

Efektivitas Pupuk Organik Granul Diperkaya Mikoriza dan Lamtoro terhadap Pertumbuhan dan Produksi Sorghum bicolor Varietas Samurai 1

Effectiveness of Granular Organic Fertilizer Enriched with Mycorrhiza and Lamtoro on Growth and Production of Sorghum bicolor Variety Samurai 1

A P Dewi¹, P D M H Karti^{1*}, I Prihantoro¹

Corresponding email:
pancadewi@apps.ipb.ac.id,

¹⁾ Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB University, Jl. Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor, Jawa Barat, Indonesia

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effectiveness of granular organic fertilizer enriched with mycorrhiza and Lamtoro on the growth and production of Samurai 1 sorghum. The experiment employed a randomized block design (RBD) with four treatments: without fertilizer application (B0), bokashi (B1), bokashi + mycorrhiza (B2), bokashi + mycorrhiza + Lamtoro (B3), at a dose of 4 tons ha^{-1} with four replications. Analysis of variance (ANOVA) results showed that organic fertilizer treatments had a significant effect ($p<0.05$) on growth and yield, but no significant effect on sugar content. Further tests indicated that B3 differed significantly from B0, B1, and B2 in terms of growth and yield parameters. It can be concluded that the combination of bokashi, mycorrhiza, and Lamtoro (B3) is the most effective treatment in enhancing the growth and yield of Samurai 1 sorghum

Key words: lamtoro, granulated organic fertilizer, mycorrhiza, plant growth and production, sorghum

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas pupuk organik granul diperkaya mikoriza dan lamtoro terhadap pertumbuhan dan produksi sorgum samurai 1. Percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan empat perlakuan: B0: (tanpa pupuk organik), B1: (bokashi), B2: (bokashi + mikoriza), dan B3: (bokashi + mikoriza + lamtoro), dosis 4 ton ha^{-1} dengan empat ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap pertumbuhan dan produksi, namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar gula. Perlakuan B3 nyata lebih tinggi dibandingkan B2, B1 dan B0 pada pertumbuhan dan produksi. Disimpulkan hasil penelitian ini kombinasi perlakuan bokashi + mikoriza + lamtoro (B3) memberikan respon terbaik sebagai perlakuan paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi *Sorghum bicolor* varietas Samurai 1.

Kata kunci: lamtoro, mikoriza, pertumbuhan dan produksi tanaman, pupuk organik granul, sorgum



Copyright © 2024 by JINTP

This is an open-access article distributed

under the terms of the Creative Commons

Attribution License

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>),
which permits unrestricted use, distribution,
and reproduction in any medium, provided
the original work is properly cited

PENDAHULUAN

Lahan marginal adalah lahan dengan kondisi fisik, kimia, atau biologis yang kurang mendukung produktivitas, sehingga memerlukan perlakuan khusus untuk dimanfaatkan secara optimal. Supit *et al.* (2020) melaporkan sifat kimia lahan marginal yaitu pH (5,55), N (0,03%), P (7,27 ppm), K (2,75 mg 100 g⁻¹) dan C-Organik (2,96%). Salah satu tipe lahan marginal yang paling banyak dijumpai di Indonesia adalah tanah masam tipe ultisol. Luas lahan marginal dengan tanah ultisol di Indonesia diperkirakan mencapai 108,8 juta hektar (Mulyani & Sarwani, 2013). Lahan masam memiliki pH rendah dan konsentrasi aluminium (Al) tinggi yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan produksi tanaman. Fanindi *et al.* (2020) menyatakan bahwa lahan dengan keasaman tinggi menyebabkan rendahnya pertumbuhan dan hasil tanaman, tinggi tanaman rumput benggala varietas Natsuyutaka di lahan masam tercatat hanya 82,59 cm lebih rendah dibandingkan di lahan tidak masam yaitu 89,50 cm. Demikian pula, bobot biji per malai juga turun dari 0,62 g malai⁻¹ menjadi 0,52 g malai⁻¹. Kondisi ini diperburuk oleh rendahnya aktivitas mikroorganisme tanah tidak sesuai untuk pertumbuhan dan produksi optimal tanaman yang sangat dipengaruhi oleh tingkat keasaman, sehingga proses dekomposisi bahan organik dan siklus hara menjadi terhambat.

Mengatasi kendala tersebut, diperlukan strategi pengelolaan yang mampu memperbaiki sifat kimia tanah secara berkelanjutan. Dua pendekatan yang banyak digunakan adalah pemberian kapur pertanian dan pupuk organik. Kapur pertanian seperti dolomit berfungsi menetralkan keasaman tanah, menurunkan kelarutan Al, serta meningkatkan pH tanah hingga mencapai kisaran optimal bagi pertumbuhan tanaman. Kasno (2020) menyatakan pemberian dolomit dapat menurunkan Al dalam tanah serta membantu pelepasan P sehingga lebih mudah diserap oleh tanaman. Pemberian pupuk organik juga berkontribusi dalam memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), dan menyediakan unsur hara makro maupun mikro secara bertahap. Pupuk organik telah melalui proses dekomposisi sehingga kandungan haranya tersedia untuk tanaman, secara spesifik mengandung unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) serta mikro (Zn, Cu, Mo, Co, B, Mn, dan Fe) yang berfungsi sebagai pemberi tanah (Hartatik *et al.* 2015).

Pupuk organik memiliki beberapa bentuk, salah satunya dalam bentuk granul. Keunggulan pupuk organik granul dibandingkan bentuk lainnya (serbuk atau curah) lebih efisien penggunaan, mudah saat diaplikasikan dan memiliki laju pelepasan hara yang lebih terkontrol (tidak mudah tercuci) (Irawan & Bisono. 2019). Penelitian terdahulu menunjukkan aplikasi pupuk organik granul berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan hasil

tanaman pangan. Azis & Arman (2013) melaporkan pemberian pupuk organik granul dengan dosis 2 ton ha⁻¹ memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi jagung manis. Sebagian besar pupuk organik memiliki kandungan unsur hara makro khususnya nitrogen (N) relatif rendah, sehingga tidak memenuhi persyaratan mutu minimal menurut SNI 7763:2024. Kualitas pupuk organik ini dapat ditingkatkan melalui penambahan pupuk hijau, salah satunya berasal dari tanaman leguminosa seperti lamtoro.

Lamtoro merupakan salah satu tanaman yang dikenal memiliki bahan kaya nitrogen tinggi terutama pada bagian daun yang berpotensi sebagai pupuk. Kandungan pupuk daun lamtoro adalah 2,52% N, 0,21% P dan 1,63% K (Aulia *et al.* 2021). Selain permasalahan rendahnya N, pada tanah masam umumnya ketersediaan fosfor (P) juga rendah karena terikat oleh Al dan Fe. Untuk mengatasi hal ini dapat dilakukan dengan penambahan mikroorganisme seperti mikoriza yang dapat berinteraksi mutualistik dengan akar tanaman. Mikoriza berfungsi untuk meningkatkan absorpsi unsur hara terutama fosfor, nitrogen dan unsur mikro dalam tanah (Karti *et al.* 2018). Pemilihan bentuk pupuk organik granul juga membantu menjaga viabilitas spora mikoriza agar tetap stabil selama penyimpanan dan pengaplikasian. Kombinasi antara pupuk organik lamtoro, mikoriza dan kapur dalam bentuk granul diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman.

Salah satunya tanaman yang dijadikan objek dalam penelitian ini adalah *Sorgum bicolor* Var Samurai 1. Sorgum merupakan serelia yang berpotensi tinggi sebagai hijauan pakan, dengan salah satu varietas unggulnya yaitu Samurai 1. Varietas ini menghasilkan produksi biomassa (daun, batang, biji) yang tinggi, kandungan nutrien yang baik dan adaptasi lingkungan yang baik. Harahap *et al.* (2023) melaporkan produksi total biomassa segar samurai 1 yang dipanen pada umur 80 hari setelah tanam (HST) sebesar 22,26 ton ha⁻¹, kandungan nutrien sorgum menghasilkan protein kasar 14,70%, serat kasar 31,90% dan lemak kasar 1,09% (Puteri *et al.* 2015). Namun, kajian mengenai penggunaan pupuk organik granul berbahan bokashi, lamtoro dan diperkaya mikoriza pada tanaman *Sorgum bicolor* varietas samurai 1 masih sangat terbatas. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan mengkaji efektivitas pupuk organik granul yang ditambahkan legum lamtoro dan diperkaya mikoriza terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman *Sorgum bicolor* samurai 1.

METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan beberapa bahan seperti benih sorgum varietas Samurai 1, pupuk organik granul, pupuk urea, dan insektisida. Alat yang digunakan antara lain alat-alat pengolahan lahan dan alat-alat pengukuran peubah.

Pembuatan Pupuk Organik Granul

Pupuk organik granul dibuat dari bokashi berbahan dasar kotoran sapi, sekam bakar, dedak, molases, dan EM4, dengan penambahan daun lamtoro untuk perlakuan tertentu. Setelah fermentasi 14 hari, bahan dikeringkan, lalu dicampur dengan zeolit, dolomit, StiQfier®, dan mikoriza (untuk perlakuan tertentu), kemudian diproses dalam mesin granulasi dan dikeringkan di bawah sinar matahari hingga siap digunakan.

Persiapan lahan, penanaman, dan pemeliharaan tanaman

Penanaman dan pemanenan dilaksanakan di Laboratorium Lapang Agrostologi Divisi Ilmu dan Teknologi Tumbuhan Pakan dan Pastura, Fakultas Peternakan IPB University pada bulan Oktober 2024 – Mei 2025.

Lahan penelitian terlebih dahulu dibersihkan dari gulma dan sisa tanaman, kemudian diolah menggunakan traktor hingga siap tanam. Lahan dibagi menjadi 3 blok dengan luas total $\pm 700 \text{ m}^2$, masing-masing blok terdiri atas 16 plot, sehingga total plot yang digunakan adalah 48 plot. Setiap plot berukuran $2,1 \text{ m} \times 3,5 \text{ m}$ dengan jarak tanam $75 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$, menghasilkan 30 lubang tanam per plot. Benih sorgum varietas Samurai 1 ditanam sebanyak 5 biji per lubang pada kedalaman 1–2 cm. Pupuk organik granul (KA 40%) diaplikasikan sebanyak 4 ton ha^{-1} pada saat tanam, bersamaan dengan pemberian pupuk fosfor dan kalium. Pemupukan urea dilakukan pada 2 minggu setelah tanam (MST).

Pemeliharaan mencakup penyiraman, penyirangan, pengendalian hama dan penyakit, serta penyulaman hari ke-7 setelah tanam. Panen dilakukan pada 80 HST dengan pemotongan menyisakan satu ruas batang. Tanaman dipisahkan menjadi malai, daun, dan batang, kemudian ditimbang sebagai biomassa segar dan dikeringkan untuk pengukuran biomassa kering.

Tabel 1 Data Klimatologi wilayah Babakan, Kec. Dramaga, Kab. Bogor Jawa Barat

Bulan - tahun	Curah hujan (mm)	Suhu udara ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembapan (%)	Radiasi matahari ($\text{MJ m}^{-2} \text{ hari}^{-1}$)	Tekanan udara (hPa)	Kecepatan angin (mm)
Februari 2025	94,3	25,4	90,66	8,74	993,5	1,03
Maret 2025	445,3	26,14	87,03	8,85	990,84	0,96
April 2025	254,8	26,30	88,36	9,08	991,47	0,90
Mei 2025	204,8	26,73	87,61	9,35	990,58	0,87

IPB University: Stasiun Meteorologi Pendidikan dan Riset, GFM IPB University

Rancangan Percobaan dan Peubah yang Diukur

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan 4 perlakuan: B0: (tanpa pupuk organik), B1: (bokashi 100 %), B2: (bokashi 95% + mikoriza 5%), dan B3: (bokashi 88,5% + mikoriza 4,42% + lamtoro 7,08%), seluruh perlakuan diaplikasikan dengan dosis 4 ton ha^{-1} dan diulang sebanyak 4 kali. Penelitian ini data akan dianalisis menggunakan uji ANOVA (Steel and Torrie, 1993), jika terdapat perbedaan nyata, maka dilakukan uji lanjut (uji Duncan) menggunakan software IBM SPSS Versi 25

Pengukuran pertumbuhan tanaman dilakukan setiap minggu meliputi tinggi tanaman diukur dari permukaan tanah hingga ujung daun tertinggi, panjang dan lebar daun diambil pada daun ke 3 dari pucuk tanaman, jumlah daun dihitung dari daun yang telah terbuka sepenuhnya dan diameter batang diukur 5–10 cm dari permukaan tanah dengan bantuan jangka sorong. Peubah produksi terdiri dari biomassa yang dihitung berdasarkan berat segar tanaman pada saat panen, rasio daun batang dengan melihat proporsi komponen hijauan antara daun batang, dan kadar gula yang diukur dari batang bagian bawah menggunakan refraktometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Kimia Pupuk Organik Granul dan Karakteristik Tanah

Kualitas pupuk organik sangat ditentukan oleh kandungan nutrien yang terkandung di dalamnya serta reaksi kimia seperti pH, yang mempengaruhi ketersediaan unsur hara di tanah. Evaluasi kandungan nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), unsur mikro (Fe dan Zn), serta pH sangat penting untuk menentukan efektivitas pupuk organik dalam mendukung pertumbuhan tanaman (Tabel 2).

Kandungan nutrien pada pupuk organik granul pada Tabel 2 menunjukkan perlakuan B3 memiliki kandungan unsur hara tertinggi secara umum, terutama N, P, Fe, dan Zn, serta mempertahankan pH tanah yang optimal. Ini mendukung gagasan bahwa kombinasi lamtoro dan mikoriza dapat meningkatkan kualitas pupuk organik, serapan hara, pertumbuhan dan produksi tanaman sorgum samurai 1 secara signifikan.

Pada Tabel 3 menunjukkan kondisi tanah yang masam yang dapat membatasi ketersediaan unsur hara C-Organik dan N yang rendah perlu upaya untuk diberi tambahan pupuk organik,

Tabel 2 Data kandungan nutrien dan pH pupuk organik granul

Kandungan nutrien dan pH	B1	B2	B3
N total (%)	1,17	1,07	1,30
P2O5 total (%)	0,55	0,52	0,68
K2O total (%)	0,81	0,77	0,80
Besi total (Fe)	10640,86	8401,05	11114,71
mg Kg ⁻¹			
Seng (Zn) mg Kg ⁻¹	87,31	86,72	89,46
pH	7,6	7,5	7,5

Hasil analisis Laboratorium ICBB PT Biodiversitas Bioteknologi Indonesia (2025)

B1 : bokashi, B2 : bokashi+mikoriza, B3: bokashi+mikoriza+lamtoro

Ketersediaan fosfor (P) yang rendah perlunya penambahan pupuk P, sebaliknya kalium (K) cukup. Nilai kapasitas tukar kation cukup dan tekstur lempung berliat. Kondisi ini menunjukkan bahwa tanah pada lokasi penelitian memerlukan perlakuan pemupukan dan penambahan bahan organik untuk mendukung pertumbuhan optimal tanaman sorgum.

Pengaruh Perakuan terhadap Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman menggambarkan hasil akumulasi pertumbuhan ke arah vertikal serta berfungsi sebagai penanda langsung terhadap efisiensi proses fotosintesis dan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Perlakuan pupuk organik granul menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($p<0,05$) terhadap tinggi tanaman. Perlakuan B3 menghasilkan tinggi tanaman berbeda nyata dengan B0, B1 dan B2. Hal ini disebabkan B3 memiliki kandungan nutrien (N, P, Fe dan Zn) yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan yang lain (Tabel 2) serta adanya penambahan lamtoro dan fungi mikoriza arbuskula (FMA) yang dapat membantu dalam penyerapan unsur hara.

Ketersediaan kandungan nutrien pupuk organik granul perlakuan B3 menunjukkan nilai yang lebih tinggi, terutama pada unsur N dan P dibandingkan perlakuan yang lain (Tabel 2). Sehingga mampu menghasilkan pertumbuhan tinggi tanaman yang optimal.

Tabel 3 Hasil analisis tanah sebelum penelitian di Laboratorium Lapang Agrostologi, Fakultas Peternakan IPB University

Parameter	Nilai*	Kategori**
pH H ₂ O	5,1	Masam
C-Organik (%)	1,68	Rendah
N _{total} (%)	0,24	Rendah
P ₂ O ₅ (tersedia) mg Kg ⁻¹	2,18	Sangat rendah
K ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,47	Rendah
Na ⁺ (cmolc kg ⁻¹)	0,08	Rendah
Ca ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	3,40	Cukup
Mg ²⁺ (cmolc kg ⁻¹)	2,98	Cukup
Kapasitas tukar kation (cmolc kg ⁻¹)	20,25	Cukup
Textur (pasir:debu:liat) (%)	35,7:21,9:42,4	Lempung berliat

*Hasil analisis tanah Laboratorium *Indonesia Center for Biodiversity Biotechnology* ICBB PT Biodiversitas Bioteknologi Indonesia (2025). **Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah Dan Pupuk (2023).

Tinggi tanaman *Sorgum bicolor* varietas samurai 1 pada umur 10 MST pada penelitian ini berkisar antara 107,75 -257,04 cm (Tabel 4). Nilai ini lebih tinggi dibandingkan hasil penelitian Malalantang *et al* (2024) dengan tinggi tanaman 213,07 cm. Peningkatan ini diduga dari penambahan daun lamtoro sebagai sumber nitrogen dan mikoriza pada perlakuan B3, yang sinergis mendukung pertumbuhan tanaman.

Nitrogen merupakan unsur hara makro esensial bagi tanaman yang berfungsi dalam mengatur pertumbuhan vegetatif terutama tinggi tanaman. Tuerah *et al* (2023) melaporkan nitrogen berperan dalam pembentukan sel, jaringan dan organ tanaman. Proses ini menghasilkan senyawa yang berperan dalam aktivitas pembelahan sel, yang selanjutnya berkontribusi pada pertumbuhan tinggi tanaman. Selain itu dengan adanya penambahan mikoriza mampu meningkatkan penyerapan hara yang dibutuhkan tanaman. Menurut Karti *et al*. (2018) bahwa FMA membantu meningkatkan penyerapan unsur hara makro seperti N dan P dengan meningkatkan luas permukaan akar dan memobilisasi hara ke tanaman inang. Peningkatan penyerapan hara oleh FMA, khususnya hara N, P, Fe dan Zn akan dapat meningkatkan tinggi tanaman (Zaman *et al*. 2021).

Pengaruh Perlakuan terhadap Panjang Daun dan Lebar Daun

Panjang daun berpengaruh langsung terhadap proses fotosintesis. Daun yang lebih panjang mampu menyerap cahaya matahari lebih efektif, sehingga mendukung peningkatan produksi energi dan akumulasi biomassa melalui fotosintesis. Sedangkan lebar daun bagian penting dalam indeks luas daun yang menjadi indikator kemampuan dalam menangkap cahaya dan melakukan proses pertukaran gas. Semakin lebar daun, semakin besar pula jumlah hasil fotosintesis dihasilkan, yang secara langsung berdampak pada peningkatan pertumbuhan dan biomassa tanaman. Data panjang dan lebar daun tanaman dapat dilihat pada Tabel 4. Perlakuan pupuk organik granul menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($p<0,05$) terhadap kedua peubah tersebut. Perlakuan B3 menghasilkan panjang dan lebar daun berbeda nyata dengan B0 dan B1, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan B2. Pada panjang daun, perlakuan B2 juga tidak berbeda nyata dengan perlakuan B1.

Peningkatan panjang dan lebar daun pada perlakuan B2 dan B3 dapat dikaitkan dengan peran pupuk organik, mikoriza dan lamtoro dalam meningkatkan ketersediaan unsur hara makro terutama P dan K di dalam tanah yang mendukung pembelahan dan pembesaran sel daun. Pupuk organik memiliki unsur hara P dan K yang mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk perkembangan daun (Siregar 2023). Selain itu perlakuan mikoriza mampu membantu tanaman untuk penyerapan fosfor yang penting terhadap pertumbuhan daun. Hifa memperluas jangkauan akar sehingga serapan hara yang dibutuhkan tanaman meningkat dan menghasilkan berbagai hormon pertumbuhan (Prihantoro *et al*. 2023).

Tabel 4 Hasil Pertumbuhan Tanaman sorgum 10 MST, dosis 4 ton ha⁻¹

Peubah	Perlakuan				P-value
	B0	B1	B2	B3	
Tinggi tanaman (cm)	107,75±4,46 ^a	194,91±14,70 ^b	235,29±17,28 ^c	257,04±4,47 ^d	0,000
Panjang daun (cm)	63,62±2,56 ^a	74,88±1,88 ^b	80,58±7,99 ^{bc}	84,29±1,85 ^c	0,001
Lebar daun (cm)	6,83±1,30 ^a	7,80±0,45 ^b	9,06±0,47 ^c	9,83±0,54 ^c	0,000
Jumlah daun (lembar)	8,21±0,39 ^a	9,16±0,40 ^b	11,75±0,28 ^c	11,37±0,74 ^c	0,000
Diameter batang (mm)	14,26±0,82 ^a	20,80±1,26 ^b	21,33±1,50 ^b	21,56±1,13 ^b	0,000

Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p<0,05$). B0: tanpa pupuk organik, B1: bokashi, B2: bokashi+mikoriza, B3: bokashi+mikoriza+lamtoro

Hal ini menjelaskan bahwa pada penelitian ini, perlakuan dengan penambahan lamtoro dan mikoriza (B3 dan B2) menunjukkan panjang dan lebar daun yang lebih besar dibandingkan perlakuan bokashi saja (B1) maupun kontrol tanpa pemberian pupuk organik (B0).

Pengaruh Perlakuan terhadap Jumlah Daun

Jumlah daun mencerminkan aktivitas pertumbuhan titik tumbuh dan intensitas percabangan tanaman. Daun menjadi lokasi utama transpirasi, banyaknya daun juga berkaitan erat dengan proses fisiologis tanaman. Jumlah daun yang tinggi umumnya menunjukkan bahwa tanaman berada dalam kondisi pertumbuhan yang aktif. Perlakuan pupuk organik granul menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($p<0,05$) terhadap jumlah daun. Hasil uji lanjut menunjukkan bahwa perlakuan B3 dan B2 menghasilkan jumlah daun tertinggi dan berbeda nyata dengan B1 dan B0. Peningkatan jumlah daun pada B2 dan B3 diduga karena adanya mikoriza dan penambahan daun lamtoro sebagai sumber nitrogen, yang berperan penting dalam pembentukan daun baru. Peran daun lamtoro sebagai sumber nitrogen sesuai penelitian Tuerah *et al* (2023) membuktikan bahwa unsur hara yang berpengaruh terhadap panjang, luas dan jumlah daun tanaman adalah nitrogen.

Peningkatan jumlah daun pada perlakuan B3 dan B2 menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan mikoriza efektif mendukung pertumbuhan vegetatif. Meskipun B3 memberikan hasil tinggi, namun efek sinergis terbaik terdapat pada kombinasi B2, peningkatan P dan N berada pada komposisi ideal bagi tanaman dalam fase pertumbuhan awal. Selain itu, mikoriza mampu meningkatkan jumlah daun karena memiliki hifa eksternal yang mampu memperluas jangkauan akar dalam meningkatkan penyerapan unsur hara, terutama fosfor, dan air (Hapsani dan Basri 2018). Penelitian Widyaningrum *et al.* (2023) menunjukkan bahwa pemberian mikoriza berpengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tanaman, termasuk peningkatan jumlah daun. Perlakuan B1 yang hanya menggunakan bokashi tetap menunjukkan jumlah daun yang lebih banyak dibanding B0 (tanpa pupuk organik). Hal ini diduga karena pupuk bokashi menyediakan unsur hara makro terutama N dan P yang diperlukan dalam pembentukan daun (Tabel 2), dibandingkan B0 (tanpa pupuk organik) dimana kondisi tanah masam berpotensi mengikat P, sehingga ketersediaan unsur hara makro salah satunya P menurun. Rendahnya ketersediaan hara

pada B0 membatasi titik tumbuh dan menghambat pembentukan daun baru.

Pengaruh Perlakuan terhadap Diameter Batang

Diameter batang menjadi indikator penting dalam menilai kapasitas fisiologis tanaman karena berhubungan langsung dengan penyimpanan dan distribusi sumber energi. Semakin besar diameter batang maka semakin tinggi potensi tanaman untuk tumbuh optimal dan menghasilkan biomassa tinggi. Berdasarkan hasil analisis, perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap diameter batang sorgum. Perlakuan B3, B2 dan B1 tidak berbeda nyata satu sama lain, namun ketiganya berbeda nyata dengan B0.

Peningkatan diameter batang pada perlakuan B3 dan B2 dapat dikaitkan dengan peran mikoriza yang membantu penyerapan unsur hara dan berpengaruh terhadap tinggi dan diameter batang tanaman. Menurut Karti dan Setiadi (2011), mikoriza berperan penting dalam meningkatkan penyerapan unsur hara, terutama fosfor dan air melalui hifa yang memperluas jangkauan akar. Mekanisme ini mendukung pertumbuhan tanaman secara menyeluruh, termasuk pembesaran batang. Selain itu, perlakuan B3 yang mengandung lamtoro memberikan sumber nitrogen tambahan, sehingga mempercepat pertumbuhan vegetatif. Hal ini sejalan dengan Ardiansah *et al.* (2023), nitrogen menjadi komponen kunci dalam proses pembentukan batang, yang menghasilkan diameter batang yang lebih besar.

Secara umum, perlakuan B3 menghasilkan diameter batang tertinggi diikuti oleh B2 dan B1, sedangkan B0 menunjukkan diameter terendah. Meskipun B3 memberikan hasil tertinggi, perbedaan dengan B2 tidak berbeda nyata secara statistik. Sehingga B2 dapat dipertimbangkan sebagai perlakuan yang lebih efisien dengan hasil pertumbuhan batang yang tetap optimal.

Pengaruh Perlakuan terhadap Rasio Batang-Daun

Rasio batang-daun merupakan indikator penting dalam menilai proporsi alokasi biomassa tanaman antara bagian generatif dan vegetatif. Berdasarkan hasil analisis, perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap rasio batang-daun sorgum. Perlakuan B3 dan B2 menghasilkan rasio batang-daun tertinggi (Tabel 5) dan berbeda nyata dengan B1 dan B0. Nilai rasio yang rendah pada perlakuan B0 menunjukkan bahwa proporsi daun lebih dominan dibanding batang. Perlakuan B0 tanpa aplikasi pupuk organik granul

Tabel 5 Hasil biomassa dan fisiologis sorgum 80 HST dosis 4 ton ha⁻¹

Parameter	Perlakuan			
	B0	B1	B2	B3
Rasio batang daun	0,21±0,06 ^a	1,45±0,36 ^b	2,29±0,27 ^c	2,09±0,26 ^c
Biomassa (g tanaman ⁻¹)	40,20±5,92 ^a	266,61±57,50 ^b	420,90±73,79 ^c	518,36±72,00 ^d
Biomassa (ton ha ⁻¹)	3,34±0,50 ^a	23,69±5,11 ^b	37,43±6,59 ^c	46,07±6,40 ^d
Kadar gula (%)	9,82±0,62	11,89±0,65	11,70±0,95	11,67±1,24

Superskrip berat segar yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($p<0,05$). Kadar gula menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$). B0: tanpa pupuk organik, B1: bokashi, B2: bokashi+mikoriza, B3: bokashi+mikoriza+lamtoro

memiliki ketersediaan unsur hara esensial terbatas yang menghambat proses pertumbuhan. Selain itu, tanpa adanya mikoriza atau bahan organik sistem perakaran tanaman tidak mampu menjangkau dan menyerap hara secara optimal, sehingga laju pertumbuhan terutama batang terhambat.

Peningkatan rasio pada perlakuan B3 dan B2 ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh perlakuan kombinasi berupa pupuk organik granul, mikoriza, dan penambahan lamtoro, yang bekerja secara sinergis dalam mendorong pertumbuhan batang secara lebih dominan. Mikoriza meningkatkan penyerapan hara terutama fosfor melalui hifa (Karti & Setiadi, 2011), yang mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal khususnya pada bagian batang. Lamtoro berkontribusi terhadap penyediaan nitrogen mendukung pertumbuhan vegetatif (batang) tanaman. Hal ini sesuai dengan pendapat Ardiansah *et al.* (2023), nitrogen menjadi komponen kunci dalam proses pembentukan batang. Dalam penelitian ini, tanaman sorgum Samurai 1 digunakan sebagai hijauan atau bahan baku bioenergi. Rasio batang-daun yang tinggi, seperti yang terlihat pada perlakuan B₁ dan B₂, dianggap ideal untuk tujuan tersebut karena mencerminkan kapasitas fotosintetik yang baik dan akumulasi biomassa struktural yang tinggi, terutama pada bagian batang.

Pengaruh Perlakuan terhadap Biomassa (g tanaman⁻¹ dan ton ha⁻¹)

Berat segar merupakan indikator penting dalam menilai akumulasi biomassa total dan tingkat produktivitas tanaman. Berat batang mencerminkan distribusi hasil fotosintesis ke jaringan tanaman, berat daun mencerminkan kapasitas fotosintetik, sedangkan berat malai menunjukkan hasil generatif melalui pembentukan biji. Pengaruh perlakuan terhadap biomassa terlihat pada Tabel 5.

Perlakuan pupuk organik berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap biomassa tanaman sorgum. Perlakuan B3 menghasilkan biomassa terbesar (Tabel 5) dan berbeda nyata dengan B2, B1 dan B0. Peningkatan biomassa pada B3 disebabkan adanya kombinasi bokashi, mikoriza dan lamtoro yang bekerja secara sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman. Bokashi memperbaiki struktur tanah, meningkatkan ketersediaan unsur hara dan bahan organik. Mikoriza membentuk hifa eksternal (Hapsani & Basri 2018) yang membantu meningkatkan proses penyerapan hara terutama fosfor. Lamtoro berperan sebagai sumber nitrogen organik yang mudah

terdekomposisi, mendukung pertumbuhan vegetatif dan aktivitas mikroba tanah (Kugedera *et al.* 2022). Sinergi dari ketiga tersebut menghasilkan akumulasi biomassa tanaman yang lebih tinggi. Secara umum, pada perlakuan B1 yang hanya menggunakan bokashi, menunjukkan bahwa bokashi saja belum optimal dalam menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Penambahan mikoriza pada B2 meningkatkan biomassa dibandingkan B1, sedangkan kombinasi bokashi, mikoriza dan lamtoro pada B3 menghasilkan biomassa tertinggi. Begitu juga dengan B0 tanpa pemberian pupuk organik memiliki biomassa paling rendah dari perlakuan B1, B2 dan B3.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kadar Gula (%)

Kadar gula mengukur persentase total gula terlarut dalam cairan tanaman. Kadar gula pada tanaman sorgum menjadi indikator penting kualitas hasil karena mencerminkan efisiensi fotosintesis dan akumulasi energi dalam bentuk gula. Tingginya kadar gula maka semakin besar pula potensi nilai gizi dan bioenergi. Kadar gula tanaman sorgum menunjukkan nilai yang bervariasi antar perlakuan,

Hasil kadar gula yang diambil pada umur 80 HST pada penelitian ini menunjukkan hasil yang tidak signifikan antar perlakuan. Kondisi ini diduga terkait dengan waktu pengambilan data yang kemungkinan belum berada pada fase puncak akumulasi gula. Harahap *et al* (2023) juga melaporkan bahwa pengukuran kadar gula pada umur 80 hari setelah tanam (HST) tidak menunjukkan berbeda nyata. Sementara itu, Lestari (2025) melaporkan bahwa kadar gula pada tanaman sorgum terjadi secara optimal pada fase pengisian batang yaitu sekitar umur 85-90 HST, yang merupakan fase transisi dari pertumbuhan vegetatif menuju generatif. Selain faktor umur panen, pemberian pupuk organik, mikoriza dan lamtoro cenderung lebih berperan dalam meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan produksi biomassa dibanding dengan akumulasi gula dalam batang. Hal ini sejalan dengan Hartatik *et al.* (2015), melaporkan bahwa pupuk organik dan hayati berkontribusi signifikan dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, namun dampaknya terhadap kualitas kadar gula sering kali tidak langsung terlihat dalam jangka pendek.

SIMPULAN

Kombinasi pupuk organik granul yang diperkaya mikoriza dan lamtoro (B3) terbukti sebagai perlakuan

paling efektif dalam meningkatkan pertumbuhan dan produksi *Sorghum bicolor* varietas Samurai 1.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardiansah T, Suryanti S & Kristalisasi E N. 2023. Pemanfaatan komposisi pupuk bokashi dan tanah regosol terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq) pada masa pre nursery. *Agroforetech*. 1(03):1350-1353.
- Aulia AE, Maimunah Y & Suprastyania H. 2021. Penggunaan ekstrak daun lamtoro (Leucaena leucocephala) Sebagai pupuk dengan salinitas yang berbeda terhadap laju. *Journal of Fisheries and Marine Research*. 5(1):47-55
- Azis AH & Arman. 2013. Respons jarak tanam dan dosis pupuk organik granul yang berbeda terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman jagung manis. *Jurnal Agrisistem*. 9(1):16-23.
- Badan Standarisasi Nasional. 2024. Pupuk Organik Padat. SNI 7763:2024. Jakarta. BSN.Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk. 2023. Analisa Tanah, Tanaman Air dan Pupuk. Edisi 3. Bogor (ID): Kementerian Pertanian Republik Indonesia
- Fanindi A, Sajimin & Sutedi E. 2020. Karakter morfologi dan produktivitas kultivar rumput benggala (*Panicum maximum*) pada tanah kering masam. *Jurnal of Agronomi Indonesia*. (48(2):196-202. doi:10.24831/jai.v48i2.30879.
- Hapsani A & Basri H. 2018. Kajian peranan mikoriza dalam bidang pertanian. *Agrica Ekstensia*. 12(2):74-78
- Harahap AE, Abdullah L, Karti PDM & Despal. 2023. Production, proportion biomass and sugar content of samurai sorghum harvested with the system ratoon pattern as feed raw material. *Livest. Res. Rural Dev*. 35(1):1-8.
- Hartatik W, Husnain H & Widowati LR. 2015. Peranan pupuk organik dalam peningkatan produktivitas tanah dan tanaman. *Jurnal Sumberdaya Lahan*.:107-120.
- Irawan D & Bisono RM. 2019. PKM pelatihan teknologi tepat guna pembuatan pupuk organik granul di desa Gogodeso dan Munggalan Kecamatan Kanigoro kabupaten Blitar provinsi Jawa Timur *Jurnal Pengabdian Nusantara*. 2(2): 215-226
- Karti PDMH, Prihantoro I & Setiana MA. 2018. Evaluation of arbuscular mycorrhizal fungi inoculum on production and nutrient content of *Pennisetum purpureum*. *Tropical Animal Science Journal*. 41(2):114-120 .doi:10.5398/tasj.2018.41.2.114.
- Karti PDMH & Setiadi Y. 2011. Respon pertumbuhan, produksi dan kualitas rumput terhadap penambahan fungsi mikoriza arbuskula dan asam humat pada tanah masam dengan aluminium tinggi. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 16(2):105-112.
- Kasno, A. 2020. Perbaikan tanah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan berimbang dan produktivitas lahan kering masam. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 13(1): 27 - 40 <https://doi.org/10.21082/jsdl.v13n1.2019.27-40>
- Kugedera AT, Nyamadzawo G & Mandumbu R. 2022. Augmenting Leucaena leucocephala biomass with mineral fertiliser on rainwater use efficiency, agronomic efficiency and yields on sorghum (*Sorghum bicolor* [(L.) Moench]) under rainwater harvesting techniques in semi-arid region of Zimbabwe. *Heliyon*. 8(7):e09826.doi: 10.1016/j.heliyon.2022.e09826.
- Lestari DIA, Anugrahawati DR & Zubaidi A. 2025. Pertumbuhan dan kadar brix beberapa varietas sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) pada fase berbunga G. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agrokompel* 4(1):42-48.
- Malalantang SS, Telleng MM, Waani MR, Kaunang WB, Kumajas NJ. 2023. Carrying capacity and productivity of sorghum samurai 1 , samurai 2, patir 37 and pahats in the Tampusu livestock area North Sulawesi Province. *Journal of Xi'an Shiyou University*, 19(10):1-5.
- Mulyani, A & M. Sarwani. 2013. Karakteristik dan potensi lahan sub optimal untuk pengembangan pertanian di Indonesia. *Jurnal Sumberdaya Lahan* 7:47-55.
- Prihantoro I, Karti PD, Aditia EL & Nisabillah S. 2023. Kualitas fungsi Mikoriza arbuskula (FMA) yang diproduksi dengan teknik fortifikasi dan fertigasi berbeda pada pertumbuhan Indigofera zollingeriana. *Jurnal Ilmu Pertanian . Indonesia*. 28(3):377-385.doi:10.18343/jipi.28.3.377.
- Puteri RE, Karti PDMH, Abdullah L & Supriyanto. 2015. Productivity and nutrient quality of some sorghum mutant lines at different cutting ages. *Media Peternakan*. 38(2):132-137.doi:10.5398/medpet.2015.38.2.132
- Siregar AP & Wijayanto N 2023. The Response of giving Gamal, Calliandra, and Lamtoro leaves compost fertilizer to Stevia plant (Stevia rebaudiana Bertoni) growth. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1315(1):012008 DOI:[10.1088/1755-1315/1315/1/012008](https://doi.org/10.1088/1755-1315/1315/1/012008)
- Supit JMJ, Karamoy LTh & Kamagi YEB. 2020. Pemanfaatan kompos dan EM-4 pada lahan kritis terhadap serapan hara, pertumbuhan dan produksi bawang merah (*Allium ascalonicum* L) di kabupaten Minahasa. *Prosiding Seminar Nasional Dies Natalis ke 60 Fakultas Pertanian*. Manado (ID) : Fakultas Pertanian Universitas Manado
- Tuerah GK, Gunadi IGA & Astawa ING. 2023. Pengaruh pemberian pupuk organik cair daun lamtoro dan NASA terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.). *Nandur*. 3(4):2746-6957
- Widyaningrum ED, Kristalisasi EN & Syah RF. 2023. Pengaruh dosis mikoriza dan volume penyiraman terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat ceri (*Solanum Lycopersicum* Var. Cerasiforme). *Agroforetech* 1(1):8-12.
- Zaman I, Ali M, Shahzad K, Tahir MS, Matloob A, Ahmad W, Alamri S, Khurshid MR, Qureshi MM, Wasaya A & et al. 2021. Effect of plant spacings on growth, physiology, yield and fiber quality attributes of cotton genotypes under nitrogen fertilization. *Agronomy*. 11(12).doi:10.3390/agronomy11122589