

Dosis dan Cara Penempatan Pupuk pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Varietas Numbu

Fertilizer Dosage and Placement Method on Growth and Production of Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Variety Numbu

Herliana Husnul Khotimah¹, Suwanto^{2*}

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: warto_skm@apps.ipb.ac.id

Disetujui: 25 Oktober 2023 / *Published Online* Januari 2024

ABSTRACT

Sorghum is a cereal crop that has the potential to become an alternative food. Sorghum productivity is still relatively low. This research aims to determine fertilizer doses and placement that can increase the growth and production of sorghum plants. This research was conducted from February until July 2019 at the Cikabayan Experimental Station, Testing Laboratory, and Post-Harvest Laboratory, Department of Agronomy and Horticulture, IPB University. The design used was a factorial randomized complete group design (RKL). The main factor is the fertilizer dose consisting of 25%, 50%, and 100% of the reference dose (261 kg Urea, 100 kg SP-36, and 150 kg KCl ha⁻¹). The second factor was the method of fertilizer placement (placement of fertilizer along rows between rows of plants and placement of fertilizer along the rows outside each row of plants). Applying the fertilizer dose of 25% of the reference dose increased the plant height of sorghum at 8 and 10 WAP. Placement of fertilizer along the rows outside each row of plants can increase the growth of the number of leaves of sorghum plants at 2 WAP. Fertilizer can be applied in each row of plants or in one row between two rows of plants. Inorganic fertilizer dosage for Numbu variety sorghum on Latosol Darmaga soil; with moderate total N content (0.21%), very high total P (147.06 mg P₂O₅ 100g⁻¹) and low total K (19.05 mg K₂O 100g⁻¹) which given 10 ton ha⁻¹ of manure and dolomite 2 ton ha⁻¹, can be applied at a lower dose until 25% than the reference.

Keywords: dosage of fertilizers, growth, placement of fertilizer

ABSTRAK

Sorgum merupakan tanaman serealia yang berpotensi menjadi pangan alternatif. Produktivitas sorgum masih tergolong rendah. Penelitian ini bertujuan menentukan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum. Penelitian ini dilakukan selama enam bulan, yaitu Februari-Juli 2019 di Kebun Percobaan Cikabayan, Laboratorium Pengujian, dan Laboratorium Pasca Panen Departemen Agronomi dan Hortikultura IPB. Rancangan yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) faktorial. Faktor utama yaitu dosis pupuk terdiri atas 25%, 50%, dan 100% dari dosis acuan yang digunakan (261 kg Urea, 100 kg SP-36, dan 150 kg KCl ha⁻¹) dan faktor kedua yaitu cara penempatan pupuk (penempatan pupuk sepanjang larikan di antara barisan tanaman dan penempatan pupuk sepanjang larikan di luar masing-masing barisan tanaman). Pemberian dosis pupuk 25% dari dosis acuan yang digunakan dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sorgum pada 8 dan 10 MST. Pemberian pupuk sepanjang larikan di luar masing-masing barisan tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan jumlah daun tanaman sorgum pada 2 MST. Pupuk dapat diberikan di setiap baris tanaman atau dalam satu baris antara dua baris tanaman. Dosis pupuk anorganik untuk sorgum varietas Numbu di tanah Latosol Darmaga; dengan kandungan N-total sedang (0.21%), P total sangat tinggi (147.06 mg P₂O₅ 100g⁻¹) dan K-total rendah (19.05 mg K₂O 100g⁻¹) yang diberi pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ dan dolomit 2 ton ha⁻¹, dapat diberikan dengan dosis lebih rendah sampai 25% dari acuan.

Kata kunci: dosis pupuk, penempatan pupuk, pertumbuhan

PENDAHULUAN

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) merupakan tanaman sereal yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku berbagai jenis makanan, bahan baku industri, bahan pakan ternak, dan komoditi ekspor. Indonesia cukup berpotensi untuk mengembangkan sorgum yang memiliki daya adaptasi terhadap lingkungan cukup luas. Namun pemahaman yang kurang tentang manfaat sorgum dan kurang perkembangan teknologi dalam budidaya sorgum membuat Indonesia belum memanfaatkan potensi tersebut sepenuhnya (Sirappa, 2003). Tanaman sorgum memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dari tanaman jagung dan beras. Selain itu juga kandungan kalsium dalam 100 g biji sorgum sebesar 28 mg, lebih tinggi daripada kandungan kalsium pada 100 g biji jagung yang hanya 9 mg. Hal tersebut dapat menjadi pertimbangan dalam menjadikan tanaman sorgum untuk diversifikasi pangan (Subagio dan Aqil, 2014). Tanaman sorgum memiliki kandungan etanol yang dapat dimanfaatkan dalam industri pembuatan bioetanol sebagai pengganti bahan bakar minyak (BBM). Etanol dari tanaman sorgum manis didapat dari nira batang, bagas, dan bioetanol dari biji potensial.

Sorgum memiliki potensi menjadi pangan alternatif dan mungkin dapat menjadi pengganti beras sebagai pangan pokok di Indonesia. Hal itu disebabkan sorgum memiliki potensi hasil melimpah dan ketahanan terhadap cuaca ekstrem, seperti kekeringan dan panas yang sering berubah seiring dengan pemanasan global sehingga dapat menjadi pangan masa depan. Selain itu juga sorgum dapat lebih kuat bersaing terhadap gulma dibandingkan dengan jagung atau tanaman sereal lain (Zubair, 2016).

Produksi dan produktivitas sorgum di dunia memiliki hasil yang cukup beragam dengan luas tanam berbeda di setiap negara. Hasil produksi sorgum di dunia memiliki total sebesar 57,601,588 ton. Produktivitas sorgum di dunia adalah 1.42 ton ha⁻¹, sedangkan produktivitas sorgum di Asia Tenggara adalah 1.11 ton ha⁻¹ (FAO 2018). Sorgum belum mendapat prioritas untuk dikembangkan di Indonesia. Hal itu ditunjukkan dengan data mengenai pengembangan produksi sorgum nasional belum tercantum pada statistik pertanian.

Rata-rata produktivitas dan luas tanam sorgum di Indonesia bervariasi disebabkan teknik budi daya dan agroekologi yang berbeda. Perbedaan penggunaan varietas dan dosis serta jenis pupuk juga menambah keberagaman tersebut. Perkembangan teknologi dalam budi daya dan pengolahan sorgum perlu didukung dengan

pertumbuhan yang baik dan produksi optimal, sehingga Indonesia dapat memenuhi kebutuhan sorgum baik di dalam maupun di luar negeri. Produksi sorgum dapat ditingkatkan dengan melakukan diversifikasi yang didukung oleh pemuliaan tanaman, intensifikasi, dan ekstensifikasi. Intensifikasi tanaman sorgum dapat dilakukan dengan pengaturan dosis dan penempatan pupuk di lahan, sehingga diharapkan dapat membantu dalam menghadapi krisis pangan dan energi di masa depan. Penelitian ini bertujuan menentukan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk yang dapat meningkatkan pertumbuhan serta produksi sorgum.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikabayan, Institut Pertanian Bogor dan Laboratorium Pasca Panen, Departemen Agronomi dan Hortikultura pada bulan Februari hingga Juli 2019. Analisis tanah dan pupuk kandang dilakukan di Laboratorium Pengujian, Departemen Agronomi dan Hortikultura.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih sorgum varietas Numbu, pupuk Urea 261 kg ha⁻¹, pupuk SP-36 100 kg ha⁻¹, pupuk KCl 150 kg ha⁻¹, pupuk kandang, insektisida butiran dengan bahan aktif karbofuran, insektisida (deltametrin, karbosulfan, lamda sihalorin, dan fipronil), fungisida (propineb dan heksakonazol), kapur dolomit, dan herbisida sistemik berbahan aktif isopropilamina glifosat. Alat yang digunakan adalah peralatan budi daya tanaman, meteran, penggaris, jangka sorong, alat tulis, kamera, timbangan digital, sungkup plastik, plastik kresek, *trashbag*, *moisture tester*, label, dan ajir.

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan kelompok lengkap teracak (RKLK) faktorial. Faktor dari penelitian ini adalah dosis pemupukan dan cara penempatan pupuk. Faktor dosis pupuk (D) terdiri dari tiga taraf, yaitu dosis pupuk 25% (D1), 50% (D2), dan 100% (D3) dari dosis acuan yang digunakan berdasarkan Suminar *et al.* (2017), yaitu 120 kg N ha⁻¹, 36 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 90 kg K₂O ha⁻¹. Terdapat 2 taraf untuk faktor cara penempatan pupuk, yaitu penempatan pupuk sepanjang larikan di antara baris tanaman (T1) dan penempatan pupuk sepanjang larikan di luar masing-masing barisan tanaman (T2). Penelitian ini memiliki 6 kombinasi percobaan yang diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 18 satuan percobaan. Terdapat 10 tanaman contoh yang diamati untuk setiap satuan percobaan.

Analisis tanah dan analisis pupuk kandang dilakukan sebelum pengolahan tanah. Persiapan lahan dan pengolahan tanah dilakukan 2 minggu

sebelum tanam. Tanah yang telah dibersihkan dari gulma dibuat petakan dengan ukuran 6 m x 4 m, lalu diberi dolomit dengan dosis 2 ton ha⁻¹ dan diberi pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ pada larikan di setiap baris tanaman sesuai perlakuan masing-masing. Penanaman dilakukan dengan cara ditugal dan memasukkan 5 benih per lubang. Sebelum ditanam, benih dicampur insektisida berbahan aktif karbosulfan 25.53% dengan dosis 20 g kg⁻¹. Setelah benih ditanam, lubang tanam diberi insektisida berbahan aktif karbofuran dan ditutup arang sekam agar benih tidak dimakan serangga serta disemprot insektisida deltametrin dosis 0,5 L ha⁻¹ dengan volume semprot 250 liter ha⁻¹. Jarak tanam yang digunakan adalah 100 cm x 40 cm x 25 cm. Penyulaman benih dilakukan pada 1 minggu setelah tanam (MST), penjarangan tanaman dilakukan pada 2 dan 3 MST, dan pembumbunan dilakukan saat 4MST. Pemupukan ½ dosis Urea, SP-36, dan KCl dilakukan pada waktu tanam, lalu ½ dosis pupuk Urea diaplikasikan pada 4 MST. Pengendalian gulma dilakukan sesering mungkin saat terlihat mengganggu tanaman menggunakan kored. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan saat fase vegetatif dan generatif, yaitu 4, 6, dan 9 MST. Penyungkupan malai dilakukan saat malai sudah muncul. Pemanenan dilakukan ketika telah muncul *black layer* pada bagian bawah biji, daun telah menguning, biji sudah mengeras, dan malai telah sempurna.

Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun dilakukan saat 2 MST sampai 10 MST. Pengamatan diameter batang dilakukan saat 4 MST hingga 10 MST. Indeks luas daun diukur saat tanaman menjelang berbunga pada 8 MST. Parameter lain yang diamati yaitu umur berbunga, waktu panen, bobot basah dan kering malai per tanaman dan per ubinan, bobot kering biji per tanaman dan per ubinan, bobot basah dan kering brangkasan per tanaman dan per ubinan, bobot 1000 butir biji kering, indeks panen, dan produktivitas biji. Analisis data dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SAS 9.0. Uji lanjut

Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf $\alpha = 5\%$ dilakukan jika terdapat pengaruh nyata pada perlakuan yang diuji (Gomez dan Gomez, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi umum

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikabayan, Institut Pertanian Bogor. Menurut BMKG (2019), curah hujan pada bulan Februari sebesar 304 mm per bulan, pada bulan Maret sebesar 256 mm per bulan, bulan April sebesar 631 mm per bulan, bulan Mei sebesar 358 mm per bulan, dan bulan Juni sebesar 145 mm per bulan. Rata-rata curah hujan sebesar 339 mm per bulan. Data iklim disajikan dalam Tabel 1. Menurut Ritung *et al.* (2011), curah hujan pada lahan cukup sesuai untuk pertumbuhan sorgum, yaitu sekitar 300-400 mm per bulan. Selain itu, suhu pada lahan memiliki Rata-rata sebesar 27.13 °C dan itu cukup sesuai untuk tanaman sorgum, yaitu sekitar 27-30 °C. Lama penyinaran Rata-rata yang didapatkan oleh tanaman sorgum sebesar 66%.

Penanaman benih yang dilakukan mengalami serangan hama semut dan daya tumbuh tanaman sorgum sebesar 51%, sehingga dilakukan penanaman ulang. Pengendalian hama semut dilakukan dengan menggunakan sekam bakar dan insektisida perlakuan benih saat penanaman ulang. Setelah dilakukan penanaman ulang daya tumbuh tanaman sorgum yang dihasilkan sebesar 95.51%. Pada fase vegetatif tanaman sorgum mengalami serangan hama belalang *Valanga nigricornis* yang merusak daun tanaman sorgum dengan cara memakan daun. Selain itu terdapat hama kutu *Melanaphis sacchari* dan *Rhopalosiphum maidis*, namun juga terdapat keberadaan *Coccinellidae* sp sebagai musuh alami. Penyakit yang ditemukan berupa antraknosa yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum graminicola* dan penyakit bercak ter oleh *Phyllachora* sp. Pengendalian hama dan penyakit yang dilakukan dengan menggunakan insektisida dan fungisida sesuai dengan anjuran.

Tabel 1. Data iklim pada bulan Februari hingga bulan Juni 2019

Bulan	CH (mm)	RH min (%)	RH maks (%)	T min (°C)	T maks (°C)	LP (%)	Hari hujan (hari)
Februari	304	63	96	22.3	30.9	41	24
Maret	256	63	96	22.9	31.6	54	24
April	631	62	96	22.6	31.6	66	22
Mei	358	57	94	23.3	32.9	81	21
Juni	145	55	93	21.5	31.7	88	12
Rata-rata	338.8	60	95	22.52	31.74	66	20.6

Keterangan: CH = curah hujan, RH = kelembaban udara relatif, T = suhu, LP = lama penyinaran

Fase generatif tanaman mengalami serangan burung dan *Nezara viridula*. Hama tersebut menyebabkan malai kosong atau kurang terisi. Pengendalian yang dilakukan berupa pemasangan sungkup plastik.

Beberapa jenis gulma tumbuh dan mengganggu tanaman sorgum. Gulma yang ditemukan yaitu *Eleusine indica*, *Cyperus kylingia*, *Rottboellia exaltata*, *Borreria alata* L., *Cleome rutidosperma* DC., dan *Setaria plicata*. Pembasmian gulma dilakukan secara manual. Tanaman sorgum pada 3 MST mengalami rebah yang disebabkan oleh hujan lebat dan angin kencang. Tanaman sorgum mengalami rebah kembali saat masa generatif. Pemasangan benteng dari bambu dilakukan untuk menahan tanaman sorgum agar tidak rebah kembali. Tanaman sorgum mudah rebah disebabkan oleh keragaman tanaman yang terlalu tinggi, cuaca yang buruk, dan diameter batang tanaman yang kecil.

Analisis Tanah dan Analisis pupuk kandang

Analisis tanah dilakukan di Laboratorium Pengujian, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian. Analisis tanah dilakukan untuk mengetahui unsur hara yang terkandung dalam tanah. Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah sesuai untuk tanaman sorgum. Tanah memiliki pH H₂O sebesar 5.95 yang tergolong agak masam berdasarkan kriteria kandungan tanah dan sangat sesuai berdasarkan nilai kesesuaian. Kandungan C-organik tanah tergolong rendah berdasarkan kriteria kandungan tanah yaitu 1,65% dan tergolong sangat sesuai untuk tanaman sorgum. Nilai N-total tanah sebesar 0,21% yang tergolong rendah berdasarkan kriteria dan tergolong sangat sesuai untuk nilai kesesuaian tanahnya. Kandungan P total dalam tanah tergolong sangat tinggi yaitu 147.06 mg P₂O₅

100g⁻¹ dan sangat sesuai berdasarkan nilai kesesuaian tanah. Berdasarkan kriteria kandungan tanah, K-total yang terdapat pada tanah tergolong rendah yaitu sebesar 19.05 mg K₂O 100g⁻¹ dan nilai kesesuaian tanah yang dimiliki yaitu sesuai marginal. Kandungan unsur hara K dalam tanah mempengaruhi penyerapan unsur-unsur lain. Selain itu pula berfungsi untuk perkembangan akar dan mempertinggi daya tahan terhadap kekeringan serta penyakit. Pemupukan secara kimia dan pemberian pupuk kandang akan menambah unsur hara K dalam tanah yang rendah.

Unsur hara yang terkandung dalam pupuk kandang diketahui dengan cara analisis pupuk kandang sebelum diaplikasikan. Berdasarkan analisis pupuk kandang yang dilakukan, diketahui pupuk yang digunakan memiliki C-organik sebesar 37.79%, N-total sebesar 2.22%, kandungan C/N sebesar 17.02, P₂O₅ sebesar 2.01%, dan K₂O sebesar 3.60%. Semua parameter yang dianalisis tersebut sudah sesuai dengan standar mutu dari Kepmentan/261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Pupuk kandang yang diaplikasikan pada lahan tanaman sorgum sudah memenuhi standar mutu. Pupuk kandang yang digunakan telah matang sebab sudah didekomposisi oleh mikroba. Menurut Agus *et al.* (2014), pemberian pupuk kandang yang seimbang dan optimum pada lahan dapat meningkatkan efisiensi pemupukan, meningkatkan kesuburan tanah, dan meningkatkan produktivitas serta mutu hasil tanaman. Selain itu juga pupuk kandang dapat menggemburkan struktur tanah, ramah lingkungan, dan membantu hara tersedia bagi tanaman.

Rekapitulasi Sidik Ragam

Hasil sidik ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap peubah yang diamati.

Tabel 2. Hasil sidik ragam pengaruh berbagai dosis dan cara pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum

Peubah	Dosis Pupuk (D)	Cara Penempatan Pupuk (T)	D*T	Ulangan	KK (%)
Tinggi tanaman					
2 MST	tn	tn	tn	tn	6.57905
3 MST	tn	tn	tn	**	5.39372
4 MST	tn	tn	tn	**	5.11620
5 MST	tn	tn	tn	**	6.94705
6 MST	tn	tn	tn	**	6.09323
7 MST	tn	tn	tn	**	5.94854
8 MST	*	tn	tn	**	4.15871
9 MST	tn	tn	tn	*	5.47785
10 MST	*	tn	tn	*	9.25532

Keterangan: D*T: interaksi antara dosis pupuk dan cara penempatan pupuk, KK: koefisien keragaman, tn: tidak berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, *: berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, **: berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 1\%$.

Tabel 2. Hasil sidik ragam pengaruh berbagai dosis dan cara pemupukan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum (*Lanjutan*)

Peubah	Dosis Pupuk (D)	Cara Penempatan Pupuk (T)	D*T	Ulangan	KK (%)
Jumlah daun					
2 MST	tn	*	tn	**	12.1967
3 MST	tn	tn	tn	tn	7.25211
4 MST	tn	tn	tn	tn	0
5 MST	tn	tn	tn	tn	10.7554
6 MST	tn	tn	tn	tn	10.1165
7 MST	tn	tn	tn	tn	11.2916
8 MST	tn	tn	tn	**	6.92927
9 MST	tn	tn	tn	tn	7.31925
10 MST	tn	tn	tn	tn	20.1204
Diameter batang					
4 MST	tn	tn	tn	**	7.77533
5 MST	tn	tn	tn	**	10.4327
6 MST	tn	tn	tn	tn	10.0244
7 MST	tn	tn	tn	tn	8.138
8 MST	tn	tn	tn	tn	7.90481
9 MST	tn	tn	tn	tn	7.28344
10 MST	tn	tn	tn	tn	15.4555
Indeks luas daun	tn	tn	tn	tn	29.1666
Umur berbunga	tn	tn	tn	*	2.3097
Umur panen	tn	tn	tn	*	1.16608
Bobot basah brangkasan per tanaman	tn	tn	tn	tn	14.4701
Bobot kering brangkasan per tanaman	tn	tn	tn	tn	18.4558
Bobot basah brangkasan per ubinan	tn	tn	tn	tn	18.547
Bobot kering brangkasan per ubinan	tn	tn	tn	tn	22.823
Bobot basah malai per tanaman	tn	tn	tn	tn	20.4855
Bobot kering malai per tanaman	tn	tn	tn	tn	20.6844
Bobot basah malai per ubinan	tn	tn	tn	tn	16.8982 ^T
Bobot kering malai per ubinan	tn	tn	tn	tn	16.8254 ^T
Bobot biji kering per tanaman	tn	tn	tn	tn	23.1515
Bobot biji kering per ubinan	tn	tn	tn	tn	22.3234 ^T
Indeks panen	tn	tn	tn	tn	17.0768
Bobot 1000 butir	tn	tn	tn	tn	7.979
Produktivitas	tn	tn	tn	tn	16.3863 ^T

Keterangan: D*T: interaksi antara dosis pupuk dan cara penempatan pupuk, KK: koefisien keragaman, tn: tidak berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, *: berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 5\%$, **: berpengaruh nyata pada taraf $\alpha = 1\%$, ^T: dilakukan transformasi data dengan rumus $\sqrt{x + 0,5}$

Karakter Vegetatif

Tinggi Tanaman

Unsur N yang terkandung dalam pupuk urea mempengaruhi tinggi tanaman. Perlakuan penggunaan dosis pupuk 25% memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap tinggi tanaman

pada 8 MST dan 10 MST dibandingkan dengan penggunaan dosis pupuk 100% (Tabel 3). Hal ini diduga berkaitan dengan hasil analisis tanah yang menunjukkan bahwa tanah masih memiliki unsur N sedang, P tinggi, dan K rendah. Dengan dilakukannya analisis tanah dapat ditentukan kebutuhan pupuk yang harus ditambahkan ke lahan. Berdasarkan hasil analisis tanah itu,

penggunaan dosis pupuk 25% dan juga penambahan pupuk kandang sebelum penanaman sudah dapat menyebabkan tanaman menjadi lebih tinggi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Suminar (2016), semakin tinggi dosis pupuk N yang diberikan maka akan meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih besar. Tinggi tanaman akan terus meningkat hingga penggunaan dosis pupuk N sebesar 240 kg ha⁻¹. Pemberian dosis pupuk N yang optimal akan menyediakan unsur N yang cukup untuk tanaman. Pemberian pupuk dengan dosis yang melebihi dosis optimal akan menurunkan pertumbuhan tanaman. Hal ini terjadi karena dosis pupuk yang diberikan melebihi kebutuhan tanaman.

Penempatan pupuk sepanjang larikan di antara barisan tanaman dan penempatan pupuk sepanjang larikan di luar masing-masing barisan tanaman tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini diduga karena tidak ada kompetisi antar tanaman terhadap penyerapan unsur hara.

Jumlah Daun dan Indeks Luas Daun

Pemberian pupuk pada berbagai dosis tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun tanaman sorgum sejak awal hingga akhir

penanaman (Tabel 4). Pemberian pupuk dengan cara penempatan pupuk sepanjang larikan di luar masing-masing barisan memberikan pengaruh yang lebih baik terhadap jumlah daun pada 2 MST. Hal ini diduga karena semakin dekat jarak pupuk dengan akar tanaman maka akan semakin cepat pula penyerapan pupuk oleh akar. Menurut Pestarini *et al.* (2017), pertumbuhan akar yang lebih baik akan meningkatkan penyerapan unsur hara sehingga dapat menghasilkan jumlah daun yang lebih banyak. Pada Tabel 4, tidak ada perbedaan yang nyata pada jumlah daun di minggu-minggu setelah 2 MST untuk kedua cara penempatan pupuk. Berdasarkan hal itu, dapat direkomendasikan penggunaan cara penempatan pupuk sepanjang larikan di antara barisan tanaman untuk efisiensi penggunaan tenaga.

Perlakuan pemupukan dengan berbagai dosis dan cara penempatan pupuk yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap indeks luas daun. Indeks luas daun merupakan perbandingan luas daun terhadap luas tumbuh tanaman. Hal-hal yang mempengaruhi indeks luas daun diantaranya fase pertumbuhan tanaman (Gusmayanti dan Sholahuddin 2015) dan jarak tanam (Rahmawati *et al.*, 2016).

Tabel 3. Pengaruh dosis pupuk dan cara penempatan pupuk terhadap tinggi tanaman

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)								
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST
Dosis pupuk									
25%	27.33	50.34	82.18	121.66	175.84	228.11	265.24a	281.13	290.42a
50%	27.88	51.46	83.90	120.08	170.06	220.11	254.87ab	280.92	284.12ab
100%	27.78	52.06	82.09	115.62	160.35	213.56	246.81b	267.96	249.32b
Penempatan pupuk									
Di antara barisan	27.08	50.61	81.83	119.68	170.53	220.12	255.64	278.51	277.71
Di luar masing-masing barisan	28.25	51.96	83.62	118.56	166.97	221.07	255.64	274.82	271.53

Keterangan: angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan hasil uji lanjut DMRT.

Tabel 4. Pengaruh dosis pupuk dan cara penempatan pupuk terhadap jumlah daun dan indeks luas daun

Perlakuan	Jumlah daun (helai)									Indeks luas daun
	2 MST	3 MST	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST	
Dosis pupuk										
25%	2.33	4.00	5.00	5.33	5.83	6.83	9.67	9.17	8.17	2.02
50%	2.33	4.17	5.00	5.50	5.67	6.33	9.17	9.67	8.83	2.02
100%	2.67	4.17	5.00	5.00	5.33	6.83	9.67	9.17	7.50	1.86
Penempatan pupuk										
Di antara barisan	2.22b	4.11	5.00	5.33	5.67	6.78	9.67	9.33	8.33	1.92
Di luar masing-masing barisan	2.67a	4.11	5.00	5.22	5.56	6.56	9.33	9.33	8.00	2.01

Keterangan: angka yang diikuti huruf berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata berdasarkan hasil uji lanjut DMRT.

Menurut Pertiwi *et al.* (2014), kandungan nitrogen pada pupuk Urea yang diberikan pada tanaman mempengaruhi pembentukan sel-sel baru dalam pembesaran luas daun, namun tidak terlalu berpengaruh terhadap jumlah daun. Hal tersebut menunjukkan pemberian pupuk Urea dapat mempengaruhi indeks luas daun

Diameter Batang

Perlakuan dosis pupuk pada semua dosis tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap diameter tanaman (Tabel 5). Diameter tanaman juga tidak mengalami perbedaan yang signifikan dari perlakuan pemberian pupuk dengan kedua cara yang dilakukan. Diameter batang tanaman sorgum pada 8 MST dengan perlakuan dosis pupuk 100% sebesar 18.285 mm, sedangkan menurut penelitian yang dilakukan oleh Suminar (2016) dengan dosis pupuk yang sama menghasilkan diameter batang sebesar 16.0 hingga 16.9 mm.

Pemberian pupuk NPK dapat mempengaruhi pertambahan diameter batang, jika kebutuhan hara untuk pertumbuhan vegetatif tanaman sudah terpenuhi. Tanaman memerlukan nitrogen untuk pembentukan sel-sel baru, sintesis protein, dan pembentukan klorofil. Fosfor dapat merangsang perakaran tanaman menjadi lebih baik dalam menyerap unsur hara untuk pembentukan jaringan baru, sehingga fosfor dapat mempengaruhi pertambahan diameter tanaman (Satria *et al.* 2015). Kalium berfungsi meningkatkan kadar sklerenkim

pada batang tanaman sehingga dapat terjadi penebalan dan kekuatan pada jaringan batang (Suminar, 2016).

Bobot Brangkasan Basah dan Kering

Bobot brangkasan basah mencerminkan tingkat efektivitas penyerapan air oleh tanaman. Bobot brangkasan kering menggambarkan proses berlangsungnya fotosintesis. Fotosintesis tanaman dapat dipengaruhi oleh berat akar tanaman. Berat akar tanaman menggambarkan seberapa besar aktivitas akar dalam proses pengantaran nutrisi untuk fotosintesis. Pemberian pupuk Urea dapat mempengaruhi bobot kering tanaman. Semakin besar dosis yang diberikan maka ketersediaan nitrogen juga semakin banyak, sehingga proses fotosintesis berjalan optimal dan akumulasi hasil fotosintesis pada bagian atas tanaman meningkat. Selain itu, akumulasi hasil fotosintesis di dalam jaringan tanaman akan semakin besar jika tanaman melakukan fotosintesis dengan waktu yang banyak.

Perlakuan pemberian dosis pupuk pada semua dosis tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot brangkasan basah dan kering. Kedua cara penempatan pupuk tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot basah dan kering. Perlakuan yang digunakan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap bobot brangkasan basah dan kering untuk setiap tanaman dan ubinan (Tabel 6).

Tabel 5. Pengaruh dosis pupuk dan cara penempatan pupuk terhadap diameter tanaman

Perlakuan	Diameter batang (mm)						
	4 MST	5 MST	6 MST	7 MST	8 MST	9 MST	10 MST
Dosis pupuk							
25%	9.378	16.173	18.855	19.211	18.640	18.266	18.061
50%	9.553	15.684	18.523	18.365	18.422	17.928	17.698
100%	9.434	15.816	18.498	18.921	18.285	18.178	15.502
Penempatan pupuk							
Di antara barisan	9.336	15.999	18.623	18.648	18.293	17.970	17.323
Di luar masing-masing barisan	9.560	15.783	18.578	19.017	18.606	18.278	16.851

Tabel 6. Pengaruh dosis pupuk dan cara penempatan pupuk terhadap bobot brangkasan basah dan kering

Perlakuan	Bobot brangkasan per tanaman (g)		Bobot brangkasan per ubinan (g)	
	Basah	Kering	Basah	Kering
Dosis pupuk				
25%	320.54	170.82	9093.5	3993.0
50%	319.70	153.73	9281.0	4199.8
100%	329.41	170.98	8904.0	4225.7
Penempatan pupuk				
Di antara barisan	320.09	168.17	8611.8	3964.2
Di luar masing-masing barisan	326.35	168.85	9573.9	4314.8

Umur Berbunga dan Panen

Umur berbunga dan panen tanaman yang diamati tidak dipengaruhi oleh perlakuan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk (Tabel 7). Umur berbunga dan panen dapat dipengaruhi oleh pemberian pupuk terutama pupuk fosfor. Menurut Fahrizal *et al.* (2017), umur berbunga dapat dipengaruhi oleh dosis pupuk fosfor yang diberikan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sitepu *et al.* (2015), pemberian pupuk fosfat pada sorgum varietas Numbu dengan dosis 90 kg ha⁻¹ memiliki umur berbunga 64 HST. Umur berbunga tersebut lebih cepat dibandingkan dengan deskripsi varietas. Menurut Siswanto *et al.* (2015), pupuk fosfor memiliki peran dalam mempercepat umur berbunga, memacu pembentukan bunga, dan sintesis karbohidrat.

Menurut Revy *et al.* (2014), faktor genetik dan lingkungan dapat mempengaruhi umur berbunga. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Yahya (2017), umur panen pada tanaman gandum dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Umur panen akan lebih cepat jika tanaman ditanam di dataran rendah dibandingkan dengan ditanam di dataran tinggi. Hal ini dikarenakan tanaman pada dataran tinggi mendapat lama penyinaran yang relatif sedikit dan suhu yang rendah, sehingga proses metabolisme berjalan lambat.

Komponen Hasil

Bobot Malai dan Biji

Bobot malai dan bobot biji merupakan komponen yang penting dalam menentukan produktivitas tanaman sorgum. Bobot biji adalah hasil panen berupa cadangan makanan yang berhubungan dengan fotosintesis atau hasil metabolisme tanaman (Suminar *et al.*, 2017). Menurut Revy *et al.* (2014), pemberian pupuk Urea berpengaruh terhadap bobot biji. Unsur nitrogen dari pupuk Urea diserap oleh tanaman untuk melakukan fotosintesis. Fotosintat yang dihasilkan lalu dialokasikan untuk pengisian biji. Bobot biji akan semakin berat jika cadangan makanan yang terdapat dalam biji semakin banyak. Menurut Turmudi (2010), Fotosintat yang dihasilkan dari proses fotosintesis akan meningkat jika pertumbuhan vegetatif tanaman baik. Selain untuk pengisian biji, fotosintat tersebut juga digunakan untuk pembentukan malai yang akhirnya akan meningkatkan bobot malai kering dan bobot biji per tanaman.

Perlakuan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk tidak memberikan hasil yang nyata terhadap bobot malai dan biji per tanaman maupun bobot malai dan biji per ubinan (Tabel 8). Serangan hama yang luas terhadap biji tanaman sorgum diduga menyebabkan hasil produksi malai dan biji menjadi tidak berpengaruh nyata.

Tabel 7. Pengaruh dosis pupuk dan cara penempatan pupuk terhadap umur berbunga dan panen

Perlakuan	Umur berbunga (HST)	Umur panen (HST)
Dosis pupuk		
25%	64.000	98.833
50%	65.000	99.000
100%	63.167	98.000
Penempatan pupuk		
Di antara barisan	63.778	98.222
Di luar masing-masing barisan	64.333	99.000

Tabel 8. Pengaruh dosis pupuk dan cara penempatan pupuk terhadap bobot malai dan biji

Perlakuan	Bobot per tanaman			Bobot per ubinan		
	BB malai (g)	BK malai (g)	BK biji (g)	BB malai (g)	BK malai (g)	BK biji (g)
Dosis pupuk						
25%	56.535	51.094	40.331	33.740	31.952	25.151
50%	57.680	51.544	41.721	35.654	33.009	26.109
100%	60.630	54.723	43.944	37.131	35.367	29.238
Penempatan pupuk						
Di antara barisan	58.973	52.849	43.058	35.323	33.071	26.036
Di luar masing-masing barisan	57.590	52.059	40.940	35.694	33.814	27.630

Indeks Panen, Bobot 1000 butir, dan Produktivitas

Perbandingan antara bobot kering biji dengan biomassa tanaman dilakukan untuk mengetahui indeks panen. Perlakuan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk tidak memberikan pengaruh nyata terhadap indeks panen. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 9. Indeks panen pada perlakuan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk berkisar antara 18.5-20.0%.

Perlakuan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk tidak berpengaruh nyata terhadap bobot 1000 butir. Bobot 1000 butir yang dihasilkan dari perlakuan dosis pupuk memiliki rata-rata yang sama dengan rata-rata bobot 1000 butir pada perlakuan cara penempatan pupuk yaitu 24.482%. Menurut Siswanto *et al.* (2015), ukuran biji dan bentuk fisik biji menentukan bobot 1000 butir yang dihasilkan.

Produksi tanaman berkaitan dengan ketersediaan unsur hara dalam tanah. Menurut Zulkarnaen *et al.* (2015), jika lahan telah kehilangan unsur hara akibat kompetisi unsur hara yang dialami oleh populasi tanaman, produksi tanaman akan menurun. Tanaman sorgum yang ditanam memasuki umur panen saat akhir bulan Mei hingga Juni, dengan curah hujan sebesar 358

dan 145 mm per bulan (Tabel 1). Menurut Sriagtula dan Sowmen (2018), pertumbuhan dan produksi tanaman akan menjadi lebih rendah jika tanaman mengalami keterbatasan air akibat curah hujan yang rendah. Hal tersebut menunjukkan bahwa curah hujan dapat mempengaruhi hasil produksi tanaman yang juga akan berpengaruh terhadap produktivitas tanaman.

Produktivitas hasil yang didapat dari perlakuan dosis pupuk dan cara penempatan pupuk tidak berbeda nyata. Hal itu diduga karena serangan hama burung yang menyerang saat menjelang panen. Produktivitas pada perlakuan dosis pupuk 100% sebesar 1.595 ton ha⁻¹, sedangkan produktivitas pada dosis pupuk 50% dan 25% sebesar 1.464 ton ha⁻¹ dan 1.422 ton ha⁻¹. Perlakuan cara penempatan pupuk di antara barisan dan di luar masing-masing barisan menghasilkan produktivitas tanaman sorgum sebesar 1.460 ton ha⁻¹ dan 1.528 ton ha⁻¹. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Suminar (2016), pemberian pupuk NPK dengan dosis 120 kg N ha⁻¹, 36 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 90 kg K₂O ha⁻¹ menghasilkan produktivitas sebesar 6.8 hingga 7.9 ton ha⁻¹. Pertumbuhan vegetatif tanaman yang maksimum dapat mendukung produktivitas tanaman yang lebih baik.

Tabel 9. Pengaruh dosis pupuk dan cara penempatan pupuk terhadap indeks panen, bobot 1000 butir, dan produktivitas

Perlakuan	Indeks panen (%)	Bobot 1000 butir (g)	Produktivitas (ton ha ⁻¹)
Dosis pupuk			
25%	18.500	23.605	1.422
50%	19.500	25.600	1.464
100%	20.000	24.240	1.595
Rata-rata	19.333	24.482	1.494
Penempatan pupuk			
Di antara barisan	19.778	23.669	1.460
Di luar masing-masing barisan	18.889	25.294	1.528
Rata-rata	19.334	24.482	1.494

Kontribusi N, P, dan K dari Pupuk

Pupuk kandang yang digunakan memberikan kontribusi N, P, dan K sebesar 222 kg N ha⁻¹, 201 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 360 kg K₂O ha⁻¹. Nilai tersebut didapatkan dari persentase N, P, dan K pupuk kandang berdasarkan hasil analisis lalu dikalikan dengan dosis pupuk kandang 10 ton ha⁻¹. Kandungan N, P, dan K dari pupuk anorganik pada dosis 100% yang digunakan berdasarkan acuan dari Suminar *et al.* (2017), yaitu 120 kg N ha⁻¹, 36 kg P₂O₅ ha⁻¹, dan 90 kg K₂O ha⁻¹. Berdasarkan Tabel 6, dapat dilihat bahwa kontribusi N, P, dan K dari pupuk kandang dan pupuk anorganik pada perlakuan dosis 25% sudah mencukupi kebutuhan

tanaman sorgum. Hal ini berlaku pada parameter jumlah daun, indeks luas daun, diameter batang, bobot brangkasan basah dan kering, umur berbunga dan panen, bobot malai dan biji, indeks panen, bobot 1000 butir, dan produktivitas. Meskipun jumlah kontribusi N, P₂O₅, dan K₂O dari pupuk kandang dan pupuk anorganik yang ditambahkan ke dalam tanah sudah melebihi kebutuhan tanaman (Tabel 10), tidak ditemukan gejala kelebihan nutrisi makro (N, P, dan K) pada pertanaman sorgum. Nitrogen dari pupuk kandang tidak semua langsung tersedia sepenuhnya pada tahun pertama, tetapi nitrogen tersedia secara bertahap.

Tabel 10. Kontribusi N, P, dan K dari pupuk kandang dan pupuk anorganik (Urea, SP-36, dan KCl)

Perlakuan Dosis	Kontribusi N, P, dan K		
	N pupuk kandang + N dari Urea	P pupuk kandang + P dari SP36	K pupuk kandang + K dari KCl
25%	252 kg N ha ⁻¹	210 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	382.5 kg K ₂ O ha ⁻¹
50%	282 kg N ha ⁻¹	219 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	405 kg K ₂ O ha ⁻¹
100%	342 kg N ha ⁻¹	237 kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹	450 kg K ₂ O ha ⁻¹

Distribusi Akar Tanaman Sorgum

Peluang penyerapan air dan nutrisi tanaman sorgum dapat dilihat dari distribusi atau penyebaran akar di dalam tanah. Menurut pengamatan yang dilakukan oleh Chopart *et al.* (2008), akar sorgum memiliki dua kategori, yaitu akar halus ($d < 1$ mm) dan akar tebal ($d > 1$ mm). Akar halus cenderung menyebar ke berbagai arah dan memiliki struktur yang sama. Akar tebal memiliki struktur yang tidak seragam dan cenderung menyebar secara horizontal selama fase awal pertumbuhan dengan posisi yang dekat dengan permukaan tanah. Akar tebal juga umumnya tumbuh secara vertikal pada lapisan tanah yang lebih dalam. Secara umum akar tebal memiliki jumlah yang lebih sedikit dibandingkan dengan akar halus.

Kedalaman akar empat kultivar sorgum yang diamati oleh Chopart *et al.* (2008) menunjukkan bahwa pada umur 22 dan 43 HST (hari setelah tanam) kedalaman akar sorgum kultivar SSM249 dan SARIASO 10 adalah 0,3 m dan 1,4 m. Kedalaman akar kedua kultivar tersebut terus meningkat hingga 1,8 m saat 103 HST atau saat tanaman telah masak. Sementara itu, kedalaman akar pada kultivar SSM1611 dan IS16101 mencapai 2 m saat 134 HST atau saat tanaman telah masak.

Berdasarkan ulasan mengenai distribusi akar tanaman sorgum menurut Chopart *et al.* (2008) dan dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan, dapat ditemukan dugaan kuat mengapa cara penempatan pupuk yang berbeda tidak berpengaruh pada parameter yang diamati. Hal ini diduga karena pertumbuhan akar sorgum yang tergolong cepat, sehingga jarak penempatan pupuk 20 cm (cara penempatan pupuk di antara barisan tanaman) dan 5-10 cm (cara penempatan pupuk di luar masing-masing barisan tanaman) dari barisan tanaman masih dapat dijangkau dengan baik oleh akar untuk penyerapan nutrisi. Pada parameter jumlah daun terdapat hasil yang lebih baik untuk cara penempatan pupuk sepanjang larikan di luar masing-masing barisan tanaman pada saat 2 MST. Namun pada minggu-minggu setelahnya tidak terdapat perbedaan yang nyata pada jumlah daun untuk kedua cara penempatan pupuk. Berdasarkan

hal tersebut, dapat direkomendasikan pemupukan dengan cara penempatan pupuk sepanjang larikan di antara barisan tanaman untuk efisiensi tenaga, sebab hanya membutuhkan satu alur pupuk untuk setiap dua barisan tanaman.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Tidak terdapat interaksi antara dosis pupuk dan cara penempatan pupuk yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi sorgum. Penggunaan dosis pupuk 25% dari dosis acuan dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman yang lebih baik saat 8 MST dan 10 MST. Pada tanah Latosol Darmaga; dengan kandungan N-total sedang (0.21%), P total sangat tinggi (147.06 mg P₂O₅ 100g⁻¹) dan K-total rendah (19.05 mg K₂O 100g⁻¹) yang diberi pupuk kandang 10 ton ha⁻¹ dan dolomit 2 ton ha⁻¹, dapat diberikan dengan dosis pupuk anorganik lebih rendah sampai 25% dari acuan. Pupuk dapat diberikan di setiap baris tanaman atau dalam satu baris antara dua baris tanaman, namun lebih direkomendasikan penempatan pupuk sepanjang larikan di antara barisan tanaman untuk efisiensi penggunaan tenaga.

Saran

Perlu dilakukan pengendalian hama yang lebih efisien terutama terhadap hama burung saat tanaman memasuki umur panen.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, C., E. Faridah, D. Wulandari, B.H. Purwanto. 2014. Peran mikroba starter dalam dekomposisi kotoran ternak dan perbaikan kualitas pupuk kandang. *J Manusia dan Lingkungan*. 21(2):179-187. <https://doi.org/10.22146/jml.18542>
- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2019. Data Iklim Stasiun Klimatologi Bogor.

- Chopart, J.L., B. Sine, A. Dao, B. Muller. 2008. Root orientation of four sorghum cultivars: application to estimate root length density from root counts in soil profiles. *Plant Root*. 2:67-75. <https://doi.org/10.3117/plantroot.2.67>
- Fahrizal, I., A. Rahayu, N. Rochman. 2017. Respon tanaman kedelai terhadap inokulasi mikoriza arbuskula dan pemberian pupuk fosfor pada tanah masam. *J. Agronida*. 3(2):95-106.
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2018. FAOSTAT Crop [internet]. [diacu 2018 Desember 25]. Tersedia dari: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>.
- Gomez, K.A., A.A. Gomez. 1995. Statistical Procedures for Agriculture Research Second Edition. In: Sjamsuddin E., J.S. Baharsjah., translator. Jakarta, UI Press.
- Gusmayanti, E., Sholahuddin. 2015. Luas daun spesifik dan indeks luas daun tanaman sagu di Desa Sungai Ambangah Kalimantan Barat. Di dalam: N. Kusumastuti, S.W. Rizki, E. Sulistianingsih, M. Kiftiah, editor. Peran Ilmu MIPA Dalam Pengelolaan Sumber Daya Alam Untuk Meningkatkan Daya Saing Bangsa. Prosiding Bidang Teknologi Informasi dan Multi Disiplin Semirata 2015; 2015 Mei 5-7; Pontianak, Indonesia. Pontianak (ID): Universitas Tanjungpura. hlm 184-192.
- [Kepmentan] Keputusan Menteri Pertanian. 2019. Kepmentan/261/KPTS/SR.310/M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimum Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenah Tanah.
- Pertiwi, R.A., E. Zuhry, Nurbaiti. 2014. Pertumbuhan dan produksi berbagai varietas sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan pemberian pupuk urea. *JOM Faperta*. 1(2):1-10.
- Pestarini, S., S.U. Wahyuningsih, S.H. Pratiwi. 2017. Pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan berbagai jenis pupuk kandang. *J Agroteknologi Merdeka Pasuruan*. 1(1):24-28.
- Rahmawati, A., H. Purnamawati, Y.W.E. Kusumo. 2016. Pertumbuhan dan produksi kacang bogor (*Vigna subterranean* (L.) Verdcourt) pada beberapa jarak tanam dan frekuensi pembumbunan. *Bul. Agrohorti*. 4(3):302-311. <https://doi.org/10.29244/agrob.v4i3.14260>
- Revy, A.P., E. Zuhry, Nurbaiti. 2014. Pertumbuhan dan produksi berbagai varietas sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dengan pemberian pupuk Urea. *JOM Faperta*. 1(2).
- Ritung, S., K. Nugroho, A. Mulyani, E. Suryani. 2011. Petunjuk Teknis Evaluasi Lahan Untuk Komoditas Pertanian (Edisi Revisi). Bogor (ID): Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.
- Satria, N., Wardati, M.A. Khoiri. 2015. Pengaruh pemberian kompos tandan kosong kelapa sawit dan pupuk NPK terhadap pertumbuhan bibit tanaman gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *JOM Faperta*. 2(3).
- Sirappa, M.P. 2003. Prospek pengembangan sorgum di Indonesia sebagai pangan alternatif untuk pangan, pakan, dan industri. *J. Litbang Pertanian*. 22(4):133-140.
- Siswanto, T., E. Zuhry, Nurbaiti. 2015. Daya hasil dan kandungan lemak beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) yang diberi beberapa dosis pupuk fosfor. *JOM Faperta*. 2(2).
- Sitepu, L., E. Zuhry, Nurbaiti. 2015. Aplikasi beberapa dosis pupuk fosfor untuk pertumbuhan dan produksi beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *JOM Faperta*. 2(2):1-12.
- Sriagtula, R., S. Sowmen. 2018. Evaluasi pertumbuhan dan produktivitas sorgum mutan *Brown Midrib* (*Sorghum bicolor* L. Moench) fase pertumbuhan berbeda sebagai pakan hijauan pada musim kemarau di tanah ultisol. *J. Peternakan Indonesia*. 20(2):130-144. <https://doi.org/10.25077/jpi.20.2.130-144.2018>
- Subagio, H., M. Aqil. 2014. Perakitan dan pengembangan varietas unggul sorgum untuk pangan, pakan, dan bioenergi. *Iptek Tanaman Pangan*. 9(1):39-50.

- Suminar, R. 2016. Penentuan dosis optimum pemupukan N, P, dan K pada sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) dengan metode *multinutrient response* [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Suminar, R., Suwanto, H. Purnamawati. 2017. Pertumbuhan dan hasil sorgum di tanah latosol dengan aplikasi pupuk nitrogen dan fosfor yang berbeda. J. Argon. Indonesia. 45(3):271-277. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i3.14515>
- Suminar, R., Suwanto, H. Purnamawati. 2017. Penentuan Dosis Optimum Pemupukan N, P, dan K pada Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). JIPI. 22(1):6-12. <https://doi.org/10.18343/jipi.22.1.6>
- Turmudi, E. 2010. Respon pertumbuhan dan hasil tanaman sorgum (*Sorghum bicolor*) terhadap frekuensi dan dosis pupuk nitrogen. J. Ilmiah Pertanian Biofarm. 13(9):11-24.
- Yahya. 2017. Pertumbuhan dan produksi gandum (*Triticum aestivum* L.) pada perbedaan tingkat intensitas radiasi surya di dataran rendah [skripsi]. Makassar (ID): Universitas Hasanuddin Makassar.
- Zubair, A. 2016. Sorgum Tanaman Multi Manfaat. Bandung (ID): Unpad Press.
- Zulkarnaen, T. Irmansyah, Irsal. 2015. Respon pertumbuhan dan produksi beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pada berbagai jarak tanam di lahan kelapa sawit TBM 1. J. Online Agroekoteknologi. 3(1):328-329.