

Perbaikan Retensi Air dengan Aplikasi Bahan Organik pada Pertanaman Sorgum

(Improving Water Retention by Organic Materials Application on Sorghum Plantation)

Nurmi*, Nikmah Musa, Zulzain Ilahude

(Diterima Juni 2023/Disetujui Februari 2024)

ABSTRAK

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan peranan bahan organik eceng gondok (*Eichhornia crassipes* Mart.) pada retensi air pada pF 2,54 dan pF 4,2, kadar air-tersedia, dan bobot isi tanah (BD, *bulk density*). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Faktor pertama adalah varietas sorgum, terdiri atas 2 taraf, yaitu, V1 (Numbu) dan V2 (Kawali). Faktor kedua adalah dosis bahan organik eceng gondok, terdiri atas 5 taraf, yaitu P0 (tanpa aplikasi bahan organik), P1 (10 ton.ha⁻¹), P2 (20 ton.ha⁻¹), P3 (30 to.ha⁻¹), dan P4 (40 ton.ha⁻¹). Untuk menetapkan pengaruh perlakuan, retensi air diukur pada pF 2,54 dan pF 4,2 menggunakan *pressure plate apparatus* dan *pressure membrane apparatus*, dan BD dengan metode ring. Hasilnya menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik eceng gondok dan varietas berpengaruh nyata pada retensi air pada pF 2,54, kadar air-tersedia, dan BD, dengan perlakuan terbaik pada aplikasi bahan organik eceng gondok 40 ton.ha⁻¹ dan varietas Kawali, tetapi tidak berpengaruh nyata pada retensi air pada pF 4,2. Tidak terdapat ineteraksi antara bahan organik eceng gondok dan varietas sorgum pada perbaikan retensi air dan bobot isi tanah. Retensi air tertinggi pada pF 2,54, ialah 32,24% (P4), kadar air-tersedia tertinggi 11,67 % (P4), tetapi tidak berbda nyata dengan P3 (11,55%). Nili BD terendah 1,11 g cm⁻³ (P4), tetapi tidak berbeda nyata dengan P3 (1,13 g cm⁻³). Terdapat korelasi linear positif dan linear negatif yang sangat kuat antara kadar air-tersedia dan BD dengan tinggi tanaman, panjang malai, dan hasil tanaman sorgum.

Kata kunci: bobot isi tanah, eceng gondok, kadar air-tersedia, retensi air, sorgum

ABSTRACT

This study aimed to determine the role of water hyacinth (*Eichhornia crassipes* Mart.) organic matter on water retention at pF 2.54 and pF 4.2, available water content, and bulk density (BD). The research method used was a factorial randomized block design. The first factor was the sorghum variety, which consisted of 2 levels, namely, V1 (variety) and V2 (Kawali). The second factor was the dose of water hyacinth organic matter, which consisted of 5 levels, namely P0 (without the application of water hyacinth organic matter), P1 (10 tons.ha⁻¹), P2 (20 tons.ha⁻¹), P3 (30 tons.ha⁻¹), and P4 (40 tons.ha⁻¹). Water retention was measured at pF 2.54 and pF 4.2 using a pressure plate apparatus and pressure membrane apparatus, respectively, and BD was measured using the ring method. The results showed that the treatment of organic matter application and varieties had a significant effect on water retention at pF 2.54, available water content, and BD with the best treatment of 40 tons of organic matter application and Kawali variety, but not affecting water retention at pF 4.2. There was no interaction between water hyacinth organic matter and sorghum varieties to improve water retention and BD. The highest water retention at pF 2.54 was 32.24% (P4), and the highest available water content was 11.67% (P4) but not significantly different from P3 (11.55%); the lowest BD was 1.11 g.cm⁻³ (P4) but not significantly different from P3 (1.13 g.cm⁻³). A very strong positive linear and negative linear correlation exists between available water content and BD with plant height, panicle length, and sorghum yield.

Keywords: bulk density, water hyacinth, water content, water retention, sorghum

PENDAHULUAN

Sifat fisik tanah perlu diperbaiki guna menciptakan zona perakaran yang dapat mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman secara optimal. Retensi air merupakan salah satu sifat fisik tanah yang sangat berperan pada pertumbuhan dan produksi tanaman,

khususnya tanaman sorgum yang banyak dikembangkan pada lahan kering. Retensi air menunjukkan kemampuan matriks tanah dalam menahan air pada tekanan tertentu, sedangkan bobot isi tanah (*bulk density*, BD) mengindikasikan tingkat kepadatan suatu tanah. Ketersediaan air untuk tanaman tidak hanya ditentukan oleh banyaknya air yang masuk ke dalam tana, tetapi juga ditentukan kemampuan matriks tanah dapat menahan air tersebut supaya tetap tersedia pada zona perakaran tanaman. Menurut Jur *et al.* (1991), dua ciri yang terpenting dari fase air adalah

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Jend. Sudirman No.6, Dulalowo Timur, Kota Tengah, Gorontalo 96128

* Penulis Korespondensi: Email: nurmi@ung.ac.id

jumlah air dalam jumlah tertentu dari tanah dan gaya menahan air dalam matriks tanah.

Tanah-tanah yang mampu meretensi air yang cukup akan mampu meningkatkan kadar air-tersedia di dalam tanah yang dapat diserap oleh akar tanaman bersama unsur hara yang terlarut di dalamnya. Peningkatan ketersediaan air akibat peningkatan kemampuan retensi air oleh matriks tanah dipengaruhi oleh kadar bahan organik tanah. Wahyunie *et al.* (2012) menunjukkan bahwa perlakuan sistem olah tanah konservasi dengan kandungan bahan organik yang lebih tinggi memiliki kadar air-tersedia yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pengolahan tanah intensif tanpa pemanfaatan sisa tanaman dan mulsa sebagai sumber bahan organik. Kadar bahan organik juga dapat menurunkan nilai BD dan meningkatkan kapasitas infiltrasi air ke dalam tanah.

Permasalahan yang ada pada lahan-lahan pertanian tropis ialah karena umumnya memiliki kadar bahan organik yang rendah akibat proses pelapukan yang berjalan sangat cepat. Tambahan bahan organik dapat diupayakan untuk meningkatkan kadar bahan organik tanah. Banyak jenis bahan organik untuk keperluan ini, di antaranya adalah bahan organik eceng gondok (*Eichornia crassipes* Mart.). Sondakh *et al.* (2018) melaporkan bahwa aplikasi bahan organik eceng gondok 50% dan kotoran ayam 50% menghasilkan nilai BD yang nyata lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan peranan bahan organik eceng gondok pada perbaikan retensi air pada dua varietas sorgum, dan korelasinya dengan pertumbuhan dan hasil tanaman. Keberadaan bahan organik eceng gondok diharapkan akan mengagregasi tanah dengan baik sehingga distribusi pori terpelihara, yang dapat mendukung peningkatan retensi air.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah benih sorgum varietas Numbu dan Kawali, serta bahan organik eceng gondok. Alat analitis yang digunakan adalah alat *pressure plate*, alat *pressure membrane*, ring sampel, dan neraca analitik.

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di lahan pertanian milik petani di Desa Hulawa, Kecamatan Telaga, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Retensi air dianalisis di Laboratorium Fisika dan Konservasi Tanah Institut Pertanian Bogor.

Metode

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial. Faktor pertama adalah varietas sorgum yang terdiri atas 2 taraf, yaitu, V1 (Numbu) dan V2 (Kawali). Faktor kedua adalah dosis bahan organik eceng gondok yang terdiri atas 5 taraf, yaitu

P0 (tanpa aplikasi bahan organik eceng gondok atau kontrol), P1 (10 ton.ha⁻¹), P2 (20 ton.ha⁻¹), P3 (30 ton.ha⁻¹), dan P4 (40 ton.ha⁻¹). Setiap kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga terdapat 30 unit-unit percobaan di lapangan.

Prosedur

Penelitian dilaksanakan pada petak percobaan berukuran 3 m × 4 m. Bahan organik eceng gondok yang telah dikeringkan dan dipotong-potong dengan ukuran ± 5 cm dicampur secara merata ke dalam setiap petak percobaan. Penanaman dan pengukuran pertumbuhan dan hasil kedua varietas sorgum (tinggi tanaman dan panjang malai) diamati pada setiap petak. Pada akhir percobaan diambil sampel tanah untuk menentukan sifat fisik tanah pada setiap petak percobaan, yakni retensi air dan BD.

- Retensi air pada pF 2,54 dan 4,2

Penetapan retensi air pada pF 2,54 menggunakan alat *pressure plate*, dan pF 4,20 menggunakan *pressure membrane*. Kadar air-tersedia dihitung dari selisih kadar air yang diretensi pada pF 2,54 dengan pF 4,2. Perhitungan kadar air volumetrik yang diretensi pada setiap pF yang diamati menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{bobot tanah pF tertentu} - \text{bobot kering oven}}{\text{Bobot kering oven}} \times 100\% \times \text{BD}$$

Keterangan:

BD = Bobot isi tanah

- BD (g cm⁻³)

Nilai BD ditetapkan menggunakan sampel tanah utuh dalam *ring sampler*. Sampel tanah tersebut dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 105°C. BD dihitung dengan rumus:

$$\text{BD} = \frac{M_s}{V_t}$$

Keterangan:

BD = Bobot isi tanah

M_s = Massa tanah kering oven

V_t = Volume total (volume tanah + volume pori)

Analisis Data

Data dianalisis dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Uji lanjut BNJ (beda nyata jujur) pada taraf uji 5% dilakukan untuk menentukan perbedaan yang berarti di antara taraf-taraf perlakuan. Analisis regresi-korelasi dimaksudkan untuk mempelajari hubungan antara tinggi tanaman dan panjang malai tanaman sorgum dengan kadar air-tersedia dan BD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Retensi Air pada pF 2,54

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan varietas dan bahan organik eceng gondok berpengaruh nyata pada retensi air pada pF 2,54, tetapi tidak terdapat interaksi di antara keduanya.

Rata-rata nilai kadar air pada pF 2,54 serta hasil uji BNJ 5% pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1. Retensi air pada pF 2,54 nyata lebih tinggi (32,34%) pada V2 (Kawali) dibandingkan dengan V1 (Numbu), 28,43%. Hal ini dapat terjadi karena perbedaan arsitektur akar yang dimiliki oleh kedua varietas tersebut yang menyebabkan sampel tanah yang diambil pada zona perakaran juga memiliki sisa-sisa akar tanaman (bahan organik) yang berbeda. Enyew *et al.* (2023) menemukan terdapat ragam yang sangat nyata di antara genotipe sorgum dan arsitektur sistem akar, misalnya bobot segar dan bobot kering akar beragam dari 0,6–5,3 g dan 0,05–0,75 g pada umur tiga pekan setelah tanam. Adapun aplikasi bahan organik eceng gondok 40 ton.ha⁻¹ (P4) memberikan nilai retensi air tertinggi pada pF 2,54, dan terendah pada control (P0). Rendahnya retensi air pada perlakuan P0 diduga karena rendahnya kadar bahan organik tanah. Smith *et al.* (1998) juga mengemukakan bahwa bahan organik tanah dapat mengikat air hingga 20 kali bobotnya. Nurmi *et al.* (2011) menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik eceng gondok 12 ton.ha⁻¹ dapat meningkatkan retensi air pada pF 1,0 dan 2,0, tetapi tidak berpengaruh nyata pada pF 2,54 dan 4,2. Retensi air pada penelitian ini berbeda dengan laporan sebelumnya, mungkin karena perbedaan dosis bahan organik eceng gondok yang diaplikasikan.

Retensi Air pada pF 4,2

Perlakuan varietas dan bahan organik eceng gondok tidak berpengaruh nyata pada retensi air pada

pF 4,2 (Gambar 1). Rata-rata nilai retensi air pada pF 4,2 dengan aplikasi bahan organik pada kedua varietas sorgum adalah 19,31–20,85%. Tidak terdapat perbedaan kemampuan retensi air yang nyata di antara taraf-taraf perlakuan yang diujikan pada pF 4,2, baik perlakuan varietas maupun bahan organik eceng gondok. Mungkin hal ini disebabkan oleh varietas dan bahan organik baru dapat memengaruhi pori-pori yang meretensi air pada pF 2,54, dan belum mampu memengaruhi pori-pori yang meretensi air pada pF 4,2. Sebagaimana diketahui, pori-pori yang terisi air pada pF 4,2 adalah pori-pori halus atau mikropori, dengan pori yang berukuran lebih besar telah kosong pada pF 1, 2, dan 2,54. Wahyuni & Murtlaksono (2004) membagi pori drainase ke dalam tiga kelompok, yaitu (1) pori drainase sangat cepat, berdiameter > 300 µm, bagian pori yang akan kosong tidak terisi air pada pF 1,0, (2) pori drainase cepat, berdiameter 300-30 µm, bagian pori yang akan kosong tidak terisi air pada pF 1,0 sampai 2,0, dan (3) pori drainase lambat berdiameter 30–9 µm, bagian pori yang akan kosong tidak terisi air pada pF 2,0 sampai 2,54.

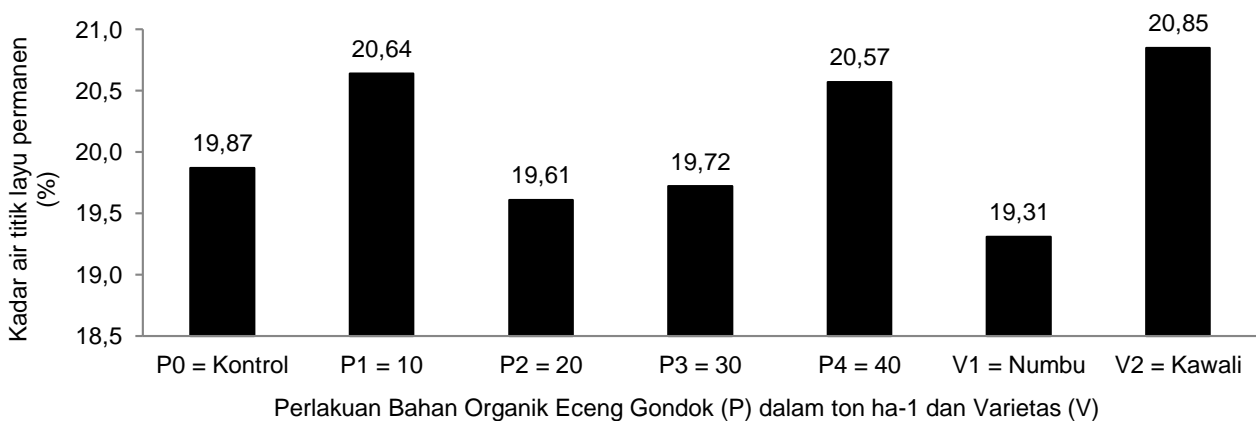
Kadar Air-tersedia

Varietas dan bahan organik eceng gondok berpengaruh nyata pada rata-rata kadar air-tersedia (Tabel 2). Kadar air air-tersedia nyata lebih tinggi (11,49%) pada V2 (Kawali) dibandingkan dengan V1 (Numbu), 9,12%. Tingginya kadar air-tersedia pada varietas Kawali terkait dengan nilai retensi air pada pF 2,54 yang diperoleh dalam penelitian ini. Adapun

Tabel 1 Retensi air pada pF 2,54 dengan berbagai perlakuan bahan organik eceng gondok pada dua varietas sorgum

Perlakuan varietas dan bahan organik	Retensi air (%)
V1	28,43 a
V2	32,34 b
P0	28,82 a
P1	29,44 b
P2	30,14 c
P3	31,27 c
P4	32,24 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%. V1 = Numbu, V2 = Kawali, P0 = Kontrol, P1 = 10 ton ha⁻¹, P2 = 20 ton ha⁻¹, P3 = 30 ton ha⁻¹, dan P4 = 40 ton ha⁻¹.



Gambar 1 Retensi air pada pF 4,2 dengan berbagai perlakuan bahan organik eceng gondok pada dua varietas sorgum.

aplikasi bahan organik 40 ton.ha⁻¹ (P4) memberikan nilai kadar air-tersedia nyata lebih tinggi (11,67%) dibandingkan P2, P1, dan P0, tetapi tidak berbeda nyata dengan P3 (11,55%). Perlakuan kontrol (P0) memberikan kadar air-tersedia nyata lebih rendah 8,80% daripada perlakuan lainnya. Hubungan antara bahan organik dan daya serap air juga ditunjukkan oleh Djojowasito *et al.* (2007) bahwa pada perlakuan kombinasi eceng gondok dan pelepah pisang, semakin banyak tambahan bahan serat, semakin tinggi pula daya serap dan kemampuan menahan air sehingga akan memengaruhi tingginya kadar air pada mulsa organik. Khodijah & Soemarno (2019) juga menunjukkan bahwa kadar air-tersedia pada 5 satuan peta lahan (SPL) adalah 9,5–19,5%, dan ini sesuai dengan data kadar air-tersedia dalam penelitian ini.

Bulk Density (g cm⁻³)

Perlakuan varietas dan bahan organik eceng gondok berpengaruh nyata pada bobot isi tanah (BD) tanah, tetapi tidak terdapat interaksi di antara keduanya (Tabel 3). Rendahnya nilai BD pada V2 dapat dipengaruhi oleh perbedaan kondisi perakaran dari varietas yang berbeda. Tanaman yang memiliki volume akar yang lebih banyak dapat menurunkan kepadatan tanah pada zona perakaran yang ditunjukkan oleh nilai BD yang nyata lebih rendah. Adapun perlakuan bahan organik 40 ton.ha⁻¹ (P4) memberikan nilai BD yang nyata lebih rendah dibandingkan P2, P1, dan P0, tetapi tidak berbeda nyata dengan P3. Perlakuan tanpa bahan organik (P0) memperlihatkan BD tertinggi dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Rendahnya BD tanah pada perlakuan P4 dan P3 disebabkan oleh tingginya kadar bahan organik tanah.

Kandungan bahan organik tanah yang tinggi akan meningkatkan kegemburan tanah sehingga kepadatan tanah menurun. BD merupakan petunjuk kepadatan tanah (Hardjowigeno 2007). Makin padat suatu tanah, makin tinggi BD-nya, dan semakin tidak padat atau semakin gembur, semakin rendah BD. Beberapa peneliti lain menunjukkan bahwa bahan organik berperan dalam menurunkan nilai BD. Kandungan bahan organik yang rendah akan menghasilkan tanah yang memiliki BD tinggi karena tanah akan semakin padat apabila kekurangan bahan organik, demikian pula sebaliknya (Prasetyo *et al.* 2014, Tarigan *et al.* 2015, Harahap *et al.* 2021).

Hubungan Tinggi Tanaman, Panjang Malai, dan Bobot Biji per Hektar dengan Kadar Air-tersedia dan BD

Hasil regresi antara tinggi tanaman (4, 6, dan 8 MST), panjang malai, dan bobot biji per hektar dengan kadar air-tersedia dan BD disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Terdapat hubungan linear positif antara tinggi tanaman, panjang malai, dan bobot biji per hektar dengan kadar air-tersedia. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi kadar air-tersedia, semakin tinggi tanaman sorgum, panjang malai, dan bobot biji per hektar. Sebaliknya, Gambar 3 menunjukkan hubungan linear negatif antara tinggi tanaman, panjang malai, dan bobot biji per hektar dengan BD. Hal ini berarti bahwa semakin tinggi BD, semakin rendah pertumbuhan tinggi, panjang malai, dan bobot biji per hektar semakin turun. Persamaan garis regresi antara tinggi tanaman, panjang malai, dan bobot biji per hektar dengan kadar air-tersedia dan BD memiliki nilai koefisien determinasi di atas 50%, yang berarti bahwa lebih dari 50% variasi tinggi tanaman, panjang

Tabel 2 Kadar air-tersedia dengan berbagai perlakuan bahan organik eceng gondok pada dua varietas sorgum

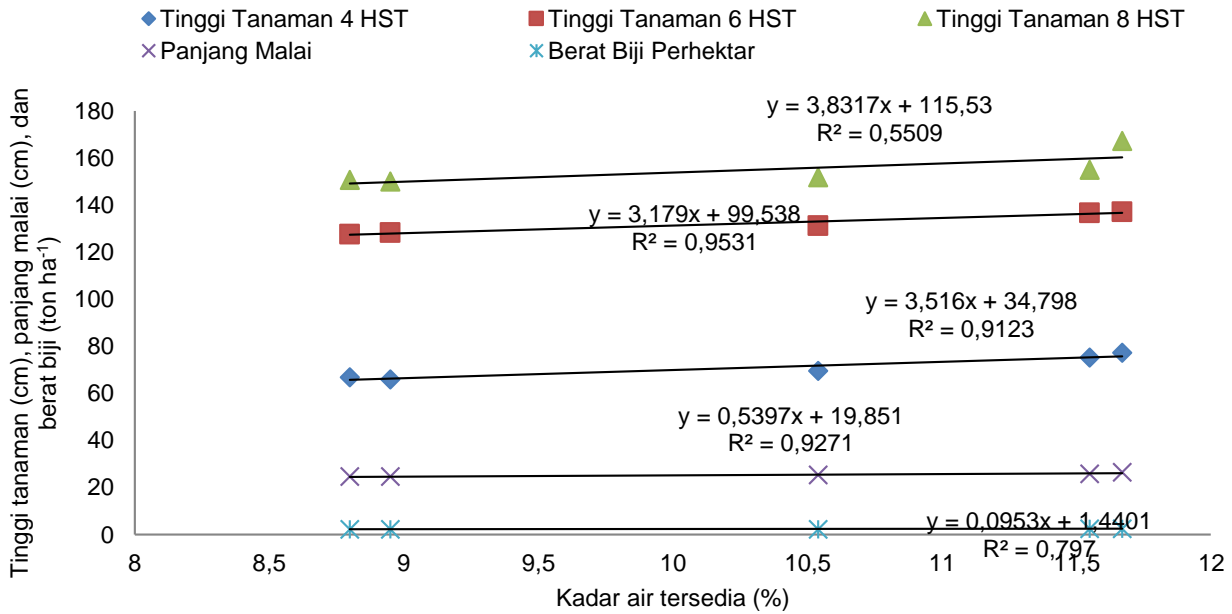
Perlakuan varietas dan bahan organik	Kadar air-tersedia (%)
VI	9,12 a
V2	11,49 b
P0	8,80 a
P1	8,95 b
P2	10,54 c
P3	11,55 cd
P4	11,67 d

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%. VI = Numbu, V2 = Kawali, P0 = Kontrol, P1 = 10 ton ha⁻¹, P2 = 20 ton ha⁻¹, P3 = 30 ton ha⁻¹, dan P4 = 40 ton ha⁻¹.

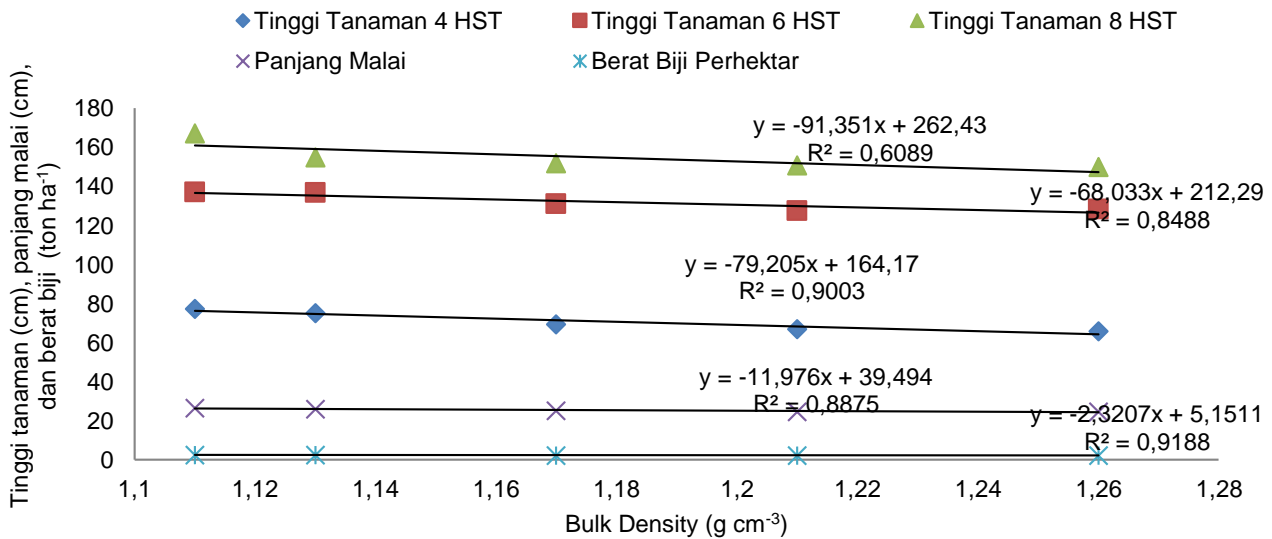
Tabel 3 Bobot isi tanah (BD) dengan berbagai perlakuan bahan organik eceng gondok pada dua varietas sorgum

Perlakuan varietas dan bahan organik	BD (g cm ⁻³)
VI	1,18 b
V2	1,17 a
P0	1,26 d
P1	1,21 c
P2	1,17 b
P3	1,13 a
P4	1,11 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada taraf uji BNJ 5%. VI = Numbu, V2 = Kawali, P0 = Kontrol, P1 = 10 ton ha⁻¹, P2 = 20 ton ha⁻¹, P3 = 30 ton ha⁻¹, dan P4 = 40 ton ha⁻¹.



Gambar 2 Hubungan antara tinggi tanaman, panjang malai, dan bobot biji per hektar dengan kadar air-tersedia pada berbagai perlakuan bahan organik eceng gondok.



Gambar 3 Hubungan antara tinggi tanaman, panjang malai, dan bobot biji perhektar dengan BD pada berbagai perlakuan bahan organik eceng gondok.

malai, dan bobot biji per hektar yang terjadi dapat dijelaskan oleh variabel kadar air-tersedia dan BD. Berdasarkan nilai koefisien determinasi tersebut, diperoleh nilai koefisien korelasi yang semuanya mengindikasikan keeratan data, yang tergolong kuat dan sangat kuat.

Keeratan hubungan antara tinggi tanaman dengan kadar air-tersedia juga ditemukan oleh Nugraheni *et al.* (2019), yakni perlakuan kedalaman tanam 1 cm dan volume pemberian air 600 mL menghasilkan tinggi tanaman terbaik, yaitu 118,67 cm. Meningkatnya tinggi tanaman adalah hasil perpanjangan ruas-ruas akibat membesarnya sel-sel dalam jaringan meristem interkalar, dan diduga

pemberian air volume 600 mL mampu mencukupi kebutuhan air tanaman sehingga pertumbuhan dan perkembangan tanaman menjadi lebih tinggi.

Hubungan antara hasil panen sorgum dengan kadar air-tersedia dan BD masing-masing digambarkan dengan persamaan garis regresi $y = 0,0951x + 1,4428$ dan $y = -2,3207x + 5,1511$, yang berarti bahwa setiap terjadi peningkatan kadar air-tersedia sebesar 1%, hasil sorgum akan meningkat 0,0951 ton ha⁻¹ atau 95,1 kg ha⁻¹; dan setiap terjadi peningkatan nilai BD 1 g cm⁻³, hasil biji akan menurun 2,3207 ton ha⁻¹. Nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,7989$ dan 0,9188, berarti bahwa 79,89% variasi hasil panen yang terjadi dapat dijelaskan oleh variabel

kadar air-tersedia, dan 91,88% variasi hasil panen dapat dijelaskan oleh variabel BD. Dari nilai koefisien determinasi diperoleh nilai koefisien korelasi masing-masing 0,8938 dan 0,9421 yang berarti bahwa terdapat korelasi positif yang sangat kuat antara hasil panen dan kadar air-tersedia, dan terdapat korelasi negatif yang sangat kuat antara hasil panen dan BD.

Samanhudi *et al.* (2021) menunjukkan bahwa tingkat pemberian air berpengaruh pada bobot biji sorgum per malai. Ketersediaan air memengaruhi penyerapan hara sehingga proses metabolisme tanaman berlangsung dengan baik dan hasil biji pun akan meningkat. Aini *et al.* (2019) dan Sulistyowati *et al.* (2019) juga menjelaskan bahwa kadar air tanah berpengaruh nyata pada lebar daun tanaman sorgum. Daun sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis akan berkontribusi pada pencapaian hasil biji sorgum yang maksimal. Pengetahuan tentang pola pertumbuhan tanaman sangat penting, terkait dengan pemenuhan kebutuhan air untuk aktivitas fisiologis dan efisiensi pemanfaatan air pada tanaman sorgum. Matangaran & Suwarna (2012) pun membuktikan bahwa tanah padat berpengaruh negatif pada pertumbuhan tinggi *Acacia mangium*. Semakin padat tanah semakin berkurang tinggi tanaman dibandingkan dengan tanah yang kurang padat.

KESIMPULAN

Perlakuan bahan organik eceng gondok dan varietas berpengaruh nyata pada peningkatan retensi air pF 2,54, kadar air-tersedia, dan nilai bobot isi tanah, tetapi tidak berpengaruh nyata pada retensi air pF 4,2 dan kapasitas infiltrasi konstan. Tidak terdapat interaksi antara bahan organik eceng dengan varietas sorgum pada retensi air, kadar air-tersedia, dan bobot isi tanah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Negeri Gorontalo yang telah mendanai penelitian ini dalam Skema Penelitian Pengembangan Ipteks

DAFTAR PUSTAKA

- Aini Q, Jamarun N, Sowmen S, Sriagtula R. 2019. Pengaruh cekaman kekeringan terhadap pertumbuhan berbagai galur sorgum mutan Brown Midrib sebagai pakan ternak. *Pastura*. 8(2): 110–112. <https://doi.org/10.24843/pastura.2019.v08.i02.p10>
- Enyew M, Geleta M, Feyissa T, Hammenhag C, Tesfaye K, Seyoum A, Carlsson AS. 2023. Sorghum genotypes grown in simple rhizotrons display wide variation in root system architecture traits. *Plant Soil*. Springer <https://doi.org/10.1007/s11104-023-06373-0>
- Harahap FS, Oesman R, Fadhillah W, Nasution AP. 2021. *Penentuan Bulk Density Ultisol di Lahan Praktek Terbuka Universitas Labuhanbatu*. 6: 56–59. <https://doi.org/10.35329/agrovital.v6i2.1913>
- Jury AW, Gardner WR, Gardner WH. 1991. *Soil Physics*. New York (NY): John Wiley
- Khodijah S, Soemarno S. 2019. Studi kemampuan tanah menyimpan air-tersedia di sentra bawang putih Kecamatan Pujon, Kabupaten Malang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 6(2): 1405–1414. <https://doi.org/10.21776/ub.jtstl.2019.006.2.21>
- Matangaran JR, Suwarna U. 2012. Soil compaction caused by two types of forwarder in forest harvesting. *Bionatura*. 14(2): 115–124.
- Nugraheni FT, Haryanti S, Prihastanti E. 2019. Pengaruh perbedaan kedalaman tanam dan volume air terhadap perkecambahan dan pertumbuhan benih sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 3(2), 223–232. <https://doi.org/10.14710/baf.3.2.2018.223-232>
- Nurhartanto N, Zulkarnain Z, Wicaksono AA. 2021. Analisis beberapa sifat fisik tanah sebagai indikator kerusakan tanah pada lahan kering. *Journal of Tropical AgriFood*. 4: 107–112. <https://doi.org/10.35941/jatl.4.2.2022.7001.107-112>
- Nurmi UNG, Saleh Y, Monoarfa H, Uno H. 2011. Perubahan retensi air pada zona perakaran tanaman jagung akibat aplikasi bahan organik eceng gondok (*Eichornia crassipes*). *Jurnal Sainstek*. 6(3): 19–29 <https://ejournal.ung.ac.id/index.php/ST/article/view/393>
- Prasetyo A, Listyorini E, Utomo WH. 2014. Hubungan sifat fisik tanah, perakaran dan hasil ubi kayu tahun kedua pada Alfisol Jatikerto akibat pemberian pupuk organik dan anorganik. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 1(1): 27–37. <http://jtstl.ub.ac.id>
- Sajarwan A, Jaya A, Banuwa IS. 2021. Water retention and saturation degree of peat soil in Sebangau Catchment Area, Central Kalimantan. *Journal of Tropical Soils*. 26(1): 29–42. <https://doi.org/10.5400/jts.2021.v26i1.29-42>
- Samanhudi S, Yunus A, Sakya AT, Nugroho N. 2021. Respon pertumbuhan sorgum manis (*Sorghum bicolor* L.) terhadap pemberian air yang berbeda. *Jurnal Agercolere*. 3(1): 21–30. <https://doi.org/10.37195/jac.v3i1.124>
- Sondakh TD, Sumampow DMF, Polii MGM. 2018. Perbaikan sifat fisik dan kimia tailing melalui pemberian amelioran berbasis bahan organik.

- Eugenia*. 23(3): 130–137.
<https://doi.org/10.35791/eug.23.3.2017.18965>
- Sulistiyowati DD, Widiyono W, Nugroho S. 2019. Pemetaan pola pertumbuhan untuk efektivitas fisiologis dan efisiensi pemanfaatan air tanaman sorgum. *Symposium of Biology Education (Symbion)*, 2 (December).
<https://doi.org/10.26555/symbion.3556>
- Tarigan ESB, Guchi H, Marbun P. 2015. Evaluasi status bahan organik dan sifat fisik tanah. *Journal Online Agroekoteknologi*. 3(1): 246–256.
- Wahyuni ED, Murti Laksono K. 2004. *Penuntun Praktikum Fisika Tanah*. Bogor (ID): Departemen Tanah, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Wahyunie ED, Baskoro DPT, Sofyan M. 2012. Kemampuan retensi air dan ketahanan penetrasi tanah pada sistem olah tanah intensif dan olah tanah konservasi. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan*. 14(2): 73–78.
<https://doi.org/10.29244/jitl.14.2.73-78>