

PERTUMBUHAN DAN HASIL UBI JALAR (*Ipomoea batatas* L.) PADA PEMBERIAN BERBAGAI JENIS PUPUK KANDANG DAN PENERAPAN MODEL SIMPUL STEK DI KABUPATEN MAROS

GROWTH AND YIELD OF SWEET POTATO (*Ipomoea batatas* L.) AS AFFECTED BY DIFFERENT MANURE TYPES AND CUTTING-KNOT PLANTING MODELS IN MAROS REGENCY

Haerul*, Muhammad Izzdin Idrus, Nining Haerani, Andi Herwati, dan Bibiana Rini Widiati Giono

Fakultas Pertanian Peternakan dan Kehutanan, Universitas Muslim Maros, Maros, Indonesia

* Corresponding Author. E-mail address: haerul@umma.ac.id

ARTICLE HISTORY:

Received: 06 December 2024
Peer Review: 14 January 2025
Accepted: 18 October 2025

KATA KUNCI:

Kearifan lokal, model simpul stek, pupuk kandang, produktivitas, ubi jalar

KEYWORDS:

Indigenous knowledge; cutting-knot planting model; organic manure; sweet potato productivity; *Ipomoea batatas*.

ABSTRAK

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu komoditas pangan penting yang produktivitasnya dapat ditingkatkan melalui penggunaan pupuk organik dan penerapan teknik penanaman yang tepat. Di Kabupaten Maros, petani secara turun-temurun menerapkan model simpul pada pangkal stek sebelum ditanam, namun efektivitas teknik tersebut belum banyak dikaji secara ilmiah. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh berbagai jenis pupuk kandang dan model simpul stek terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar. Penelitian dilaksanakan di Desa Rompegading, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, pada April–Desember 2023 menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama terdiri atas tanpa pupuk kandang, pupuk kandang sapi, kambing, dan itik, sedangkan faktor kedua meliputi model simpul stek berbentuk angka 8, huruf Q, dan huruf J. Parameter yang diamati meliputi panjang cabang, jumlah daun, bobot tajuk per tanaman, jumlah umbi per tanaman, dan bobot umbi per tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis pupuk kandang maupun model simpul stek tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan. Meskipun demikian, kombinasi pupuk kandang kambing dan model simpul stek huruf Q menghasilkan nilai rata-rata tertinggi pada seluruh parameter pertumbuhan dan hasil, dengan bobot umbi mencapai 1,90 kg tanaman⁻¹ atau setara dengan produktivitas sekitar 47,5 t ha⁻¹. Kombinasi perlakuan tersebut berpotensi diterapkan sebagai teknologi budidaya ubi jalar berbasis kearifan lokal.

ABSTRACT

Sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) is an important food crop whose productivity can be improved through appropriate organic fertilization and planting techniques. Farmers in Maros Regency traditionally tie the basal part of vine cuttings into specific knot shapes before planting, yet the effectiveness of this indigenous practice has received limited scientific evaluation. This study aimed to evaluate the effects of different manure types and cutting-knot planting models on the growth and yield of sweet potato. The experiment was conducted from April to December 2023 in Rompegading Village, Cenrana District, Maros Regency, South Sulawesi, using a factorial experiment arranged in a Randomized Complete Block Design. The first factor consisted of four manure treatments (no manure, cattle, goat, and duck manure), while the second factor comprised three cutting-knot models (figure-eight, Q-shaped, and J-shaped). Growth variables included branch length, leaf number, shoot weight per plant, tuber number per plant, and tuber weight per plant. Neither manure type nor cutting-knot model significantly affected the observed variables. However, the combination of goat manure and the Q-shaped cutting knot consistently produced the highest mean values, with a tuber weight of 1.90 kg plant⁻¹, equivalent to approximately 47,5 t ha⁻¹. This combination shows potential as a locally adapted cultivation practice for improving sweet potato productivity.

1. PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.) merupakan salah satu komoditas pangan strategis yang memiliki peran penting dalam mendukung ketahanan pangan, diversifikasi pangan, serta penyediaan bahan baku industri berbasis pati. Selain dikonsumsi sebagai sumber karbohidrat, ubi jalar juga dimanfaatkan dalam industri pangan, pakan, farmasi, kosmetik, tekstil, dan bioetanol karena kandungan pati, serat, vitamin, mineral, serta senyawa antioksidannya yang tinggi (Woolfe, 1992; Rukmana, 2012; FAO, 2023). Ubi jalar juga dikenal sebagai salah satu komoditas biofortifikasi yang berpotensi meningkatkan kualitas gizi masyarakat karena kaya akan β -karoten, antosianin, dan senyawa fenolik yang berfungsi sebagai antioksidan alami (Loebenstein & Thottappilly, 2009; Low *et al.*, 2020). Seiring meningkatnya kebutuhan pangan fungsional dan produk olahan berbasis umbi, pengembangan budidaya ubi jalar menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan pendapatan petani sekaligus memperkuat sistem pertanian berkelanjutan (Low *et al.*, 2020; Laurie *et al.*, 2022).

Produktivitas ubi jalar sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan tumbuh, kesuburan tanah, kualitas bahan tanam, serta penerapan teknik budidaya yang tepat. Tanaman ini tumbuh optimal pada daerah beriklim tropis dengan suhu sekitar 25–30 °C, intensitas cahaya tinggi, serta tanah yang gembur, memiliki aerasi baik, dan kaya bahan organik (Rukmana, 2012; Brady & Weil, 2017). Namun demikian, produktivitas ubi jalar di tingkat petani masih beragam karena sebagian besar lahan budidaya memiliki kandungan bahan organik yang rendah, sementara penggunaan pupuk organik masih relatif terbatas dan lebih banyak bergantung pada pupuk anorganik (Suleman *et al.*, 2021; FAO, 2023).

Pemberian pupuk organik secara berkelanjutan tidak hanya berfungsi sebagai sumber unsur hara, tetapi juga mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Aplikasi pupuk kandang dilaporkan dapat meningkatkan kandungan bahan organik, stabilitas agregat tanah, kapasitas tukar kation, aktivitas mikroorganisme, serta efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman sehingga mendukung pertumbuhan dan produktivitas secara berkelanjutan (Ferrerias *et al.*, 2006; Adekiya *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2023). Selain itu, penelitian terbaru menunjukkan bahwa pemupukan organik jangka panjang mampu meningkatkan serapan kalium, memperbaiki efisiensi penggunaan air, serta meningkatkan produktivitas tanaman umbi secara berkelanjutan (Agegnehu *et al.*, 2023; Lal, 2020). Pada tanaman ubi jalar, pemupukan organik juga terbukti meningkatkan kualitas tanah, perkembangan sistem perakaran, dan produktivitas umbi melalui peningkatan aktivitas biologis tanah serta efisiensi pemanfaatan unsur hara (Zhang *et al.*, 2022).

Di antara berbagai jenis pupuk organik, pupuk kandang kambing, sapi, dan itik memiliki karakteristik kandungan hara yang berbeda sehingga memberikan respons yang berbeda pula terhadap pertumbuhan tanaman. Pupuk kandang kambing umumnya memiliki kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang relatif lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang sapi, sehingga mampu mendukung pertumbuhan vegetatif dan pembentukan umbi secara lebih optimal (Nuari *et al.*, 2021; Havlin *et al.*, 2014). Sebaliknya, pupuk kandang sapi diketahui lebih berperan dalam memperbaiki sifat fisik tanah melalui peningkatan kandungan bahan organik dan kapasitas menahan air, sedangkan pupuk kandang unggas umumnya memiliki kandungan fosfor yang relatif tinggi dan lebih cepat mengalami mineralisasi (Brady & Weil, 2017; Mahmood *et al.*, 2021). Oleh karena itu, pemilihan jenis pupuk kandang yang sesuai menjadi salah satu faktor penting dalam meningkatkan efisiensi budidaya ubi jalar.

Selain pemupukan, teknik penanaman menggunakan stek juga berpengaruh terhadap pembentukan akar adventif, distribusi fotosintat, serta perkembangan umbi. Posisi dan bentuk penanaman stek menentukan jumlah ruas batang yang berada di dalam tanah sehingga memengaruhi pembentukan akar dan umbi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa posisi

tanam horizontal maupun miring mampu meningkatkan jumlah umbi dibandingkan penanaman tegak, meskipun responsnya bergantung pada varietas dan kondisi lingkungan (Legese *et al.*, 2011; Suminarti & Novrianti, 2017; Ajie & Setiawan, 2017). Ahmad (2021) juga melaporkan bahwa panjang stek yang memadai dapat meningkatkan pertumbuhan awal tanaman karena cadangan karbohidrat dan nitrogen pada stek lebih besar sehingga mendukung pembentukan akar dan tunas baru.

Di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan, petani secara turun-temurun menerapkan teknik penanaman yang berbeda dengan daerah lain, yaitu membentuk pangkal stek menyerupai angka 8, huruf Q, atau huruf J sebelum ditanam. Teknik tersebut merupakan salah satu bentuk kearifan lokal yang diyakini mampu meningkatkan pembentukan umbi sekaligus mengurangi risiko umbi muncul ke permukaan tanah. Hingga saat ini, praktik tersebut masih dipertahankan oleh sebagian petani berdasarkan pengalaman lapangan, namun belum banyak didukung oleh bukti ilmiah mengenai pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar. Padahal, inovasi budidaya yang berasal dari pengetahuan lokal berpotensi menjadi teknologi spesifik lokasi apabila dapat dibuktikan secara ilmiah (Rohaeni & Marhani, 2018; Budi, 2023).

Penelitian mengenai pengaruh jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan ubi jalar telah banyak dilaporkan, demikian pula penelitian mengenai posisi penanaman stek. Akan tetapi, kajian yang mengombinasikan penggunaan beberapa jenis pupuk kandang dengan model simpul stek yang berkembang sebagai kearifan lokal masyarakat Kabupaten Maros belum pernah dilaporkan. Selain itu, pendekatan budidaya yang mengintegrasikan pemanfaatan pupuk organik dengan inovasi teknologi spesifik lokasi semakin mendapat perhatian dalam sistem pertanian berkelanjutan karena mampu meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya sekaligus menjaga kesehatan tanah dalam jangka panjang (Xu *et al.*, 2023). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penggunaan berbagai jenis pupuk kandang dan penerapan model simpul stek terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar, serta mengidentifikasi kombinasi perlakuan yang paling sesuai untuk mendukung budidaya ubi jalar secara berkelanjutan di Kabupaten Maros.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April hingga Desember 2023 di Desa Rompegading, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, Provinsi Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian berada pada ketinggian sekitar 200–300 m di atas permukaan laut dengan kondisi lahan yang umum digunakan masyarakat untuk budidaya ubi jalar. Wilayah penelitian dipilih karena merupakan salah satu sentra produksi ubi jalar di Kabupaten Maros serta memiliki potensi pemanfaatan limbah peternakan sebagai sumber pupuk organik. Analisis sifat kimia maupun fisik tanah sebelum penelitian tidak dilakukan, sehingga kondisi awal kesuburan tanah tidak digunakan sebagai dasar interpretasi hasil penelitian.

2.2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi cangkul, parang, sekop, meteran, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 kg, kamera digital, tali rafia, ajir bambu, ember, dan alat tulis. Bahan penelitian terdiri atas stek pucuk ubi jalar berumur ± 3 bulan yang memiliki lima ruas, pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk kandang itik, serta bahan pendukung lainnya.

Kandungan unsur hara pada pupuk kandang bervariasi menurut jenis ternaknya. Pupuk kandang kambing dilaporkan mengandung nitrogen (N) sekitar 2,34%, fosfor (P) 1,25%, dan kalium (K) 1,34%, sedangkan pupuk kandang sapi mengandung nitrogen 2,33%, fosfor 0,61%, dan kalium 1,58% (Nuari *et al.*, 2021). Pupuk kandang itik diketahui juga mengandung unsur hara

makro dan mikro yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah, meskipun kandungan haranya bervariasi bergantung pada pakan dan sistem pemeliharaan ternak (Adekiya et al., 2019).

2.3. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor pertama adalah model simpul stek (S) yang terdiri atas tiga taraf, yaitu simpul berbentuk angka 8 (s1), simpul berbentuk huruf Q (s2), dan simpul berbentuk huruf J (s3). Faktor kedua adalah jenis pupuk kandang (P) yang terdiri atas empat taraf, yaitu tanpa pupuk kandang (p0), pupuk kandang sapi (p1), pupuk kandang kambing (p2), dan pupuk kandang itik (p3). Dengan demikian diperoleh 12 kombinasi perlakuan yang masing-masing diulang sebanyak tiga kali, sehingga terdapat 36 satuan percobaan. Satuan percobaan berupa guludan individu (*individual ridge*) yang masing-masing ditanami satu tanaman ubi jalar. Penanaman dilakukan dengan jarak antar tanaman 80 cm × 50 cm, sehingga populasi tanaman setara dengan sekitar 25.000 tanaman ha⁻¹. Pupuk kandang diaplikasikan sebanyak 0,5 kg tanaman⁻¹ atau setara dengan 12,5 ton ha⁻¹, kemudian dicampurkan secara merata ke dalam guludan pada saat persiapan lahan.

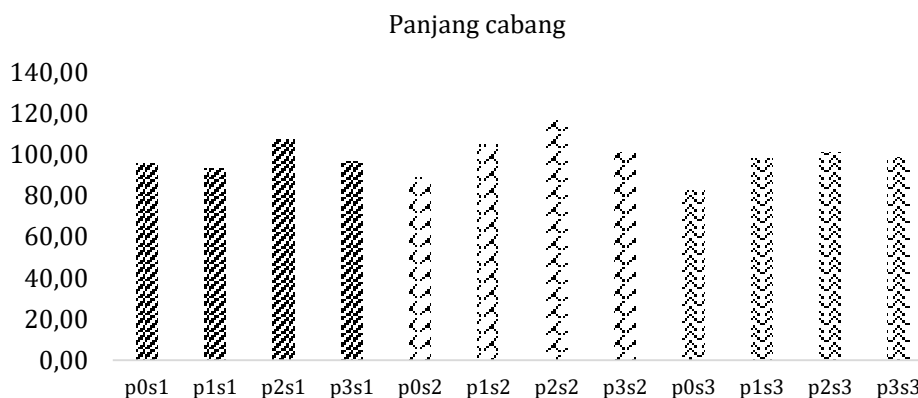
Persiapan lahan diawali dengan membersihkan gulma dan sisa tanaman, kemudian tanah diolah menggunakan cangkul hingga gembur. Selanjutnya dibuat guludan individu sesuai jumlah satuan percobaan, kemudian pupuk kandang diberikan sesuai perlakuan. Bahan tanam yang digunakan berupa stek pucuk ubi jalar sehat berumur sekitar tiga bulan dengan panjang lima ruas batang. Penanaman dilakukan dengan membentuk pangkal stek sesuai model perlakuan, yaitu menyerupai angka 8, huruf Q, atau huruf J sebelum ditanam pada guludan. Penyulaman dilakukan hanya apabila terdapat bibit yang mati pada fase awal pertumbuhan untuk mempertahankan jumlah tanaman pada setiap satuan percobaan.

Pemeliharaan tanaman meliputi penyiangan gulma secara manual setiap 2–3 minggu atau disesuaikan dengan kondisi pertumbuhan gulma di lapangan. Pembalikan dan pengangkatan batang dilakukan setiap empat minggu untuk mengurangi pembentukan akar pada ruas batang yang berada di atas permukaan tanah sehingga translokasi fotosintat lebih diarahkan pada pembentukan dan pembesaran umbi. Tanaman dipanen pada umur tiga bulan setelah tanam. Pengamatan dilakukan mulai dua minggu setelah tanam dan diulang setiap dua minggu hingga panen. Variabel pertumbuhan yang diamati meliputi panjang cabang (cm tanaman⁻¹), jumlah cabang (cabang tanaman⁻¹), jumlah daun (helai tanaman⁻¹), dan bobot tajuk (kg tanaman⁻¹). Variabel hasil meliputi jumlah umbi (umbi tanaman⁻¹) dan bobot umbi (kg tanaman⁻¹).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Panjang Cabang

Gambar Rata-rata panjang cabang tanaman ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek disajikan pada Gambar 1. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan berbagai jenis pupuk kandang maupun penerapan model simpul stek tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap panjang cabang tanaman ubi jalar. Meskipun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan pertumbuhan pada beberapa kombinasi perlakuan. Kombinasi pupuk kandang kambing dengan model simpul stek berbentuk huruf Q (p2s2) menghasilkan rata-rata panjang cabang tertinggi, yaitu 116,67 cm tanaman⁻¹, sedangkan panjang cabang terendah diperoleh pada perlakuan tanpa pupuk kandang dengan model simpul stek berbentuk huruf J (p0s3) sebesar 82,33 cm tanaman⁻¹.



Keterangan: p0 = tanpa pupuk kandang; p1 = pupuk kandang sapi; p2 = pupuk kandang kambing; p3 = pupuk kandang itik; s1 = simpul stek berbentuk angka 8; s2 = simpul stek berbentuk huruf Q; s3 = simpul stek berbentuk huruf J.

Gambar 1. Rata-rata panjang cabang (cm tanaman⁻¹) ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek.

Secara fisiologis, pertumbuhan cabang merupakan indikator awal keberhasilan tanaman dalam membentuk tajuk sebagai tempat berlangsungnya proses fotosintesis. Pertumbuhan vegetatif yang lebih baik pada perlakuan pupuk kandang kambing diduga berkaitan dengan ketersediaan unsur nitrogen yang relatif lebih tinggi dibandingkan jenis pupuk kandang lainnya. Nitrogen berperan penting dalam pembentukan klorofil, sintesis protein, pembelahan sel, serta pertumbuhan jaringan vegetatif sehingga mampu meningkatkan perkembangan batang dan percabangan tanaman (Havlin *et al.*, 2014; Taiz *et al.*, 2018).

Walaupun secara statistik tidak berbeda nyata, kecenderungan meningkatnya panjang cabang pada perlakuan pupuk kandang kambing menunjukkan bahwa aplikasi bahan organik mampu memperbaiki kondisi media tumbuh sehingga perkembangan sistem perakaran menjadi lebih baik. Peningkatan kandungan bahan organik diketahui dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, memperbesar kapasitas tukar kation, serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan dalam mineralisasi unsur hara (Ferrerias *et al.*, 2006; Adekiya *et al.*, 2019; Brady & Weil, 2017). Kondisi tersebut memungkinkan tanaman memperoleh unsur hara secara lebih efisien selama fase pertumbuhan vegetatif.

Model simpul stek juga memperlihatkan kecenderungan memengaruhi panjang cabang meskipun tidak berbeda nyata. Simpul stek berbentuk huruf Q menghasilkan rata-rata panjang cabang yang lebih tinggi dibandingkan model angka 8 maupun huruf J. Diduga bentuk simpul tersebut memberikan distribusi ruas batang yang lebih proporsional di dalam tanah sehingga pembentukan akar adventif berlangsung lebih baik. Akar yang berkembang optimal akan meningkatkan kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara sehingga mendukung pertumbuhan tajuk pada fase awal pertumbuhan (Legese *et al.*, 2011; Ahmad, 2021).

Tidak signifikannya pengaruh perlakuan terhadap panjang cabang diduga dipengaruhi oleh kemampuan adaptasi ubi jalar yang cukup tinggi terhadap kondisi lingkungan. Tanaman ubi jalar dikenal memiliki pertumbuhan vegetatif yang relatif cepat dan mampu memanfaatkan cadangan karbohidrat yang tersimpan pada stek selama fase awal pertumbuhan, sehingga respons terhadap perlakuan pemupukan maupun model penanaman belum tampak secara nyata pada parameter panjang cabang (Woolfe, 1992; Rukmana, 2012). Selain itu, faktor lingkungan seperti curah hujan, suhu, dan intensitas cahaya selama penelitian kemungkinan memberikan pengaruh yang lebih dominan dibandingkan perlakuan yang diberikan.

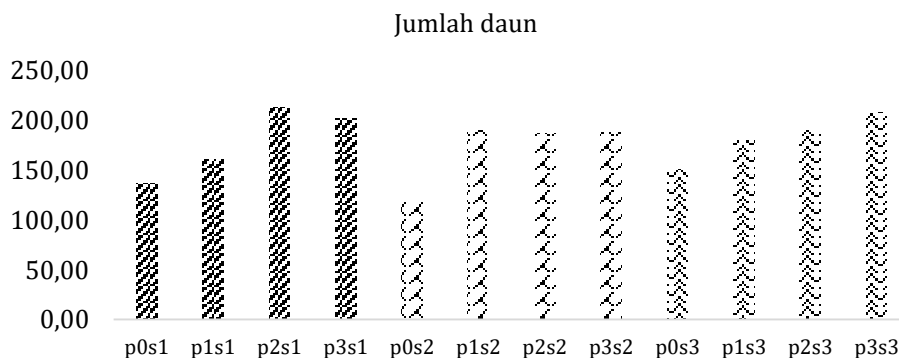
Meskipun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang kambing dengan model simpul stek berbentuk huruf Q memiliki kecenderungan menghasilkan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dibandingkan kombinasi perlakuan lainnya. Temuan tersebut menjadi indikasi bahwa integrasi penggunaan pupuk organik dengan teknik penanaman berbasis kearifan lokal berpotensi meningkatkan efisiensi pertumbuhan ubi jalar dan layak dikaji lebih lanjut pada skala budidaya yang lebih luas.

3.2 Jumlah Daun

Rata-rata jumlah daun tanaman ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek disajikan pada Gambar 2. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan berbagai jenis pupuk kandang maupun model simpul stek tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap jumlah daun tanaman ubi jalar. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan jumlah daun pada beberapa kombinasi perlakuan. Perlakuan pupuk kandang kambing yang dikombinasikan dengan model simpul stek berbentuk huruf Q ($p2s2$) menghasilkan rata-rata jumlah daun tertinggi, yaitu 213,33 helai tanaman⁻¹, sedangkan jumlah daun terendah diperoleh pada perlakuan tanpa pupuk kandang dengan model simpul stek berbentuk huruf Q ($p0s2$), yaitu 117,00 helai tanaman⁻¹.

Jumlah daun merupakan salah satu indikator penting dalam pertumbuhan vegetatif karena berkaitan langsung dengan luas permukaan fotosintesis yang menentukan kemampuan tanaman menghasilkan fotosintat. Semakin banyak daun yang terbentuk, semakin besar pula potensi tanaman menghasilkan asimilat yang selanjutnya ditranslokasikan menuju organ penyimpanan, termasuk umbi. Oleh karena itu, pembentukan daun yang optimal menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap peningkatan hasil tanaman ubi jalar (Taiz *et al.*, 2018; Havlin *et al.*, 2014).

Meskipun tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik, kecenderungan jumlah daun yang lebih tinggi pada perlakuan pupuk kandang kambing mengindikasikan bahwa pupuk tersebut mampu menyediakan unsur hara yang lebih seimbang bagi pertumbuhan vegetatif. Kandungan nitrogen yang relatif lebih tinggi pada pupuk kandang kambing berperan dalam merangsang pembentukan jaringan daun, sintesis klorofil, dan peningkatan aktivitas fotosintesis sehingga pertumbuhan tajuk berlangsung lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya (Nuari *et al.*, 2021; Mahmood *et al.*, 2021). Selain sebagai sumber hara, pupuk kandang juga memperbaiki sifat fisik tanah sehingga perkembangan akar menjadi lebih optimal dan penyerapan unsur hara berlangsung lebih efisien (Ferreras *et al.*, 2006; Adekiya *et al.*, 2019).



Keterangan: p0 = tanpa pupuk kandang; p1 = pupuk kandang sapi; p2 = pupuk kandang kambing; p3 = pupuk kandang itik; s1 = simpul stek berbentuk angka 8; s2 = simpul stek berbentuk huruf Q; s3 = simpul stek berbentuk huruf J.

Gambar 2. Rata-rata jumlah daun (helai tanaman⁻¹) ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek.

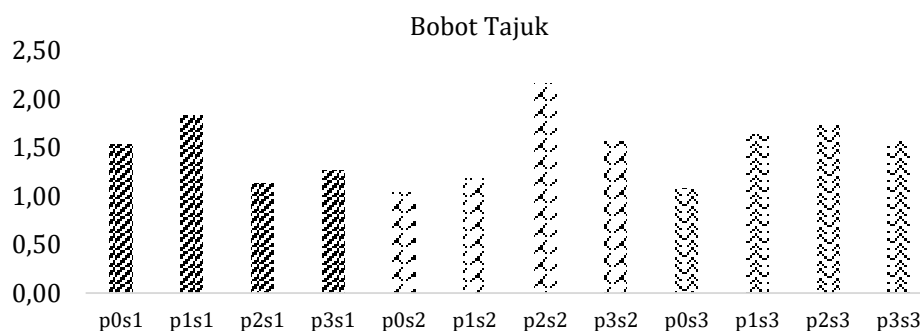
Model simpul stek berbentuk huruf Q juga menunjukkan kecenderungan menghasilkan jumlah daun lebih banyak dibandingkan model angka 8 maupun huruf J. Kondisi tersebut diduga berkaitan dengan distribusi ruas batang yang lebih proporsional di dalam tanah sehingga pembentukan akar adventif berlangsung lebih baik. Sistem perakaran yang berkembang optimal akan meningkatkan kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara yang dibutuhkan selama fase pertumbuhan vegetatif (Legese *et al.*, 2011; Ahmad, 2021). Meskipun demikian, perbedaan tersebut belum cukup besar untuk memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah daun.

Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Suleman *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif ubi jalar, meskipun pada beberapa parameter peningkatannya tidak berbeda nyata secara statistik. Demikian pula Harti dan Anugrah (2018) melaporkan bahwa aplikasi pupuk kandang pada tanaman ubi jalar cenderung meningkatkan jumlah daun dan pertumbuhan tajuk sebagai akibat meningkatnya ketersediaan unsur hara di dalam tanah. Respon tanaman yang tidak berbeda nyata pada penelitian ini diduga dipengaruhi oleh kemampuan ubi jalar beradaptasi terhadap kondisi lingkungan serta masih tersedianya cadangan karbohidrat pada stek selama fase awal pertumbuhan (Woolfe, 1992).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang kambing dengan model simpul stek berbentuk huruf Q memberikan kecenderungan pertumbuhan vegetatif yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya. Jumlah daun yang lebih banyak berpotensi meningkatkan kapasitas fotosintesis tanaman sehingga mendukung pembentukan biomassa dan akumulasi hasil pada fase generatif. Meskipun belum menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik, kecenderungan tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk kandang kambing yang dipadukan dengan teknik penanaman berbasis kearifan lokal memiliki prospek untuk diterapkan dalam budidaya ubi jalar secara berkelanjutan.

3.3. Bobot Tajuk

Rata-rata bobot tajuk segar tanaman ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek disajikan pada Gambar 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan berbagai jenis pupuk kandang maupun model simpul stek tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap bobot tajuk segar tanaman ubi jalar. Meskipun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan bobot tajuk pada beberapa kombinasi perlakuan. Perlakuan pupuk kandang kambing yang dipadukan dengan model simpul stek berbentuk huruf Q (p2s2) menghasilkan bobot tajuk tertinggi, yaitu 1,90 kg tanaman⁻¹, sedangkan bobot tajuk terendah diperoleh pada perlakuan pupuk kandang itik dengan model simpul stek berbentuk angka 8 (p3s1) sebesar 1,21 kg tanaman⁻¹.



Keterangan: p0 = tanpa pupuk kandang; p1 = pupuk kandang sapi; p2 = pupuk kandang kambing; p3 = pupuk kandang itik; s1 = simpul stek berbentuk angka 8; s2 = simpul stek berbentuk huruf Q; s3 = simpul stek berbentuk huruf J.

Gambar 3. Rata-rata bobot tajuk segar (kg tanaman⁻¹) ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek.

Bobot tajuk merupakan salah satu indikator akumulasi biomassa tanaman yang mencerminkan keberhasilan pertumbuhan vegetatif selama masa budidaya. Semakin tinggi bobot tajuk yang dihasilkan, semakin besar kemampuan tanaman membentuk daun, batang, dan cabang sebagai organ fotosintesis yang berperan dalam menghasilkan fotosintat untuk mendukung pembentukan umbi (Taiz *et al.*, 2018). Oleh karena itu, peningkatan bobot tajuk umumnya berkorelasi positif dengan peningkatan kapasitas fotosintesis dan produktivitas tanaman, meskipun hubungan tersebut dapat dipengaruhi oleh efisiensi translokasi hasil fotosintesis menuju organ penyimpanan (Woolfe, 1992).

Kecenderungan bobot tajuk yang lebih tinggi pada perlakuan pupuk kandang kambing diduga berkaitan dengan kandungan unsur hara makro yang relatif lebih tinggi, terutama nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif dan sintesis klorofil, fosfor mendukung perkembangan sistem perakaran dan transfer energi, sedangkan kalium berfungsi mengatur aktivitas enzim, keseimbangan air sel, serta translokasi hasil fotosintesis menuju organ tanaman (Havlin *et al.*, 2014; Brady & Weil, 2017). Kombinasi ketiga unsur tersebut memungkinkan pertumbuhan tajuk berlangsung lebih optimal dibandingkan perlakuan lainnya.

Selain sebagai sumber unsur hara, pupuk kandang juga memperbaiki kondisi fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga mendukung perkembangan sistem perakaran. Kandungan bahan organik yang meningkat dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas, kapasitas menahan air, serta aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan penyediaan unsur hara bagi tanaman (Ferrerias *et al.*, 2006; Adekiya *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2023). Kondisi tersebut memungkinkan tanaman menyerap air dan unsur hara secara lebih efisien sehingga akumulasi biomassa tajuk cenderung meningkat.

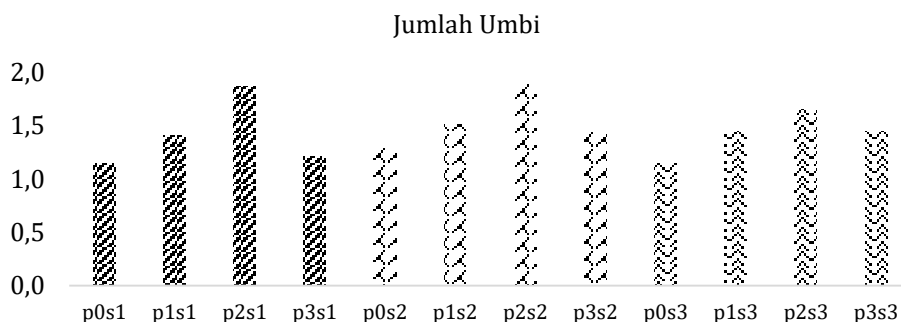
Model simpul stek berbentuk huruf Q juga menunjukkan kecenderungan menghasilkan bobot tajuk yang lebih tinggi dibandingkan model angka 8 maupun huruf J. Diduga bentuk simpul tersebut memberikan distribusi ruas batang yang lebih proporsional di dalam tanah sehingga pembentukan akar adventif berlangsung lebih baik. Perkembangan akar yang optimal akan meningkatkan kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara sehingga mendukung pembentukan biomassa vegetatif (Legese *et al.*, 2011; Ahmad, 2021). Meskipun demikian, pengaruh tersebut belum memberikan perbedaan yang nyata secara statistik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Nuari *et al.* (2021) yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk kandang kambing mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif ubi jalar pada lahan aluvial, meskipun peningkatannya tidak selalu berbeda nyata pada setiap parameter pertumbuhan. Demikian pula Suleman *et al.* (2021) melaporkan bahwa penggunaan pupuk kandang dapat memperbaiki kondisi media tumbuh sehingga tanaman mampu membentuk biomassa yang lebih tinggi dibandingkan tanpa pemberian pupuk organik. Perbedaan respons antarperlakuan yang tidak signifikan dalam penelitian ini diduga dipengaruhi oleh keseragaman kondisi lingkungan selama penelitian, ketersediaan unsur hara dasar di dalam tanah, serta kemampuan adaptasi tanaman ubi jalar terhadap berbagai kondisi media tanam.

Secara keseluruhan, kombinasi pupuk kandang kambing dan model simpul stek berbentuk huruf Q menunjukkan kecenderungan menghasilkan bobot tajuk tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan pupuk organik yang dipadukan dengan teknik penanaman berbasis kearifan lokal mampu mendukung pembentukan biomassa vegetatif secara lebih baik, meskipun secara statistik belum menunjukkan perbedaan yang nyata.

3.4. Jumlah Umbi

Gambar Rata-rata jumlah umbi per tanaman pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek disajikan pada Gambar 4.



Keterangan: p0 = tanpa pupuk kandang; p1 = pupuk kandang sapi; p2 = pupuk kandang kambing; p3 = pupuk kandang itik; s1 = simpul stek berbentuk angka 8; s2 = simpul stek berbentuk huruf Q; s3 = simpul stek berbentuk huruf J.

Gambar 4. Rata-rata jumlah umbi (umbi tanaman⁻¹) ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan berbagai jenis pupuk kandang maupun model simpul stek tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P > 0,05$) terhadap jumlah umbi per tanaman. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan jumlah umbi pada beberapa kombinasi perlakuan. Perlakuan pupuk kandang kambing yang dipadukan dengan model simpul stek berbentuk huruf Q (p2s2) menghasilkan jumlah umbi tertinggi, yaitu 7,67 umbi tanaman⁻¹, sedangkan jumlah umbi terendah diperoleh pada perlakuan tanpa pupuk kandang dengan model simpul stek berbentuk angka 8 (p0s1), yaitu 4,67 umbi tanaman⁻¹.

Jumlah umbi merupakan salah satu komponen utama penentu hasil pada tanaman ubi jalar karena mencerminkan keberhasilan proses pembentukan umbi sejak fase inisiasi hingga perkembangan akhir. Pembentukan umbi dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik, kondisi lingkungan, kemampuan tanaman berfotosintesis, serta ketersediaan unsur hara selama pertumbuhan (Woofle, 1992; Lebot, 2009). Tanaman yang mampu membentuk tajuk dan sistem perakaran secara optimal umumnya memiliki kemampuan menghasilkan jumlah umbi yang lebih banyak karena pasokan fotosintat menuju organ penyimpanan berlangsung lebih efektif.

Kecenderungan jumlah umbi yang lebih tinggi pada perlakuan pupuk kandang kambing menunjukkan bahwa pupuk organik tersebut mampu menyediakan kondisi media tumbuh yang lebih baik bagi pembentukan umbi. Kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang relatif lebih seimbang pada pupuk kandang kambing mendukung pertumbuhan vegetatif pada fase awal sekaligus meningkatkan perkembangan akar dan pembentukan umbi pada fase generatif (Nuari *et al.*, 2021). Selain menyediakan unsur hara, pupuk kandang juga meningkatkan kandungan bahan organik tanah, memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas menahan air, dan merangsang aktivitas mikroorganisme tanah sehingga efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman menjadi lebih tinggi (Ferrerias *et al.*, 2006; Adekiya *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2023).

Model simpul stek berbentuk huruf Q juga memperlihatkan kecenderungan menghasilkan jumlah umbi yang lebih tinggi dibandingkan model angka 8 maupun huruf J. Bentuk simpul tersebut diduga memberikan distribusi ruas batang yang lebih merata di dalam tanah sehingga pembentukan akar adventif dan akar penyimpanan berlangsung lebih optimal. Pada ubi jalar, setiap ruas batang yang berada di dalam tanah memiliki potensi membentuk akar yang selanjutnya dapat berkembang menjadi umbi apabila memperoleh suplai fotosintat yang memadai (Onwueme, 1978; Ahmad, 2021). Oleh karena itu, posisi stek yang memungkinkan perkembangan akar lebih baik cenderung meningkatkan peluang terbentuknya umbi.

Meskipun demikian, perbedaan jumlah umbi antarperlakuan tidak menunjukkan signifikansi statistik. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa seluruh perlakuan masih mampu menyediakan

lingkungan tumbuh yang relatif seragam sehingga respon tanaman terhadap perlakuan menjadi hampir sama. Selain itu, jumlah umbi pada ubi jalar lebih banyak dipengaruhi oleh karakter genetik varietas, sedangkan perlakuan budidaya umumnya lebih berpengaruh terhadap ukuran dan bobot umbi daripada jumlah umbi yang terbentuk (Woolfe, 1992; Lebot, 2009).

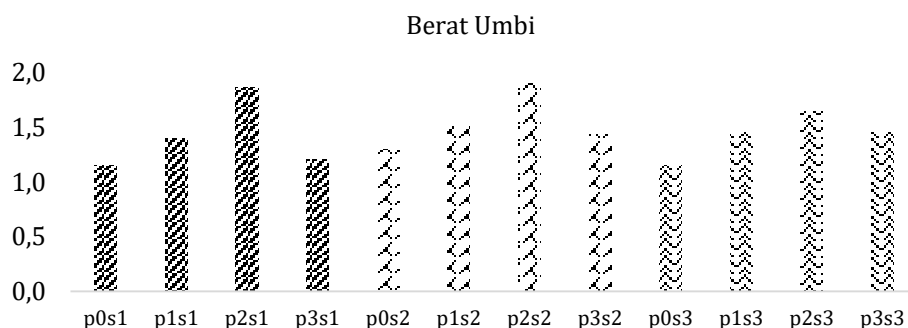
Hasil penelitian ini sejalan dengan laporan Suleman *et al.* (2021) yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang pada lahan kering masam cenderung meningkatkan jumlah umbi, meskipun peningkatannya tidak berbeda nyata antar dosis perlakuan. Hasil serupa juga dilaporkan oleh Harti dan Anugrah (2018) bahwa aplikasi pupuk kandang meningkatkan kecenderungan jumlah umbi melalui perbaikan kondisi media tumbuh, tetapi respon tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan karakteristik varietas yang digunakan.

Secara keseluruhan, kombinasi pupuk kandang kambing dengan model simpul stek berbentuk huruf Q memberikan kecenderungan menghasilkan jumlah umbi per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Meskipun secara statistik belum menunjukkan perbedaan yang nyata, hasil ini mengindikasikan bahwa pemanfaatan pupuk organik yang dipadukan dengan teknik penanaman berbasis kearifan lokal berpotensi meningkatkan efisiensi pembentukan umbi pada budidaya ubi jalar.

3.5. Bobot Umbi

Rata-rata bobot umbi per tanaman pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek disajikan pada Gambar 5. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa penggunaan berbagai jenis pupuk kandang maupun model simpul stek tidak memberikan pengaruh yang nyata ($P>0,05$) terhadap bobot umbi per tanaman. Walaupun demikian, terdapat kecenderungan peningkatan bobot umbi pada beberapa kombinasi perlakuan. Perlakuan pupuk kandang kambing yang dipadukan dengan model simpul stek berbentuk huruf Q ($p2s2$) menghasilkan bobot umbi tertinggi, yaitu $1,90 \text{ kg tanaman}^{-1}$, sedangkan bobot umbi terendah diperoleh pada perlakuan tanpa pupuk kandang dengan model simpul stek berbentuk angka 8 ($p0s1$), yaitu $1,15 \text{ kg tanaman}^{-1}$.

Berdasarkan jarak tanam $80 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$, populasi tanaman mencapai sekitar $25.000 \text{ tanaman ha}^{-1}$. Dengan demikian, bobot umbi sebesar $1,90 \text{ kg tanaman}^{-1}$ setara dengan produktivitas sekitar $47,5 \text{ ton ha}^{-1}$, sedangkan perlakuan tanpa pupuk kandang hanya menghasilkan sekitar $28,8 \text{ ton ha}^{-1}$. Meskipun analisis statistik menunjukkan bahwa perbedaan antarperlakuan tidak signifikan, selisih produktivitas tersebut secara agronomis cukup besar dan menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan hasil melalui penggunaan pupuk kandang, terutama pupuk kandang kambing.



Keterangan: p0 = tanpa pupuk kandang; p1 = pupuk kandang sapi; p2 = pupuk kandang kambing; p3 = pupuk kandang itik; s1 = simpul stek berbentuk angka 8; s2 = simpul stek berbentuk huruf Q; s3 = simpul stek berbentuk huruf J.

Gambar 5. Rata-rata bobot umbi (kg tanaman^{-1}) ubi jalar pada berbagai kombinasi perlakuan pupuk kandang dan model simpul stek.

Bobot umbi merupakan parameter produksi yang paling penting dalam budidaya ubi jalar karena mencerminkan akumulasi fotosintat pada akar penyimpanan selama fase pembesaran umbi. Pembentukan bobot umbi dipengaruhi oleh kemampuan tanaman menghasilkan biomassa selama fase vegetatif serta efisiensi translokasi hasil fotosintesis menuju organ penyimpanan (Woolfe, 1992; Lebot, 2009). Oleh karena itu, tanaman yang memiliki pertumbuhan tajuk dan sistem perakaran lebih baik umumnya menghasilkan bobot umbi yang lebih tinggi.

Kecenderungan peningkatan bobot umbi pada perlakuan pupuk kandang kambing diduga berkaitan dengan kandungan unsur hara yang lebih seimbang dibandingkan jenis pupuk kandang lainnya. Pupuk kandang kambing diketahui mengandung nitrogen sekitar 2,34%, fosfor 1,25%, dan kalium 1,34%, sehingga mampu mendukung pertumbuhan vegetatif sekaligus pembentukan umbi secara lebih optimal (Nuari *et al.*, 2021). Nitrogen berperan dalam pembentukan jaringan vegetatif dan klorofil, fosfor mempercepat pembentukan akar dan perkembangan umbi, sedangkan kalium meningkatkan translokasi karbohidrat dari daun menuju umbi sehingga ukuran dan bobot umbi menjadi lebih besar (Havlin *et al.*, 2014; Brady & Weil, 2017).

Selain sebagai sumber unsur hara, pupuk kandang juga memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Kandungan bahan organik meningkatkan agregasi tanah, porositas, kapasitas menahan air, serta aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam mineralisasi unsur hara sehingga ketersediaan nutrisi bagi tanaman berlangsung lebih stabil sepanjang musim tanam (Ferrerias *et al.*, 2006; Adekiya *et al.*, 2019; Chen *et al.*, 2023). Perbaikan kondisi tanah tersebut memungkinkan perkembangan akar penyimpanan berlangsung lebih optimal sehingga akumulasi biomassa pada umbi meningkat.

Model simpul stek berbentuk huruf Q juga menunjukkan kecenderungan menghasilkan bobot umbi lebih tinggi dibandingkan model angka 8 maupun huruf J. Posisi stek yang lebih proporsional di dalam tanah diduga mampu menghasilkan distribusi akar adventif yang lebih merata sehingga pembentukan akar penyimpanan berlangsung lebih efisien. Selain itu, bentuk simpul tersebut memungkinkan sebagian besar calon umbi berkembang lebih dalam di dalam tanah sehingga proses pembesaran umbi berlangsung tanpa banyak hambatan mekanis maupun paparan sinar matahari (Legese *et al.*, 2011; Ahmad, 2021).

Produktivitas sebesar 47,5 ton ha⁻¹ yang diperoleh pada kombinasi pupuk kandang kambing dan model simpul stek berbentuk huruf Q menunjukkan potensi hasil yang cukup tinggi apabila dibandingkan dengan produktivitas rata-rata ubi jalar di Indonesia yang umumnya berada pada kisaran 18–25 ton ha⁻¹ pada tingkat petani (BPS, 2023; Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2023). Hasil tersebut juga lebih tinggi dibandingkan penelitian Suleman *et al.* (2021) yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi pada lahan kering masam menghasilkan produktivitas sekitar 4 ton ha⁻¹. Perbedaan produktivitas tersebut kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan kondisi agroekologi, varietas yang digunakan, tingkat kesuburan lahan, dosis pupuk organik, serta teknik budidaya yang diterapkan sehingga hasil kedua penelitian tidak dapat dibandingkan secara langsung.

Walaupun tidak terdapat perbedaan yang nyata secara statistik, kecenderungan peningkatan bobot umbi pada perlakuan pupuk kandang kambing dan model simpul stek berbentuk huruf Q menunjukkan bahwa kombinasi kedua perlakuan tersebut mampu menciptakan kondisi pertumbuhan yang lebih mendukung pembentukan umbi. Temuan ini memperkuat bahwa penerapan pupuk organik yang dipadukan dengan teknik budidaya berbasis kearifan lokal berpotensi meningkatkan produktivitas ubi jalar secara berkelanjutan, terutama pada lahan pertanian di Kabupaten Maros.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan berbagai jenis pupuk kandang dan model simpul stek tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap seluruh parameter pertumbuhan maupun hasil ubi jalar. Meskipun demikian, pupuk kandang kambing cenderung memberikan pertumbuhan dan produksi terbaik, ditunjukkan oleh panjang cabang, jumlah daun, bobot tajuk, jumlah umbi, dan bobot umbi per tanaman yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Model simpul stek berbentuk huruf Q juga menunjukkan kecenderungan menghasilkan pertumbuhan dan produktivitas yang lebih baik dibandingkan model angka 8 dan huruf J. Kombinasi pupuk kandang kambing dengan model simpul stek berbentuk huruf Q menghasilkan bobot umbi tertinggi, yaitu 1,90 kg tanaman⁻¹ atau setara dengan produktivitas sekitar 47,5 ton ha⁻¹, sehingga berpotensi menjadi alternatif teknik budidaya ubi jalar berbasis pupuk organik dan kearifan lokal di Kabupaten Maros.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Adekiya, A.O., T.M. Agbede, C.M. Aboyeji, O. Dunsin, & J.O. Ugbe. 2019. Effects of biochar and poultry manure on soil characteristics and the yield of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *Scientia Horticulturae*. 243: 457–464.
- Agegnehu, G., M.I. Bird, P.N. Nelson, & A.M. Bass. 2023. The role of organic amendments in improving soil health and crop productivity: A review. *Soil Systems*. 7(2): 37.
- Ahmad, A. 2021. Pengaruh panjang stek terhadap pertumbuhan awal dan hasil ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Agroteknologi Tropika*. 9(2): 145–152.
- Ajie, H. & A. Setiawan. 2017. Pengaruh posisi tanam stek terhadap pertumbuhan dan produksi ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 5(10): 1658–1665.
- Badan Pusat Statistik. 2024. *Statistik Hortikultura 2023*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Brady, N.C., & R.R. Weil. 2017. *The Nature and Properties of Soils*. 15th ed. Harlow: Pearson Education.
- Budi, S. 2023. Kearifan lokal dalam inovasi teknologi pertanian berkelanjutan di Indonesia. *Jurnal Penyuluhan Pertanian*. 18(1): 33–45.
- Chen, X., Y. Zhang, M. Liu, J. Wang, & H. Li. 2023. Long-term organic fertilization improves soil fertility and crop productivity: A global meta-analysis. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 347: 108381.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. 2023. *Laporan Kinerja Direktorat Jenderal Tanaman Pangan Tahun 2023*. Kementerian Pertanian Republik Indonesia. Jakarta.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2023. *FAOSTAT Crops and Livestock Products Database*. FAO. Rome.
- Ferreras, L., E. Gomez, S. Toresani, I. Firpo, & R. Rotondo. 2006. Effect of organic amendments on some physical, chemical and biological properties in a horticultural soil. *Bioresource Technology*. 97(4): 635–640.
- Harti, S. & R. Anugrah. 2018. Pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Agroteknologi Indonesia*. 3(2): 78–85.
- Havlin, J.L., S.L. Tisdale, W.L. Nelson, & J.D. Beaton. 2014. *Soil Fertility and Fertilizers: An Introduction to Nutrient Management*. 8th ed. Pearson. Boston.
- Lal, R. 2020. Soil organic matter and water retention. *Agronomy Journal*. 112(5): 3265–3277.
- Laurie, S.M., F.J. Calitz, P.O. Adebola, & A. Lezar. 2022. Sweet potato for food and nutrition security. *South African Journal of Botany*. 146: 1074–1085.
- Lebot, V. 2009. *Tropical Root and Tuber Crops: Cassava, Sweet Potato, Yams and Aroids*. CABI. Wallingford.

- Legese, H., T. Belehu, & W. Gebreselassie. 2011. Effect of vine orientation and planting methods on growth and yield of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). *African Journal of Agricultural Research*. 6(26): 5669–5675.
- Loebenstein, G. & G. Thottappilly. 2009. *Sweet Potato*. 2nd ed. Springer. Dordrecht.
- Low, J.W., R.O.M. Mwanga, M. Andrade, E. Carey, & A.M. Ball. 2020. Tackling vitamin A deficiency with biofortified sweet potato in sub-Saharan Africa. *Global Food Security*. 14: 23–30.
- Mahmood, F., I. Khan, U. Ashraf, T. Shahzad, S. Hussain, M. Shahid, & M. Abid. 2021. Effects of organic and inorganic manures on soil fertility and crop productivity: A review. *Environmental Science and Pollution Research*. 28: 66379–66394.
- Nuari, A., A. Suryanto, & E. Widaryanto. 2021. Pengaruh berbagai jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*. 9(2): 95–103.
- Onwueme, I.C. 1978. *The Tropical Tuber Crops: Yams, Cassava, Sweet Potato and Cocoyams*. John Wiley & Sons. Chichester.
- Rohaeni, E.S. & Marhani. 2018. Kearifan lokal sebagai dasar pengembangan teknologi pertanian spesifik lokasi. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. pp. 214–221.
- Rukmana, R. 2012. *Ubi Jalar: Budidaya dan Pascapanen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Suleman, S., A. Kurniawan, & I. Wahyudi. 2021. Soil fertility management for sustainable sweet potato production in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 648: 012087.
- Suminarti, N.E., & D.R. Novrianti. 2017. Pengaruh arah tanam stek terhadap pertumbuhan dan hasil ubi jalar (*Ipomoea batatas* L.). *Jurnal Hortikultura Indonesia*. 8(3): 147–154.
- Taiz, L., E. Zeiger, I.M. Møller, & A. Murphy. 2018. *Plant Physiology and Development*. 7th ed. Oxford University Press. New York.
- Woolfe, J.A. 1992. *Sweet Potato: An Untapped Food Resource*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Xu, Z., X. Liu, Y. Wang, Q. Zhang, & H. Chen. 2023. Advances in sweet potato production under sustainable agriculture: A review. *Frontiers in Plant Science*. 14: 1182456.
- Zhang, Y., X. Chen, H. Li, J. Wang, & M. Liu. 2022. Organic fertilization enhances soil fertility and sweet potato productivity under sustainable cultivation. *Agronomy*. 12(9): 2146.