lebih lama. Sugianto *et al.* (2015) menyebutkan umur berbunga dipengaruhi oleh faktor lingkungan,

seperti suhu, cahaya, air, dan unsur hara. Perlakuan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap umur berbunga dan umur panen sorgum. Anggraini *et al.* (2021) dan Rahman *et al.* (2021) menyebutkan bahwa perlakuan dosis pupuk kandang sapi memberikan hasil yang tidak berbeda terhadap umur berbunga dan umur panen sorgum.

Komponen Hasil

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa jenis lahan berpengaruh terhadap bobot basah malai, panjang malai, diameter malai, bobot basah dan kering brangkasan, dan indeks panen sorgum. Faktor pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap semua karakter komponen hasil. Interaksi yang sangat nyata antara jenis lahan dan pemupukan terjadi pada peubah panjang malai sorgum. Karakter komponen hasil mempunyai nilai KK yang tergolong rendah hingga sedang, yaitu 1.59%–17.69%.

Interaksi antara lahan pasca penanaman kacang tanah dan tanpa pupuk memberikan hasil yang tertinggi pada peubah panjang malai dengan rata-rata 21.04 cm (Tabel 8). Rata-rata panjang malai sorgum berkisar 19.29–21.04 cm sehingga termasuk dalam kategori pendek hingga sedang (International Union for the Protection of New Varieties of Plants, 2015). Tanaman sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah memiliki malai yang lebih panjang karena ketersediaan unsur hara di lahan pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah (Tabel 2). Hasil penelitian Mariani dan Wahditiya (2020) menunjukkan bahwa pertumbuhan dan produksi padi yang dirotasi tanam dengan kacang hijau lebih tinggi dibandingkan dengan padi yang tidak dirotasi tanam. Lahan pasca penanaman kacang hijau mengandung 3.22% C-organik, 0.11% unsur N, dan 43 ppm unsur K. Kandungan unsur hara tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pasca penanaman padi yaitu 3.05% C-organik, 0.10% unsur N, dan 27 ppm unsur K.

Tabel 8. Interaksi antara jenis lahan dan pemupukan terhadap panjang malai (cm) sorgum

Pemupukan	Jenis lahan		Rata-rata
	Non-pasca penanaman kacang tanah	Pasca penanaman kacang tanah	
Tanpa pupuk	19.29 ^{Bb}	21.04 ^{Aa}	20.16
Pupuk anorganik	20.13 ^{Aa}	20.59 ^{Aab}	20.36
Pupuk anorganik + pupuk kandang	19.86 ^{Aab}	20.43 ^{Ab}	20.14
Rata-rata	19.76 ^b	20.68 ^a	

Keterangan: Angka diikuti huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$.
Angka diikuti huruf kapital yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$.

Tabel 9 menunjukkan bahwa perlakuan jenis lahan dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman sorgum saat panen. Rata-rata tinggi tanaman sorgum berkisar 315.45–320.22 cm sehingga termasuk dalam kategori sangat tinggi (International Union for the Protection of New Varieties of Plants, 2015). Tanaman yang terlalu tinggi tidak diperlukan dalam peningkatan hasil sorgum karena tinggi tanaman tidak berkorelasi dengan hasil sorgum (Rahmi, 2018). Jenis lahan dan pemupukan juga tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun hijau sorgum. Jumlah daun hijau pada akhir fase generatif menggambarkan kemampuan tanaman sorgum dalam mempertahankan kehijauannya (*stay green*). Menurut Mandasari (2020) tanaman sorgum dengan jumlah daun hijau yang banyak mempunyai durasi fosintesis lebih lama sehingga mendukung pembentukan biomassa.

Diameter malai sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah (Tabel 9). Hal ini disebabkan oleh tingginya ketersediaan unsur hara di lahan pasca penanaman kacang tanah akibat adanya pengaruh rotasi tanaman dengan kacang-kacangan. Padmini (2010) menyebutkan bahwa lahan pasca penanaman kacang tanah dan kedelai memiliki kandungan N-total dan P-tersedia lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pasca penanaman padi sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap diameter malai sorgum. Hasil penelitian yang sama disampaikan oleh Pelipus *et al.* (2024) bahwa perlakuan pupuk kandang sapi dan pupuk kandang ayam tidak memberikan pengaruh nyata terhadap lebar malai sorgum.

Lahan pasca penanaman kacang tanah menghasilkan bobot basah malai sorgum lebih tinggi dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah (Tabel 9). Perlakuan jenis lahan tidak berpengaruh nyata terhadap bobot kering malai dan bobot biji per malai. Hal ini menunjukkan bahwa rotasi tanaman antara kacang tanah dan sorgum belum mampu meningkatkan

komponen hasil sorgum, terutama bobot malai dan bobot biji per tanaman. Hasil yang berbeda disampaikan oleh Oikeh *et al.* (1998) pada rotasi tanaman antara kedelai dan jagung yang menunjukkan bahwa jagung yang dirotasi tanam dengan kedelai menghasilkan biji 20–24% lebih tinggi dibandingkan dengan jagung yang tidak dirotasi tanam. Perlakuan pemupukan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot basah malai, bobot kering malai, dan bobot biji per malai. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan pemupukan hanya mampu memberikan pengaruh pada karakter pertumbuhan sorgum, tidak sampai pada karakter komponen hasil sorgum. Hasil penelitian yang sama disampaikan oleh Kurniasari *et al.* (2023) bahwa perlakuan pupuk kandang dan pupuk tambahan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap bobot malai dan bobot biji per tanaman.

Perlakuan jenis lahan dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 butir sorgum dengan rata-rata berkisar 34.34–36.13 g (Tabel 9). Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan bobot 1000 butir pada deskripsi sorgum varietas ‘Bioguma 1’ yaitu ± 32.7 g. Persamaan bobot 1000 butir sorgum antar perlakuan diduga karena pada penelitian ini hanya menggunakan satu varietas sehingga biji sorgum yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki bentuk dan ukuran yang sama. Marlina *et al.* (2015) menyampaikan bahwa bentuk fisik dan ukuran biji memengaruhi bobot biji tanaman. Ukuran biji biasanya dipengaruhi oleh faktor genetik.

Hasil pada Tabel 10 menunjukkan bahwa bobot basah dan bobot kering brangkas sorgum di lahan pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan rotasi tanaman antara kacang tanah dan sorgum dapat meningkatkan biomassa tanaman sorgum. Danga *et al.* (2009) melaporkan bahwa tanaman legum memiliki bintil akar yang bersimbiosis dengan rhizobium untuk memfiksasi nitrogen sehingga dapat menambah kadar N di dalam tanah.

Tabel 9. Pengaruh jenis lahan dan pemupukan terhadap tinggi tanaman panen, jumlah daun hijau, panjang malai, diameter malai, bobot basah malai, bobot kering malai, bobot biji per malai, dan bobot 1000 butir sorgum

Perlakuan	TTP (cm)	JDH (helai)	DM (mm)	BBM (g)	BKM (g)	BBPM (g)	B1000B (g)
Jenis lahan							
Non-pasca penanaman kacang tanah	315.45	8.47	48.76 ^b	110.34 ^b	86.18	70.35	34.34
Pasca penanaman kacang tanah	321.35	8.43	62.88 ^a	123.98 ^a	93.02	71.42	36.13
Pemupukan							
Tanpa pupuk	318.65	8.25	55.19	115.73	86.44	69.06	35.56
Pupuk anorganik	320.22	8.73	56.74	115.24	87.08	68.72	35.81
Pupuk anorganik + pupuk kandang	316.33	8.37	55.53	120.51	95.29	74.87	34.34

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$. TTP = tinggi tanaman panen, JDH = jumlah daun hijau, DM = diameter malai, BBM = bobot basah malai, BKM = bobot kering malai, BBPM = bobot biji per malai, B1000B = bobot 1000 butir.

Tabel 10. Pengaruh jenis lahan dan pemupukan terhadap bobot basah brangkas, bobot kering brangkas, bobot basah malai ubinan, bobot kering malai ubinan, bobot biji ubinan, produktivitas biji, dan indeks panen sorgum

Perlakuan	BBB (g)	BKB (g)	BBMU (g)	BKMU (g)	BBU (g)	PB (ton ha ⁻¹)	IP
Jenis lahan							
Non-pasca penanaman kacang tanah	814.79 ^b	191.45 ^b	1058.94	829.78	667.50	4.76	0.25 ^a
Pasca penanaman kacang tanah	972.92 ^a	243.62 ^a	1187.67	941.37	730.01	5.21	0.21 ^b
Pemupukan							
Tanpa pupuk	857.90	198.20	1131.83	894.80	702.29	5.01	0.24
Pupuk anorganik	954.25	240.29	1115.55	866.76	694.63	4.96	0.21
Pupuk anorganik + pupuk kandang	869.42	214.13	1122.54	895.16	699.34	4.99	0.24

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada uji DMRT taraf $\alpha = 5\%$. BBB = bobot basah brangkas, BKB = bobot kering brangkas, BBMU = bobot basah malai ubinan, BKMU = bobot kering malai ubinan, BBU = bobot biji ubinan, PB = produktivitas biji, IP = indeks panen.

Bobot basah brangkas menggambarkan tingkat penyerapan air dan hara oleh akar tanaman (Suminar *et al.*, 2017), sedangkan bobot kering brangkas menggambarkan proses fotosintesis yang berlangsung (Rahayu *et al.*, 2012). Semakin tinggi pertumbuhan vegetatif maka semakin besar bobot brangkas tanaman (Kurniasari *et al.*, 2023). Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah dan bobot kering brangkas sorgum. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Anggaraini *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa peningkatan dosis pupuk kandang sapi tidak meningkatkan berat kering brangkas sorgum.

Perlakuan jenis lahan dan pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap bobot basah malai ubinan, bobot kering malai ubinan, bobot biji ubinan, dan produktivitas biji (Tabel 10). Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh penggunaan lahan pasca penanaman kacang tanah dan pemupukan hanya terjadi pada karakter pertumbuhan, tidak

sampai pada komponen hasil. Hasil yang tidak berpengaruh nyata dapat disebabkan oleh menurunnya ketersediaan hara di dalam tanah akibat diserap oleh tanaman dan tercuci oleh air hujan sehingga tidak mampu meningkatkan produksi sorgum. Syafruddin (2015) menyebutkan pengaplikasian pupuk pada tanaman secara sekaligus menyebabkan kandungan unsur hara menjadi berkurang akibat diserap tanaman, penguapan, dan pencucian oleh air hujan. Meskipun hasilnya tidak berbeda nyata, penggunaan lahan pasca penanaman kacang tanah menunjukkan peningkatan hasil dibandingkan dengan lahan non-pasca penanaman kacang tanah sebesar 12.15% pada bobot basah malai ubinan; 13.44% pada bobot kering malai ubinan; 9.36% pada bobot biji ubinan, dan 9.45% pada produktivitas biji. Peningkatan hasil tersebut diduga lebih disebabkan oleh tingginya ketersediaan unsur P dan K di lahan pasca

penanaman kacang tanah. Menurut Buckman dan Brady (1982) fosfor berperan dalam pembelahan sel, pembentukan lemak, pembungaan dan pembuahan, perkembangan akar, dan mutu tanaman, sedangkan kalium berperan dalam pembentukan pati, perkembangan klorofil, ketahanan terhadap penyakit, serta peningkatan sistem perakaran dan batang. Oikeh *et al.* (1998) menyebutkan bahwa jagung yang dirotasi tanam dengan kedelai menghasilkan biji 20%–24% lebih tinggi dibandingkan dengan jagung yang tidak dirotasi tanam.

Indeks panen sorgum di lahan non-pasca penanaman kacang tanah lebih tinggi dibandingkan dengan lahan pasca penanaman kacang tanah. Pemupukan tidak berpengaruh nyata terhadap indeks panen sorgum (Tabel 10). Hal ini menunjukkan bahwa penambahan vegetatif tanaman sorgum akibat pemberian pupuk belum mampu meningkatkan produksi biji sorgum. Kurniasari *et al.* (2023) menyebutkan bahwa perlakuan pupuk kandang dan pupuk tambahan tidak berpengaruh nyata terhadap indeks panen sorgum dengan rata-rata berkisar 46.5–48.3%. Sitompul dan Guritno (1995) menyampaikan bahwa indeks panen menggambarkan banyaknya fotosintat yang dialokasikan ke biji dari total fotosintat yang dihasilkan oleh tanaman. Indeks panen yang tinggi menunjukkan fotosintat yang dialokasikan ke biji juga tinggi. Penggunaan lahan pasca penanaman kacang tanah menghasilkan pertumbuhan tanaman sorgum yang lebih baik, namun belum dapat memberikan hasil yang lebih baik pada hasil dan komponen hasil sorgum. Dari Tabel 10 tampak, walaupun hasilnya tidak nyata, tapi rata-rata nilai bobot malai basah dan kering, bobot biji dan produktivitas yang dihasilkan tanaman sorgum yang ditanam pada lahan pasca penanaman kacang tanah nilainya lebih tinggi daripada tanaman sorgum yang ditanam pada lahan non-pasca penanaman kacang tanah. Kecenderungan peningkatan hasil ini diduga karena lahan pasca penanaman kacang tanah tingkat kesuburannya lebih baik daripada lahan non-pasca penanaman kacang tanah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penggunaan lahan pasca penanaman kacang tanah memberikan hasil yang lebih baik pada pertumbuhan sorgum, namun belum mampu meningkatkan hasil sorgum. Pupuk anorganik maupun pupuk anorganik + pupuk kandang sapi meningkatkan pertumbuhan sorgum, namun tidak meningkatkan hasil sorgum.

Saran

Penambahan taraf pada faktor pemupukan dapat dilakukan pada penelitian selanjutnya sehingga dapat melihat adanya pengaruh pemupukan terhadap komponen produksi sorgum varietas ‘Bioguma 1’. Budi daya sorgum varietas ‘Bioguma 1’ sebaiknya dilakukan pada akhir musim penghujan agar kondisi iklim lebih sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan produksi sorgum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbasi, M. K., Tahir, M. M., & Rahim, N. (2013). Effect of N fertilizer source and timing on yield and N use efficiency of rainfed maize (*Zea mays* L.) in Kashmir-Pakistan. *Geoderma*, 195–196, 87–93. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2012.11.013>
- Anggraini, S. S., Zubaidi, A., & Anugrahwati, D. R. (2021). Pengaruh jarak tanam dan sosis pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *Agroteksos*, 31(2), 120–130. <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v31i2.688>
- Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika. (2024). *Data iklim stasiun klimatologi Kota Bogor, Jawa Barat*. https://dataonline.bmkg.go.id/data_iklim.
- Buckman, H. O., & Brady, N. C. (1982). *Ilmu tanah*. Bharata Karya Aksara.
- Damanik, M. M. B., Hasibuan, B. E., Fauzi, Sarifuddin, & Hanum, H. (2010). *Kesuburan tanah dan pemupukan*. USU Press.
- Danga, B. O., Ouma, J. P., Wakindiki, I. I. C., & Bar-Tal, A. (2009). Legume-wheat rotation effects on residual soil moisture, nitrogen and wheat yield in tropical regions. *Advances in Agronomy*, 101, 315–349. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)00805-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)00805-5)
- Dobermann, A., & Fairhurst, T. (2000). *Rice nutrient disorders and nutrient management*. Potash and Phosphate Institute of Canada and International Rice Research Institute.
- Eviati, Sulaeman, Herawaty, L., Anggraria, L., Usman, Tantika, H. E., Prihatini, R., & Wuningrum, P. (2023). *Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Food and Agriculture Organization. (2017). *Crops and livestock products*. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

- Ifansyah, H. (2013). Soil pH and solubility of aluminum, iron, and phosphorus in ultisols: The roles of humic acid. *Jurnal Tanah Tropika (Journal of Tropical Soils)*, 18(3), 203–208.
<https://doi.org/10.5400/jts.2013.v18i3.203-208>
- International Union for the Protection of New Varieties of Plants. (2015). *Sorghum: Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability*. UPOV.
- Kurniasari, R., Suwanto, & Sulistyono, E. (2023). Pertumbuhan dan produksi sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) varietas 'Numbu' dengan pemupukan organik yang berbeda. *Buletin Agrohorti*, 11(1), 69–78.
<https://doi.org/10.29244/agrob.v11i1.46616>
- Ma, B. L., Ying, J., Dwyer, L. M., Gregorich, E. G., & Morrison, M. J. (2003). Crop rotation and soil N amendment effects on maize production in Eastern Canada. *Canadian Journal of Soil Science*, 83, 483–495.
<https://doi.org/10.4141/S02-071>
- Mandasari, P. A. (2020). *Adaptasi fisiologi dan tanggap morfologi akar galur inbrida sorgum (Sorghum bicolor (L.) Moench) toleran kondisi P rendah* [Tesis, Institut Pertanian Bogor]. IPB University Scientific Repository.
- Mariani, & Wahditiya, A. A. (2020). Pengaruh pola tanam terhadap tingkat kesuburan tanah dan produktivitas tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Agrotan*, 5(2), 1–4.
- Marlina, Zuhry, E., & Nurbaiti. (2015). Aplikasi tiga dosis pupuk fosfor pada empat varietas sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dalam meningkatkan komponen hasil dan mutu fisiologis benih. *JOM Faperta*, 2(2), 1–14.
- Nurhadiah, & Ningrum, N. P. (2018). Pengaruh pemberian pupuk NPK mutiara terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *PIPER*, 14(27), 334–342.
<https://doi.org/10.51826/piper.v14i27.198>
- Oikeh, S. O., Chude, V. O., Carsky, R. J., Webers, G. K., & Horst, W. J. (1998). Legume rotation in the moist tropical savanna: Managing soil nitrogen dynamics and cereal yields in farmer's fields. *Experimental Agriculture*, 34(1), 73–83.
<https://doi.org/10.1017/S0014479798001021>
- Padmini, O. S. (2010). *Peran legum dan pupuk organik dalam rotasi tanaman berbasis padi di vertisol Kecamatan Ngrampal Kabupaten Sragen* [Disertasi, Universitas Gadjah Mada]. ETD-Universitas Gadjah Mada.
- Pelipus, Rohmiyati, S. M., Wirianata, H., Sutardi, Pustika, A. B., Kristantini, Widyayanti, S., Muazam, A., & Widodo, S. (2024). Pengaruh bahan organik terhadap produktivitas beberapa varietas tanaman sorgum pada tanah ultisol. *Agroforetech*, 2(1), 234–239.
- Piri, I. (2012). Effect of phosphorus fertilizer and micronutrients foliar application on sorghum yield. *Annals of Biological Research*, 3(8), 3998–4001.
- Pramitasari, H. E., Wardiyati, T., & Nawawi, M. (2016). Pengaruh dosis pupuk nitrogen dan tingkat kepadatan tanaman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleraceae* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(1), 49–56.
<https://doi.org/10.21176/protan.v4i1.259>
- Rahayu, M., Samanhudi, & Wartoyo. (2012). Uji adaptasi beberapa varietas sorgum manis di lahan kering wilayah Jawa Tengah dan Jawa Timur. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 27(1), 53–62.
- Rahman, V. A., Hermawati, T., & Buhaira. (2021). Respons pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum terhadap pupuk kandang sapi. *Agroecotenia*, 4(1), 49–54.
- Rahmat, M. (2010). *Tanaman penghasil bahan bakar*. ALPRIN.
- Rahmatsyah, P. (2016). Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) [Tesis, Universitas Andalas]. Repository Unand.
- Rahmi, H. N. (2018). Keragaan galur-galur F5 sorgum hasil seleksi segregan transgresif [Skripsi, Institut Pertanian Bogor]. IPB University Scientific Repository.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi tumbuhan* (Jilid 1). Institut Teknologi Bandung.
- Samanhudi, Harsono, P., Handayanta, E., Hartanto, R., Yunus, A., Rahayu, M., & Anggara, W. S. (2021). Pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum manis (*Sorghum bicolor* L.) dengan aplikasi pupuk kandang di lahan kering. *Jurnal Agrotek Indonesia*, 6(1), 33–43.
<https://doi.org/10.33661/jai.v6i1.4411>
- Sitompul, S. M., & Guritno, B. (1995). *Analisis pertumbuhan tanaman*. UGM Press.
- Sugianto, Nurbaiti, & Deviona. (2015). Variabilitas genetik dan heritabilitas karakter agronomis beberapa genotipe sorgum manis (*Sorghum bicolor* L. Moench) koleksi Batan. *JOM Faperta*, 2(1), 1–13.

- Suminar, R., Suwanto, & Purnamawati, H. (2017). Penentuan dosis optimum pemupukan N, P, dan K pada sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 6–12.
- Sutedjo, M. M. (2008). *Pupuk dan cara pemupukan*. Rineka Cipta.
- Syafuruddin. (2015). Manajemen pemupukan nitrogen pada tanaman jagung. *Jurnal Litbang Pertanian*, 34(3), 105–116. <https://doi.org/10.21082/jp3.v34n3.2015.p105-116>
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant physiology* (5th ed.). Sinauer Associates.
- Utami, S. N. H., & Handayani, S. (2003). Sifat kimia entisol pada sistem pertanian organik. *Jurnal Ilmu Pertanian*, 10(2), 63–69. <https://doi.org/10.22146/ipas.59030>