
BIOFARM
Jurnal Ilmiah Pertanian
ISSN Print: 0216-5430; ISSN Online: 2301-6442
Vol. 22, No. 2, Oktober 2026

Respon Pertumbuhan dan Produksi Varietas Kedelai Edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Pemberian Dosis Kasgot dan Kombinasi Media Tanam

Growth and Yield Responses of Edamame Soybean Varieties (Glycine max (L.) Merrill) to Different Doses of Kasgot and Combinations of Growing Media

Arin Widia Tari*[1], Totok Agung Dwi Haryanto[1], Suwarto[1]
[1]Program Studi Magister Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman
*Korespondensi Penulis: arin86413@gmail.com

ABSTRAK
Produktivitas kedelai edamame masih perlu ditingkatkan melalui perbaikan media tanam dan pemberian pupuk organik. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh dosis kasgot (*Black Soldier Fly frass*), kombinasi media tanam, serta interaksi keduanya terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai edamame. Penelitian dilaksanakan di *Screenhouse Experimental Farm* Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman pada Juni–Agustus 2025 menggunakan faktorial Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL). Faktor pertama adalah dosis kasgot yang terdiri atas 0, 100, 200, dan 300 g polyba. Faktor kedua adalah kombinasi media tanam tanah, tanah :sekam padi (1:1), dan tanah :sekam padi (2:1). Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis kasgot berpengaruh nyata terhadap jumlah daun, jumlah polong per tanaman, bobot polong segar, dan jumlah bintil akar, dengan dosis optimum 200 g polybag. Kombinasi media tanam berpengaruh nyata terhadap jumlah polong, bobot polong segar, bobot polong kering, bobot basah akar, bobot kering akar, volume akar, dan bobot bintil akar. Terdapat interaksi nyata antara dosis kasgot dan kombinasi media tanam terhadap bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot bintil akar, dan bobot *kering akar. Kombinasi 300 g kasgot dengan media tanah : sekam padi (2:1)* menghasilkan biomassa tanaman tertinggi.

Kata kunci: Edamame, Kasgot, Media Tanam, Pertumbuhan, Produksi

ABSTRACT
Edamame soybean productivity still needs to be improved through enhancements to the growing medium and the application of organic fertilizer. This study aims to determine the effects of different doses of kasgot (Black Soldier Fly frass), combinations of growing media, and the interaction between the two on the growth and yield of edamame soybeans. The study was conducted at the Screenhouse Experimental Farm of the Faculty of Agriculture, Jenderal Soedirman University, from June to August 2025 using a completely randomized block design (CRBD). The first factor was the kasgot dose, consisting of 0, 100, 200, and 300 g of polyba. The second factor was the combination of growing media: soil, soil:rice husk (1:1), and soil:rice husk (2:1). The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% significance level. The results showed that the kasgot dose had a significant effect on the number of leaves, the number of pods per plant, fresh pod weight, and the number of root nodules, with an optimum dose of 200 g per polybag. The growing medium combination had a significant effect on the number of pods, fresh pod weight, dry pod weight, fresh root weight, dry root weight, root volume, and root nodule weight. There was a significant interaction between the kasgot dose and the growing medium combination on plant fresh weight, plant dry weight, root nodule weight, and root dry weight. The combination of 300 g of kasgot with a soil:rice husk medium (2:1) produced the highest plant biomass. Edamame soybean productivity still needs to be improved through.

Keywords: Edamame, Kasgot, Growing Medium, Growth, Production

PENDAHULUAN

Kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan salah satu komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang dikonsumsi dalam bentuk polong segar. Berbeda dengan kedelai biji kering, edamame memiliki karakteristik rasa yang lebih manis, tekstur lebih empuk, serta kandungan gizi yang lebih unggul. Edamame mengandung protein sekitar 36%, serat pangan, vitamin C dan B kompleks, kalsium, zat besi, serta asam folat, dengan kadar lemak jenuh dan kolesterol yang rendah, sehingga berpotensi sebagai pangan fungsional dan pangan sehat (Febrianti *et al.,* 2022). Seiring meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pola konsumsi pangan sehat, permintaan terhadap edamame terus meningkat baik di pasar domestik maupun internasional.

Berdasarkan data Kementrian Pertanian (2019) dalam Kantikowati *et al.,* (2024), produksi kedelai edamame di Indonesia tahun 2018 sebanyak 982.598 ton dan hanya memenuhi 29% dari total kebutuhan nasional. Edamame memiliki potensial untuk dikembangkan sebagai komoditas tanaman pangan karena memiliki produktivitas 3,5 ton/ha lebih tinggi daripada produksi tanaman kedelai biasa yang memiliki produktivitas 1,7 – 3,2 ton/ha. Selain itu, edamame juga memiliki peluang pasar ekspor yang luas. Permintaan ekspor dari negara Jepang sebesar 100.000 ton/tahun dan Amerika sebesar 7.000 ton/tahun. Sementara itu Indonesia baru dapat memenuhi 3% dari kebutuhan pasar Jepang, sedangkan 97% dan lainnya dipenuhi oleh Cina dan Taiwan (Yuriansyah *et al.,* 2023).

Tanaman edamame dapat dibudidayakan pada berbagai ketinggian tempat dan beradaptasi pada beragam jenis tanah, dengan syarat memiliki drainase dan aerasi yang baik. Tanaman ini tumbuh optimal pada tanah yang gembur, subur, serta kaya akan bahan organik. Salah satu kendala utama dalam peningkatan produktivitas edamame di Indonesia adalah rendahnya tingkat kesuburan tanah, terutama pada lahan-lahan marginal. Oleh karena itu, pemupukan menjadi komponen penting dalam sistem budidaya edamame, karena berfungsi untuk menyediakan unsur hara esensial yang diperlukan dalam menunjang pertumbuhan vegetatif dan pembentukan hasil tanaman (Ramadhani *et al.,* 2016).

Penggunaan pupuk organik dalam sistem pertanian berkelanjutan semakin mendapat perhatian karena dinilai mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah secara simultan. Toda *et al.,* (2023) menyatakan bahwa sistem pertanian berbasis bahan organik memiliki efisiensi pemanfaatan hara yang lebih tinggi dibandingkan sistem konvensional yang hanya mengandalkan pupuk anorganik, terutama pada musim tanam kedua dan seterusnya. Efisiensi ini berkaitan erat dengan peningkatan kualitas struktur tanah, aktivitas mikroorganisme, serta kemampuan tanah dalam menyimpan dan melepaskan unsur hara secara bertahap.

Pupuk organik yang masih relatif jarang dimanfaatkan dalam budidaya tanaman adalah kasgot, yaitu residu hasil penguraian bahan organik oleh larva lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly* / BSF). Larva BSF dikenal efektif dalam mengurai limbah organik, sekaligus menghasilkan produk samping berupa kasgot yang kaya akan nutrisi. Selain berpotensi sebagai pakan ternak, kasgot juga memiliki peluang besar sebagai pupuk organik karena kandungan unsur hara makro dan mikro yang cukup tinggi (Afrida *et al.,* 2022).

Kasgot (*Black Soldier Fly Larvae Frass*) merupakan pupuk organik padat yang mengandung nitrogen, fosfor, dan kalium dalam jumlah yang signifikan. Sarpong *et al.,* (2019) melaporkan bahwa kasgot mengandung nitrogen sebesar 4,1%, fosfor 3,24%, dan kalium 7,71%, yang berperan penting dalam mendukung pertumbuhan vegetatif, pembentukan bintil akar, serta pengisian polong pada tanaman legum. Selain itu, kasgot memiliki pH berkisar antara 4–9, kandungan C-organik di atas 15%, rasio C/N 17–20, serta total kandungan NPK lebih dari 2%, dengan kadar Fe tersedia di bawah 500 mg kg^{-1}, sehingga telah memenuhi standar mutu pupuk organik sesuai Peraturan Menteri Pertanian No. 261/KPTS/SR.310/M/4/2019 (Kementerian Pertanian, 2019; Agustin *et al.,* 2023).

Penelitian oleh Ardiansyah *et al.,* (2023) , menunjukkan bahwa pemberian pupuk kasgot dengan dosis 100 g per

tanaman mampu meningkatkan pertumbuhan dan bobot polong segar per hektar pada tanaman kedelai edamame. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kasgot berpotensi meningkatkan ketersediaan hara serta memperbaiki kondisi tanah sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Namun demikian, penelitian tersebut masih terbatas pada aspek dosis pupuk dan belum mengkaji interaksi antara kasgot dan media tanam, padahal struktur dan komposisi media tanam sangat berpengaruh terhadap efektivitas pemupukan.

Media tanam merupakan salah satu faktor yang harus diperhatikan karena mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman untuk mendapatkan hasil yang optimal. Fungsi media tanam adalah sebagai tempat tumbuh, menyediakan tanaman dengan dukungan mekanis, air dan mineral nutrisi untuk pertumbuhan dan perkembangan yang lebih tinggi. Jenis dan sifat pada media tanam sangat mempengaruhi ketersediaan unsur hara didaerah perakaran tanaman (Pandjaitan *et al.,* 2023).

Jenis media tanam dengan campuran bahan organik juga baik digunakan karena mengandung beberapa unsur hara untuk pertumbuhan tanaman. Beberapa bahan organik yang dapat digunakan sebagai campuran media tanam adalah sekam padi. Sekam padi merupakan media yang cukup baik bagi tanaman karena sekam padi mengandung unsur hara N sebanyak 1% dan K sebanyak 2%. Sekam padi juga dapat dipakai sebagai media pengganti humus pada tanaman. Sekam padi mempunyai beberapa fungsi antara lain mampu menahan air, memberikan drainase dan aerasi baik bagi tanaman serta dapat mempertahankan kelembaban tanah di sekitar akar tanaman (Sunjana *et al.*, 2023). Penelitian oleh Maulidya *et al.,* (2023) menyatakan bahwa sekam padi dapat memperbaiki porositas tanah sehingga tanah memiliki aerasi lebih baik dan sangat membantu pertumbuhan dan perkembangan akar tanaman .

Penelitian oleh Yati *et al.,* (2023), menunjukkan bahwa aplikasi biochar sekam padi dengan dosis 10 ton/ha meningkatkan tinggi tanaman, jumlah bintil akar, dan jumlah polong per tanaman kedelai, sementara pemberian pupuk organik cair tidak memberikan peningkatan signifikan pada pertumbuhan dan hasil tanaman. Meskipun penelitian tersebut menggunakan objek tanaman yang sama, yaitu kedelai, namun dengan kombinasi perlakuan yang berbeda, sehingga hasilnya belum dapat dijadikan sebagai acuan langsung untuk budidaya edamame. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengkaji pengaruh kombinasi perlakuan tersebut secara spesifik pada tanaman edamame.

Berdasarkan uraian tersebut, dieprlukan penelitian lebih lanjut mengenai respon pertumbuhan dan produksi dua varietas kedelai edamame pada pemberian dosis kasgot dan kombinasi media tanam, dalam kaitannya dengan pertumbuhan dan produksi tanaman.

BAHAN DAN METODE

Penelitian telah dilaksanakan di *Screenhouse Experimental Farm* Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED) (7o 24’ 30” LT dan 109^{o} 15’ 19” LB), Laboratorium Tanah, Fakultas Pertanian UNSOED, Laboratorium Riset UNSOED. Percobaan ini dilakukan mulai dari bulan Juni 2025 sampai Agustus 2025.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih kedelai edamame varietas biomax 1, varietas ryoko, pupuk organik kasgot, sekam padi, tanah, polybag. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkul, cetok, penggaris, timbangan analitik, leaf area meter, label, dan pelastik transparan, pipet ukur, gelas ukur, oven pengering, perlengkapan alat tulis.

Rancangan yang digunakan dalam percobaan ini yaitu Rancangan Acak Kelompok Lenkap (RAKL), pola faktorial yang terdiri atas 3 Faktor. Faktor yang pertama adalah dosis kasgot (K) yang terdiri atas 4 taraf yaitu: K0 = 0 kontrol, K1 = 100 gram/polybag, K2 = 200 gram/polybag, K3 = 300 gram/polybag. Faktor kedua kombinasi media tanam (M) yang terdiri atas 3 kombinasi yaitu: M1 = tanah M2 = tanah dan sekam padi (1:1), M3 = tanah dan sekam padi (2:1). Faktor ketiga varietas kedelai edamame (V) yang terdiri atas 2 varietas yaitu: V1= varietas biomax 1, dan V2= varietas ryoko. Dari tiga

faktor yang di coba diperoleh 24 kombinasi perlakuan, masing-masing perlakuan diulang tiga kali sehingga seluruhnya ada 72 satuan percobaan dari setiap petak percobaan ditentukan 2 tanaman sampel.

Data yang diperoleh dianalisis dengan sidik ragam (*Analysis Of Variance*) apabila diperoleh hasil beda nyata antar perlakuan yang dicobakan maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf 5%. Variabel yang diamati meliputi: jumlah daun, jumlah polong per tanaman, bobot polong segar, jumlah bintil akar, bobot polong kering, bobot basah akar, bobot kering akar, volume akar, bobot bintil akar, bobot kering tanaman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Dosis Kasgot terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian dosis kasgot memberikan pengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame, yaitu jumlah daun, jumlah polong per tanaman, bobot polong segar, dan jumlah bintil akar (Tabel 1).

Tabel 1. Angka Rata-rata Pengaruh Dosis Kasgot terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Polong (buah)	Bobot Polong Segar (g)	Jumlah Bintil Akar (buah)
Dosis Kasgot (K)				
K0 = 0 g/polybag	12,92b	32,72a	58,25b	24,00c
K1 = 100 g/polybag	14,28a	31,67a	68,56a	25,44bc
K2 = 200 g/polybag	14,81a	30,86ab	71,36a	28,94ab
K3 = 300 g/polybag	14,03ab	28,36b	70,22a	30,17a
F Hitung	3,63*	3,35*	5,98**	4,89**
F Tabel	2,81	2,81	2,81	2,81
CV%	12,65	13,92	15,54	20,46

Keterangan: Angka-angka dalam kolom dan perlakuannya yang diikuti dengan huruf berdasarkan Uji DMRT pada taraf 5%. **= berbeda sangat nyata, *= berbeda nyata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kasgot meningkatkan jumlah daun tanaman dibandingkan tanpa pemberian kasgot. Jumlah daun terendah diperoleh pada perlakuan tanpa kasgot (K0) yaitu 12,92 helai, kemudian meningkat pada dosis 100 g/polybag (K1) menjadi 14,28 helai dan mencapai nilai tertinggi pada dosis 200 g/polybag (K2) yaitu 14,81 helai. Namun, pada dosis 300 g/polybag (K3) jumlah daun menurun menjadi 14,04 helai.

Peningkatan jumlah daun pada dosis 200 g/polybag menunjukkan bahwa dosis tersebut mampu menyediakan unsur hara dalam jumlah yang sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kasgot mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) yang berperan penting dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Nitrogen merupakan unsur utama dalam pembentukan klorofil, asam amino, dan protein yang berfungsi meningkatkan aktivitas fotosintesis serta merangsang pembentukan daun baru. Selain itu, kasgot juga mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi media tanam sehingga penyerapan udara dan unsur hara oleh akar berlangsung lebih optimal. Kondisi tersebut menyebabkan tanaman mampu membentuk daun lebih banyak pada dosis 200 g/tanaman dibandingkan perlakuan lainnya (Iswanto *et al.,* 2021).

Penurunan jumlah daun pada dosis kasgot 300 g/polybag yang lebih tinggi menunjukkan bahwa penambahan kasgot secara berlebihan tidak selalu meningkatkan pertumbuhan yang lebih baik bagi tanaman. Dosis yang terlalu tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan unsur hara dalam media tanam, meningkatkan konsentrasi garam, atau mengganggu aerasi media sehingga

penyerapan hara menjadi kurang optimal. Akibatnya, pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk pembentukan daun, menjadi tidak optimal. (Solfianti *et al.,* 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kasgot berpengaruh terhadap jumlah polong per tanaman kedelai edamame. Jumlah polong per tanaman terendah diperoleh pada perlakuan tanpa kasgot (K0) yaitu 28,36 polong, kemudian meningkat pada dosis 100 g/polybag (K1) menjadi 30,86 polong, meningkat kembali pada dosis 200 g/polybag (K2) menjadi 31,67 polong, dan mencapai nilai tertinggi pada dosis 300 g/polybag (K3) yaitu 32,72 polong. Berdasarkan persamaan regresi, dosis kasgot optimum sekitar 308,75 g/polybag dan jumlah polong maksimum sebesar 32,27 polong per tanaman.

Peningkatan jumlah yang diduga terjadi karena pemberian kasgot mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Nitrogen membantu pertumbuhan daun dan pembentukan klorofil sehingga proses fotosintesis menjadi lebih baik. Hasil fotosintesis yang dihasilkan tanaman kemudian digunakan untuk mendukung pembentukan bunga dan perkembangan polong. Selain itu, fosfor berperan dalam pembentukan bunga, pembuahan, dan perkembangan biji, sedangkan kalium membantu proses pengisian polong serta menjaga keseimbangan udara di dalam tanaman. Kasgot juga dapat memperbaiki kondisi media tanam sehingga akar lebih mudah menyerap udara dan unsur hara. Dengan kondisi tersebut, pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik dan jumlah polong yang dihasilkan semakin meningkat seiring dengan bertambahnya dosis kasgot (Bimasri, 2023).

Meskipun hubungan yang terbentuk merupakan pola kuadratik, hingga dosis 300 g/polybag belum terlihat adanya penurunan jumlah polong. Hal ini menunjukkan bahwa kebutuhan unsur hara tanaman untuk mendukung pembentukan polong belum mencapai titik jenuh. Berdasarkan hasil analisis regresi, titik optimum diperkirakan berada pada dosis sekitar 308,75 g/polybag, sehingga dosis tertinggi yang digunakan dalam penelitian masih berada di bawah dosis optimum tersebut. Selain itu, kasgot melepaskan unsur hara secara bertahap (slow release), sehingga pasokan nitrogen, fosfor, dan *kalium* tetap tersedia selama fase pembungaan hingga pengisian polong. Kondisi ini memungkinkan tanaman terus membentuk polong lebih banyak meskipun dosis kasgot terus ditingkatkan hingga 300 g/polybag (Asie *et al.,* 2024).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kasgot berpengaruh terhadap bobot polong segar tanaman kedelai edamame. Bobot polong segar terendah diperoleh pada perlakuan tanpa pemberian kasgot (K0), yaitu 58,25 g, kemudian meningkat pada dosis 100 g/polybag (K1) menjadi sekitar 68,56 g, dan mencapai nilai tertinggi pada dosis 200 g/polybag (K2) yaitu 71,36 g. Namun, pada dosis 300 g/polybag (K3) bobot polong segar sedikit menurun menjadi sekitar 70,22 g. Berdasarkan persamaan regresi, diperoleh dosis kasgot optimum sebesar 207,67 g/polybag dengan bobot polong segar maksimum sekitar 71,37 g.

Peningkatan bobot polong segar pada dosis kasgot hingga sekitar 208 g menunjukkan bahwa kasgot mampu menyediakan unsur hara yang dibutuhkan tanaman selama fase pembentukan dan pengisian polong. Kasgot merupakan pupuk organik hasil penguraian larva Black Soldier Fly yang kaya akan unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), serta mengandung bahan organik dan mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanah. Unsur nitrogen berperan dalam pembentukan klorofil sehingga meningkatkan aktivitas fotosintesis, sedangkan fosfor berfungsi dalam transfer energi (ATP), pembentukan bunga, perkembangan polong, dan pengisian biji. Kalium berperan dalam menyalurkan hasil fotosintesis dari daun ke polong sehingga polong menjadi lebih berisi dan bobot segarnya meningkat (Yanuar *et al.,* 2025).

Penurunan polong segar pada dosis 300 g/polybag menunjukkan bahwa pemberian kasgot dalam jumlah yang berlebihan tidak selalu memberikan hasil bobot yang lebih baik. Dosis kasgot yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kejernihan unsur hara dalam media tanam sehingga efisiensi penyerapan

unsur hara oleh akar menjadi menurun. Selain itu, akumulasi bahan organik yang terlalu tinggi dapat mempengaruhi aerasi media tanam dan menghambat aktivitas akar dalam menyerap udara serta unsur hara. Kondisi tersebut menyebabkan hasil fotosintesis yang dialokasikan untuk pembentukan dan pengisian polong menjadi kurang optimal sehingga bobot polong segar mengalami sedikit penurunan dibandingkan dosis optimum. Fenomena ini sejalan dengan prinsip law of diminishing return , yaitu penambahan pupuk yang melebihi kebutuhan tanaman tidak lagi meningkatkan hasil, bahkan dapat menurunkan produktivitas (Syam *et al.,* 2023).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kasgot berpengaruh terhadap jumlah bintil akar tanaman kedelai edamame. Jumlah bintil akar terendah diperoleh pada perlakuan tanpa pemberian kasgot (K0) yaitu 24,00 bintil , kemudian meningkat pada dosis 100 g/polybag (K1) menjadi 25,44 bintil , meningkat kembali pada dosis 200 g/polybag (K2) menjadi 28,94 bintil , dan mencapai nilai tertinggi pada dosis 300 g/polybag (K3) yaitu sekitar 30,17 bintil. Berdasarkan persamaan regresi, dosis kasgot optimum diperkirakan sebesar 1.975 g/polybag dengan jumlah bintil akar maksimum sekitar 47,19 bintil.

Peningkatan jumlah bintil akar menunjukkan bahwa pemberian kasgot mampu menciptakan kondisi media tanam yang lebih baik untuk pertumbuhan akar dan perkembangan bakteri penambat nitrogen (Rhizobium). Kasgot mengandung bahan organik serta unsur hara yang dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan porositas, menjaga kelembaban tanah, dan menyediakan nutrisi yang dibutuhkan tanaman maupun mikroorganisme tanah. Kondisi tersebut mendukung proses infeksi bakteri Rhizobium pada akar sehingga pembentukan bintil akar menjadi lebih banyak. Semakin banyak bintil akar yang terbentuk, semakin besar kemampuan tanaman dalam mengikat nitrogen dari udara sehingga kebutuhan nitrogen tanaman dapat terpenuhi secara alami (Pramono, *et al.,* 2023).

Pengaruh Kombinasi Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame

Hasil penelitian imenunjukkan bahwa kombinasi media tanam memberikan pengaruh nyata hingga sangat nyata terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil kedelai edamame, meliputi jumlah polong per tanaman, bobot polong segar, bobot polong kering, bobot basah akar, bobot kering akar, volume akar, dan bobot bintil akar. Hasil tersebut menunjukkan bahwa komposisi media tanam lebih berperan dalam meningkatkan perkembangan sistem perakaran dan pembentukan hasil dibandingkan pertumbuhan vegetatif tanaman (Tabel 2).

Tabel 2. Angka Rata-rata Pengaruh Kombinasi Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame

Perlakuan	Jumlah polong (buah)	Bobot Polong Segar (g)	Bobot Kering Polong (g)	Bobot Basah Akar (g)	Bobot Bintil akar (g)	Bobot Kering Akar (g)	Volume Akar (ml)
Kombinasi Media Tanam (M)							
M1 = Tanah	33,27a	71,58a	17,38a	1,46ab	12,83b	2,08b	9,40ab
M2 = Tanah : Sekam Padi (1:1)	28,41b	67,08ab	15,35b	1,68a	14,25b	3,00a	9,65a
M3 = Tanah : Sekam Padi (2:1)	31,02ab	62,63b	16,06ab	1,27b	16,04a	2,27b	8,47b
F Hitung	7,65**	4,43*	3,86*	4,56*	9,57**	8,00**	3,39*
F Tabel	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20	3,20
CV%	13,92	15,54	15,78	33,47	17,71	34,27	18,01

Keterangan: Angka-angka dalam kolom dan perlakuannya yang diikuti dengan huruf berdasarkan Uji DMRT pada taraf 5%. **= berbeda sangat nyata, *= berbeda nyata

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam memengaruhi jumlah polong tanaman kedelai edamame. Perlakuan M1 (tanah) menghasilkan jumlah polong tertinggi yaitu 33,27 polong per tanaman, diikuti oleh M3 (tanah : sekam padi = 2:1) yaitu 31,02 polong per tanaman, dan M2 (tanah : sekam padi = 1:1) yaitu 28,41 polong per tanaman. Media tanam M1 memberikan hasil terbaik karena tanah mampu menyimpan air dan unsur hara dengan baik sehingga kebutuhan tanaman dapat terpenuhi selama pertumbuhan hingga pembentukan polong (Hasanah *et al.,* 2021). Kondisi ini membantu akar berkembang dengan baik dan menyerap hara secara optimal. Akibatnya, tanaman dapat menghasilkan jumlah polong yang lebih banyak dibandingkan perlakuan lainnya.

Jumlah sekam padi yang lebih banyak membuat media tanam menjadi lebih poros sehingga air dan unsur hara lebih cepat hilang. Kondisi ini dapat mengurangi ketersediaan hara bagi tanaman dan menyebabkan pembentukan polong menjadi kurang optimal (Yuniarti at al., 2016). Sementara itu, perlakuan M3 memberikan hasil yang lebih baik karena kombinasi tanah dan sekam padi menciptakan media yang lebih seimbang. Tanah tetap mampu menyimpan air dan hara, sedangkan sekam padi membantu memperbaiki aerasi dan drainase media tanam (Sari *et al.,* 2021).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam memengaruhi bobot polong segar tanaman kedelai edamame. Perlakuan M1 (tanah) menghasilkan bobot polong segar tertinggi yaitu 71,58 g per tanaman, diikuti oleh M2 (tanah : sekam padi = 1:1) yaitu 67,08 g per tanaman, dan M3 (tanah : sekam padi = 2:1) yaitu 62,63 g per tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa perbedaan komposisi media tanam dapat memengaruhi kemampuan tanaman dalam mengisi dan membentuk polong.

Media tanah murni (M1) memberikan hasil terbaik karena mampu menyimpan air dan unsur hara dengan lebih baik sehingga kebutuhan tanaman selama fase pembentukan dan pengisian polong dapat terpenuhi. Kondisi ini membantu akar menyerap air dan nutrisi secara optimal, sehingga hasil polong menjadi lebih tinggi. Hasil penelitian ini sejalan dengan pendapat Siregar *et al.,* (2020) yang menyatakan bahwa media tanam dengan keseimbangan air, udara, dan unsur hara yang baik dapat meningkatkan hasil tanaman. (Romano *et al.,* 2023) juga menjelaskan bahwa tanah dengan struktur yang baik mampu mendukung penyerapan air dan hara secara lebih efisien.

Perlakuan M2 dan M3, penambahan sekam padi membuat media menjadi lebih poros. Kondisi ini memang memperbaiki aerasi, tetapi juga dapat menyebabkan air dan unsur hara lebih cepat hilang. Akibatnya, tanaman memperoleh pasokan air dan nutrisi yang lebih sedikit selama fase pengisian polong. Selain itu, sekam padi memiliki kandungan karbon yang tinggi sehingga selama proses penguraian dapat mengurangi ketersediaan nitrogen bagi tanaman. Menurut Fitriani *et al.,* (2021), kekurangan air pada fase pengisian polong dapat menurunkan hasil tanaman. Pratama *et al.,* (2022) juga menyatakan bahwa kekurangan nitrogen pada fase generatif dapat menghambat pembentukan biji dan menurunkan bobot hasil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam memengaruhi bobot kering polong tanaman kedelai edamame. Perlakuan M1 (tanah) menghasilkan bobot kering polong tertinggi yaitu 17,38 g per tanaman, diikuti oleh M3 (tanah : sekam padi = 2:1) yaitu 16,06 g per tanaman, dan M2 (tanah : sekam padi = 1:1) yaitu 15,35 g per tanaman. Hasil ini menunjukkan bahwa media tanah murni memberikan kondisi yang lebih baik untuk pembentukan dan pengisian polong dibandingkan media yang mengandung sekam padi dalam jumlah lebih banyak.

Tingginya bobot kering polong pada perlakuan M1 diduga karena tanah mampu menyimpan air dan unsur hara dengan lebih baik. Kondisi ini membantu tanaman melakukan fotosintesis secara optimal dan menyalurkan hasil fotosintesis ke polong selama fase pengisian biji. Menurut Nugraha *et al.,* (2021), kondisi perakaran yang stabil sangat penting untuk mendukung pembentukan biji dan akumulasi biomassa hasil tanaman.

Perlakuan M2, jumlah sekam padi

yang lebih banyak menyebabkan media menjadi lebih poros sehingga air dan unsur hara lebih cepat hilang. Akibatnya, tanaman memperoleh pasokan air dan nutrisi yang lebih sedikit saat pengisian polong berlangsung. Kondisi ini dapat mengurangi pembentukan bahan kering pada polong. Sutrisno *et al.,* (2023) menyatakan bahwa kekurangan air pada fase generatif dapat menurunkan pengisian biji dan hasil kering tanaman. Sementara itu, pada perlakuan M3, dominasi tanah masih mampu menjaga ketersediaan air dan unsur hara sehingga hasil yang diperoleh lebih baik dibandingkan M2. Hal ini sejalan dengan pendapat Kuswantoro *et al.,* (2021) yang menyatakan bahwa bahan organik ringan seperti sekam padi dapat memperbaiki media tanam apabila digunakan dalam proporsi yang tepat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan media tanam berpengaruh nyata terhadap bobot bintil akar tanaman edamame. Perlakuan M2 menghasilkan bobot bintil akar tertinggi yaitu 1,68 g per tanaman, diikuti oleh M1 sebesar 1,46 g per tanaman, sedangkan M3 menghasilkan bobot bintil akar terendah yaitu 1,27 g per tanaman. Tingginya bobot bintil akar pada M2 diduga karena media tanam memiliki aerasi dan kelembapan yang lebih baik sehingga akar dapat tumbuh dengan optimal dan bakteri Rhizobium lebih mudah berkembang. Kondisi ini mendukung terbentuknya bintil akar yang lebih banyak dan aktif. Menurut Suryani *et al.,* (2021), kondisi perakaran yang baik dapat meningkatkan pembentukan dan perkembangan bintil akar. Sebaliknya, bobot bintil akar yang lebih rendah pada M3 menunjukkan bahwa kondisi media kurang mendukung aktivitas akar dan bakteri Rhizobium. Kurniawan *et al.,* (2022) menyatakan bahwa keberhasilan pembentukan bintil akar sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik media tanam yang mendukung pertumbuhan akar dan mikroorganisme tanah.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam memengaruhi bobot basah akar tanaman kedelai edamame. Perlakuan M3 menghasilkan bobot basah akar tertinggi yaitu 16,04 g per tanaman, diikuti oleh M2 sebesar 14,25 g per tanaman, dan M1 sebesar 12,83 g per tanaman. Bobot basah akar yang tinggi menunjukkan bahwa akar tumbuh lebih baik dan mampu menyerap air dalam jumlah yang lebih banyak. Pada perlakuan M3, media tanam memiliki keseimbangan yang baik antara udara dan air sehingga akar dapat berkembang dengan lebih leluasa. Kondisi ini mendukung pertumbuhan akar, percabangan akar, dan penyerapan unsur hara yang dibutuhkan tanaman. Menurut Kartika *et al.,* (2021), lingkungan perakaran yang baik dapat meningkatkan pertumbuhan akar serta membantu tanaman menyerap air dan unsur hara secara lebih efisien.

Bobot basah akar yang lebih rendah pada perlakuan M1 dan M2 menunjukkan bahwa kondisi media tanam belum sebaik M3 dalam mendukung perkembangan akar. Media tanam yang kurang seimbang dapat menghambat pertumbuhan akar sehingga kemampuan tanaman menyerap air dan unsur hara menjadi lebih rendah. Fonta *et al.,* (2022) menyatakan bahwa kondisi media tanam yang kurang sesuai dapat membatasi perkembangan akar dan mengurangi efisiensi penyerapan hara oleh tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam mempengaruhi bobot kering akar tanaman kedelai edamame. Perlakuan M2 menghasilkan bobot kering akar tertinggi yaitu 3,33 g per tanaman, diikuti oleh M3 sebesar 2,27 g per tanaman dan M1 sebesar 2,08 g per tanaman. Bobot kering akar menggambarkan banyaknya jaringan akar yang terbentuk setelah kandungan airnya hilang. Tingginya bobot kering akar pada perlakuan M2 menunjukkan bahwa media tanam tersebut mampu menyediakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan akar. Akar dapat berkembang lebih optimal, menyerap unsur hara dengan lebih baik, dan membentuk jaringan akar yang lebih banyak. Menurut Elfarisna *et al.,* (2018), pertumbuhan akar akan meningkat apabila media tanam memiliki kondisi yang mendukung, seperti aerasi dan kelembapan yang seimbang.

Bobot kering akar yang lebih rendah pada perlakuan M1 dan M3 menunjukkan bahwa perkembangan akar belum sebaik pada perlakuan M2. Kondisi media yang kurang sesuai dapat mengurangi pembentukan jaringan akar dan membatasi penyerapan

unsur hara. Zahran, (2019) menyatakan bahwa media tanam yang kurang stabil dapat menghambat pembentukan biomassa akar karena tanaman kurang efisien dalam menyalurkan hasil fotosintesis ke sistem perakaran.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi media tanam memengaruhi volume akar tanaman kedelai edamame. Perlakuan M2 menghasilkan volume akar tertinggi yaitu 9,65 ml, diikuti oleh M1 sebesar 9,40 ml, sedangkan M3 menghasilkan volume akar terendah yaitu 8,47 ml. Volume akar menunjukkan seberapa besar dan luas perkembangan sistem perakaran tanaman. Semakin besar volume akar, semakin luas daerah yang dapat dijangkau akar untuk menyerap air dan unsur hara. Pada perlakuan M2, media tanam memiliki kondisi yang baik, seperti aerasi yang cukup, porositas yang seimbang, dan kemampuan menyimpan air yang baik. Kondisi tersebut membantu akar tumbuh lebih aktif dan berkembang dengan optimal. Menurut Sari *et al.,* (2021), media tanam yang memiliki keseimbangan udara dan air dapat mendukung pertumbuhan akar dengan lebih baik.

Interaksi Dosis Kasgot dan Kombinasi Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara dosis kasgot dan kombinasi media tanam terhadap bobot tanaman basah, bobot kering tanaman, bobot kering akar, dan bobot bintil akar, sedangkan parameter lainnya tidak menunjukkan interaksi yang nyata (Tabel 3).

Tabel 3. Angka Rata-rata Interaksi Dosis Kasgot dan Kombinasi Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Edamame

Perlakuan	Bobot Basah Tanaman (g)	Bobot Kering Tanaman (g)	Bobot Bintil Aakar (g)	Bobot Kering Akar (g)
Interaksi Perlakuan KxM				
K0M1	49,17bc	12,75ab	1,33bc	2,25cd
K0M2	49,33bc	11,03b	1,80ab	2,30cd
K0M3	47,00c	11,93ab	1,05c	2,08cd
K1M1	55,50ab	10,98b	1,28bc	2,65bcd
K1M2	45,67c	13,50a	2,27a	2,22cd
K1M3	57,00a	11,93ab	1,45bc	1,93cd
K2M1	47,50c	12,37ab	1,84ab	1,60d
K2M2	50,83abc	11,57ab	1,35bc	4,08a
K2M3	51,17abc	11,95ab	1,00c	2,28cd
K3M1	48,67c	10,60b	1,40bc	1,82cd
K3M2	51,33abc	12,62ab	1,32bc	3,38ab
K3M3	51,83abc	13,67a	1,58bc	2,77bc
F Hitung	3,35**	2,97*	2,90*	4,19**
F Tabel	2,30	2,3	2,30	2,30
CV%	9,74	14,30	33,47	34,27

Keterangan: Angka-angka dalam kolom dan perlakuannya yang diikuti dengan huruf berdasarkan Uji DMRT pada taraf 5%. **= berbeda sangat nyata, *= berbeda nyata

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat interaksi nyata antara dosis kasgot dan kombinasi media tanam terhadap bobot basah tanaman kedelai edamame. Bobot basah tanaman tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan K1M3 (100 g kasgot dan media tanam tanah:sekam padi 2:1) yaitu 57,00 g per tanaman, sedangkan bobot basah tanaman terendah diperoleh pada kombinasi K1M2 (100 g kasgot dan media tanam tanah:sekam padi 1:1) yaitu 45,67 g per tanaman.

Bobot basah tanaman menggambarkan banyaknya biomassa yang terbentuk selama pertumbuhan. Kasgot mengandung unsur hara penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang dibutuhkan tanaman. Nitrogen membantu pembentukan klorofil sehingga proses fotosintesis dapat

berlangsung lebih baik dan menghasilkan lebih banyak makanan untuk pertumbuhan tanaman (Yuniarti *et al.,* 2016). Oleh karena itu, tanaman pada perlakuan K1M3 mampu menghasilkan bobot basah yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.

Peningkatan dosis kasgot pada K2 dan K3 tidak selalu meningkatkan bobot basah tanaman. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat dosis optimum dalam penggunaan kasgot. Pemberian bahan organik yang terlalu banyak dapat meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah yang juga membutuhkan nitrogen, sehingga jumlah nitrogen yang tersedia bagi tanaman menjadi berkurang (Maulidya *et al.,* 2023).

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat interaksi nyata antara dosis kasgot dan kombinasi media tanam terhadap bobot kering tanaman kedelai edamame. Bobot kering tanaman tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan K3M3 (300 g kasgot dan media tanah:sekam padi 2:1) yaitu 13,67 g per tanaman, yang relatif setara dengan perlakuan K1M2 (100 g kasgot dan media tanah:sekam padi 1:1) yaitu 13,50 g per tanaman. Sebaliknya, bobot kering tanaman yang lebih rendah diperoleh pada kombinasi K1M1 yaitu 10,98 g per tanaman dan K3M1 yaitu 10,60 g per tanaman.

Bobot kering tanaman menggambarkan jumlah biomassa yang berhasil dibentuk tanaman setelah melalui proses fotosintesis. Bobot kering yang lebih tinggi menunjukkan bahwa tanaman mampu memanfaatkan air dan unsur hara dengan baik untuk membentuk jaringan tanaman. Perbedaan bobot kering antar perlakuan menunjukkan adanya perbedaan kemampuan tanaman dalam menyerap hara dan mengubah hasil fotosintesis menjadi biomassa (Atmaja *et al.,* 2020).

Kombinasi perlakuan yang menghasilkan bobot kering tertinggi menunjukkan bahwa unsur hara dari kasgot dapat dimanfaatkan secara optimal oleh tanaman. Nitrogen yang terkandung dalam kasgot berperan dalam pembentukan klorofil dan mendukung proses fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik ((Iqbal *et al.,* 2020). Namun, peningkatan dosis kasgot tidak selalu meningkatkan bobot kering tanaman. Pada beberapa perlakuan, dosis yang lebih tinggi justru menghasilkan bobot kering yang lebih rendah. Hal ini diduga karena kondisi media tanam kurang mendukung perkembangan akar, terutama jika aerasi media kurang baik. Akibatnya, penyerapan air dan unsur hara menjadi tidak optimal sehingga pertumbuhan tanaman terhambat (Wulandari *et al.,* 2025).

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat interaksi nyata antara dosis kasgot dan kombinasi media tanam terhadap bobot bintil akar tanaman kedelai edamame. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan bintil akar dipengaruhi oleh kombinasi kedua faktor tersebut. Kombinasi perlakuan K1M2 (100 g kasgot dan media tanam tanah:sekam padi 1:1) menghasilkan bobot bintil akar tertinggi yaitu 2,27 g per tanaman, sedangkan kombinasi K2M3 (200 g kasgot dan media tanam tanah:sekam padi 2:1) menghasilkan bobot bintil akar terendah yaitu 1,00 g per tanaman, yang relatif sama dengan perlakuan K0M3 sebesar 1,05 g per tanaman.

Bobot bintil akar menunjukkan aktivitas bakteri Rhizobium dalam mengikat nitrogen dari udara untuk digunakan oleh tanaman. Semakin besar bobot bintil akar, semakin besar pula kemampuan tanaman memperoleh nitrogen secara alami yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Salvagiotti *et al.,* 2008). Tingginya bobot bintil akar pada perlakuan K1M2 menunjukkan bahwa dosis kasgot sedang dan media tanam M2 mampu menciptakan kondisi yang baik bagi perkembangan bintil akar. Kasgot mengandung bahan organik yang dapat memperbaiki sifat fisik tanah, meningkatkan aktivitas mikroorganisme, dan mendukung pertumbuhan bakteri Rhizobium. Selain itu, media tanam dengan aerasi yang baik membantu proses fiksasi nitrogen berlangsung lebih optimal (Hungria *et al.,* 2015).

Bobot bintil akar yang rendah pada K2M3 diduga disebabkan oleh tingginya ketersediaan nitrogen di dalam media. Ketika nitrogen sudah tersedia dalam jumlah cukup, tanaman cenderung mengurangi pembentukan bintil akar karena tidak lagi membutuhkan bantuan Rhizobium untuk memperoleh nitrogen. Akibatnya, jumlah dan bobot bintil akar menjadi lebih rendah (Duaja *et al.,* 2022).

Perbedaan bobot bintil akar juga dapat dipengaruhi oleh kemampuan setiap varietas dalam membentuk hubungan dengan bakteri Rhizobium. Varietas yang lebih efisien dalam proses fiksasi nitrogen biasanya mampu membentuk bintil akar yang lebih besar dan mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik (Pramono *et al.,* 2023).

Berdasarkan hasil penelitian, terdapat interaksi nyata antara dosis kasgot dan kombinasi media tanam terhadap bobot kering akar tanaman kedelai edamame. Bobot kering akar tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan K2M2 (200 g kasgot dan media tanam tanah:sekam padi 1:1) yaitu sekitar 4,08 g per tanaman, sedangkan bobot kering akar terendah diperoleh pada kombinasi K2M1 (200 g kasgot dan media tanam tanah) yaitu sekitar 1,60 g per tanaman.

Bobot kering akar menggambarkan banyaknya biomassa akar yang terbentuk selama pertumbuhan tanaman. Semakin tinggi bobot kering akar, semakin baik perkembangan sistem perakaran tanaman. Akar yang berkembang dengan baik akan lebih efektif dalam menyerap air dan unsur hara yang dibutuhkan untuk pertumbuhan (Abdillah *et al.,* 2022). Tingginya bobot kering akar pada kombinasi K2M2 menunjukkan bahwa dosis kasgot sedang yang dipadukan dengan media tanam M2 mampu menciptakan kondisi yang baik bagi pertumbuhan akar. Kasgot menyediakan unsur hara dan bahan organik yang dapat memperbaiki struktur media tanam. Selain itu, media M2 diduga memiliki aerasi yang baik sehingga akar memperoleh cukup oksigen untuk melakukan respirasi dan membentuk jaringan akar baru (Bengough *et al.,* 2011).

Sebaliknya, rendahnya bobot kering akar pada K2M1 menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara saja belum cukup untuk mendukung pertumbuhan akar secara optimal. Kondisi media tanam yang kurang mendukung, terutama dalam hal aerasi dan drainase, dapat menghambat perkembangan akar sehingga penyerapan air dan unsur hara menjadi kurang maksimal (Sharma *et al.,* 2018). Perbedaan pertumbuhan akar juga dapat dipengaruhi oleh kemampuan masing-masing varietas dalam memanfaatkan unsur hara dan beradaptasi terhadap kondisi media tanam. Varietas yang memiliki sistem perakaran lebih luas dan efisien umumnya mampu menyerap unsur hara lebih baik sehingga menghasilkan pertumbuhan akar yang lebih tinggi (Lynch, 2019).

SIMPULAN

1. Pemberian kasgot meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai edamame. Dosis kasgot 200 g/polybag memberikan respon yang baik terhadap jumlah daun, jumlah polong per tanaman, bobot polong segar, dan jumlah bintil akar.
2. Kombinasi Media tanam memengaruhi komponen hasil dan perkembangan perakaran. Media tanam tanah (M1) menghasilkan jumlah polong per tanaman, bobot polong segar, bobot kering polong terbaik. Media tanam tanah - sekam padi dengan perbandingan 1:1 menghaslkan bobot bintil akar, bobot kering akar, dan volume akar terbaik. Media tanam tanah - sekam padi dengan perbandingan 2:1menghasilkan bobot basah akar terbaik.
3. Terdapat interaksi antara dosis kasgot dan kombinasi media tanam pada bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot bintil akar, dan bobot kering akar, mennjukkan pengaruh dosis kasgot terhadap pada bobot basah tanaman, bobot kering tanaman, bobot bintil akar, dan bobot kering akar tidak bergantung kepada kombinasi media tanam, sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, R., Hidayat, T., & Nuraini, Y. (2022). Pengaruh bahan organik terhadap aktivitas mikroorganisme dan pertumbuhan kedelai pada tanah ultisol. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*, *5*(2), 112–120. https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jatl/article/view/54879

Afrida, E., & Tampubolon, K. (2022). Limiting factors of agronomic characteristics for maize through nutrient omission techniques. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, *70*(2), 109–118.

https://doi.org/10.11118/actaun.2022.010

Agustin, H., Warid, W., & Musadik, I. M. (2023). Kandungan Nutrisi Kasgot Larva Lalat Tentara Hitam (Hermetia illucensi) Sebagai Pupuk Organik. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, *25*(1), 12–18. https://doi.org/10.31186/jipi.25.1.12-18

Ardiansyah, M., Pamungkas, D. H., & Setiawati, E. (2023). Respon Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Edamame (Glycine max (L.) Merr.) Pada Berbagai Dosis Pupuk Npk Dan Kasgot Berbeda. *Ilmiah Agroust*, *9*(1).

Asie, R., Nurhayati, & Rahmawati, D. (2024). Pengaruh bahan pembenah tanah dan pupuk hayati terhadap pertumbuhan dan hasil edamame. *Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, *11*(12), 145–154. https://journal.umpr.ac.id/index.php/daun/article/view/6284

Atmaja, I. S. W., & Dibia, I. N. (2020). The role of organic fertilizer in improving soil fertility and crop productivity: A review. *Agricultural Sciences*, *11*(4), 345–356. https://doi.org/10.4236/as.2020.114022

Bengough, A. G., McKenzie, B. M., Hallett, P. D., & Valentine, T. A. (2011). Root elongation, water stress, and mechanical impedance: A review of limiting stresses and beneficial root tip traits. *Journal of Experimental Botany*, *62*(1), 59–68. https://doi.org/10.1093/jxb/erq350

Bimasri. (2023). Pengaruh media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, *7*(2), 115–124. https://ojs.uma.ac.id/index.php/agrotekma/article/view/6436

Duaja, M. D., Kartika, E., & G. (2022). The utilization of palm oil mill effluent decanter cake as an organic fertilizer on edamame type soybean (Glycine max L. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, *6*(2), 115–123.

Elfarisna, P., Puspitasari, D., & Sukrianto, S. (2018). Pengaruh pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia*, *46*(2), 123–130. https://jurnal.umj.ac.id/index.php/ftan/article/view/3244

Febrianti, F., Pitaloka, N., & Rifqah, R. A. (2022). Respon Tanaman Kedelai Edamame (Glycine max (L) Merril) Terhadap Dosis Pupuk Improbio Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmiah Respati*, *13*(2), 165–173. https://doi.org/10.52643/jir.v13i2.2708

Fitriani, A., Sari, R., & Wahyuni, D. (2021). Pengaruh ketersediaan unsur hara terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (Glycine max L.). *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, *10*(2), 115–123. https://journal.unhas.ac.id/index.php/agrotech/article/view/13811

Fonta, W. M., Sanou, J., & Zombre, G. (2022). Root architecture responses to soil physical conditions and nutrient availability in crops. *Plant and Soil*, *481*, 45–60. https://doi.org/10.1007/s11104-022-05527-w

Hasanah, Y., Rahmawati, N., & Ginting, J. (2021). Respons pertumbuhan dan hasil kedelai (Glycine max L.) terhadap pemberian pupuk organik dan media tanam berbeda. *Jurnal Agronomi Indonesia*, *49*(2), 123–130. https://doi.org/10.24831/jai.v49i2.

Hungria, M., & Mendes, I. C. (2015). *Nitrogen fixation with soybean: The perfect symbiosis? Biological Fertility of Soils*. *51*, 667–683. https://doi.org/10.1007/s00374-015-1035-0

Iqbal, A., He, L., Khan, A., Wei, S., Akhtar, K., Ali, I., & Jiang, L. (2020). Organic manure improves soybean productivity and nutrient use efficiency. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *289*, 106–748. https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.106748

Iswanto, E., Susanti, R., & Hidayat, T. (2021). Pengaruh dosis pupuk organik terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. *Jurnal Ilmiah Pertanian Dan Kehutanan*, *8*(1), 35–44.

https://journal.umpr.ac.id/index.php/daun/article/view/3007

Kantikowati, E., Karya, Minangsih, D. M., Santoso, J., & Mutiawati, R. (2024). Pertumbuhan Dan Hasil Edamame (Glycine Max L.) Varietas Ryokko Akibat Perlakuan Pupuk Kandang Ayam Dan Nitrogen. *Agro Tatanen*, *6*(1), 21–29.

Kartika, K., Sakagami, J. I., Lakitan, B., Yabuta, S., Akagi, I., Widuri, L. I., Siaga, E., Iwanaga, H., & Nurrahma, A. H. I. (2021). Rice husk biochar effects on improving soil properties and root development in rice (Oryza glaberrima Steud.) exposed to drought stress during early reproductive stage. *AIMS Agriculture and Food*, *6*(2), 737–7551. https://doi.org/10.3934/agrfood.2021043

Kementerian Pertanian. (2019). *Peraturan Menteri Pertanian Nomor 261/KPTS/SR.310/M/4/2019. Tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenah Tanah*.

Kurniawan, A., Prasetyo, B., & Wicaksono, K. P. (2022). Effect of organic growing media on root development and water uptake efficiency in legumes. *Agriculture*, *12*(1), 45. https://doi.org/10.3390/agriculture12010045

Kuswantoro, A., Santosa, H., & Wulandari, F. (2021). Hubungan pertumbuhan vegetatif dan hasil biji pada varietas kedelai edamame. *Jurnal Agronomi Indonesia*, *49*(2), 89–98. https://doi.org/10.24831/jai.v49i2.3892

Lynch, J. P. (2019). Root phenotypes for improved nutrient capture: An underexploited opportunity for global agriculture. *New Phytologist*, *223*(2), 548–564. https://doi.org/10.1111/nph.15738

Maulidya, S., Mariyam Oklima, A., & Kusnayadi, H. (2023). Peningkatan Pertumbuhan Dan Hasil Kedelai Edamame (Glycine max L. Merr) Dengan Pemberian Limbah Abu Sekam Padi Dan Hayati Kompos Dilahan Kering Pada Musim Hujan. *Jurnal Agroteknologi*, *3*(1), 20–32. http://www.e-journallppmunsa.ac.id/index.php/agroteknologi/article/view/1103

Nugraha, A., Sari, D. P., & Wulandari, R. (2021). Pengaruh sifat fisik tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia*, *49*(3), 210–218. https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalagronomi

Pandjaitan, C. T. B., Juwaningsih, E. H. A., & Jemian, Y. E. (2023). Pengaruh Komposisi Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kubis Bunga. *In Prosiding Seminar Nasional Hasil-Hasil Penelitian*, *6*(1), 46–53.

Pramono, A., Setiawan, D., & Lestari, P. (2023). Respon beberapa varietas edamame terhadap pemberian pupuk organik. *Media Pertanian*, *8*(1), 25–33. https://jurnal.unsil.ac.id/index.php/medpertanian/article/view/8353

Pratama, D., Nugroho, A., & Putri, S. (2022). Keseimbangan air dan aerasi pada media tanam terhadap hasil tanaman kedelai. *Cocos*, *14*(1), 45–53. https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/cocos/article/view/37152

Ramadhani, M., Silvina, F., & Armaini. (2016). Pemberian Pupuk Kandang Dan Volume Air Edamame (Gycine max (L .) Merril) Giving Manure And Water Volume On Growth And Yield Of Edamame Soybean(Gycine max (L .) Merril). *Jom Faperta*, *3*(1), 1–13.

Romano, N., & Islam, S. (2023). Productivity and elemental/chlorophyll composition of collard greens in an aquaponic system at different combinations of media and black soldier fly (Hermetia illucens) larvae frass supplementations. *Aquaculture Research*, 1–7. https://doi.org/10.1155/2023/3308537

Salvagiotti, F., Cassman, K. G., Specht, J. E., Walters, D. T., Weiss, A., & Dobermann, A. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans. *Field Crops Research*, *108*, 1–13.

https://doi.org/10.1016/j.fcr.2008.03.001

Sari, M., & Kusumastuti, E. (2021). Pengaruh kompos dan kasgot terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *26*(3), 301–309. https://doi.org/10.18343/jipi.26.3.301

Sarpong, D., Oduro-Kwarteng, S., Gyasi, S. F., Buamah, R., Donkor, E., Awuah, E., & Baah, M. K. (2019). Biodegradation by Composting of Municipal Organic Solid Waste into Organic Fertilizer Using the Black Soldier Fly (Hermetia illucens) (Diptera: Stratiomyidae) Larvae. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, *8*(4), 45–54. https://doi.org/10.1007/s40093-019-0268-4

Sharma, A., & Bali, A. S. (2018). Integrated nutrient management in soybean: A review. *Legume Research*, *41*(1), 1–10. https://doi.org/10.18805/LR-3867

Siregar, M., & Hasibuan, D. (2020). Efektivitas pupuk organik cair dalam meningkatkan produktivitas kedelai. *Jurnal Agronomi Medan*, *9*(1), 33–41. https://ejurnal.unimed.ac.id

Solfianti, M., Herviyanti, H., Prasetyo, T. B., & Maulana, A. (2021). Pengaruh aplikasi biochar limbah kulit pinang dosis rendah terhadap sifat kimia inceptisol. *Agrikultura*, *32*(1), 77. https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i1.32602

Sunjana, M., & Sumiahadi, A. (2023). Pengaruh Campuran Media Tanam yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (Brassica oleracea L.). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, *2*(1), 1–10.

Suryani, N., Rahmawati, D., & Hidayat, T. (2021). Rice husk application improves soil physical properties and root growth of soybean. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *648*(1), 012–191. https://doi.org/10.1088/1755-1315/648/1/012191

Sutrisno, E., Putri, L. S., & Ramadhan, F. (2023). Pengaruh amelioran organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pada media tanam. *Jurnal Pertanian Tropik*, *10*(1), 55–63. https://ejournal.unri.ac.id/index.php/jpt/article/view/9021

Syam, M., Hidayat, N., & Rahman, F. (2023). Effect of organic and inorganic fertilizers on soybean growth and yield components. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, *45*(2), 210–219. https://agrivita.ub.ac.id/index.php/agrivita/article/view/3921

Toda, M., Walder, F., & van der Heijden, M. G. A. (2023). Organic Management and Soil Health Promote Nutrient use Efficiency. *Journal of Sustainable Agriculture and Environment*, *2*(3), 215–224. https://doi.org/10.1002/sae2.12058

Wulandari, S., Pratama, Y., & Kurniawan, A. (2025). Pengaruh pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan edamame (Glycine max L. *Jurnal Ilmu Pe Rtanian*, *3*(1), 21–30. https://ejournal.umsj.ac.id/index.php/agriplant/article/view/148

Yanuar, R., Fitri, H., & Saputri, D. (2025). Pengaruh amelioran terhadap pertumbuhan dan hasil edamame pada tanah gambut. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, *27*(1), 33–42. https://ejournal.unib.ac.id/JIPI/article/view/39998

Yati, M. G., Widowati, & Fikrinda, W. (2023). Pengaruh Biochar Sekam Padi dan Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai pada Entisol. *Agrosains Dan Teknoloi*, *9*(1), 1–7.

Yuniarti, A., Suryadi, E., & Rochayat, Y. (2016). Pengaruh pupuk NPK, vermikompos, dan pupuk hayati terhadap serapan N, populasi Azotobacter sp., dan hasil kedelai edamame pada Inceptisols. *Jurnal Agrotek Indonesia*, *1*(2), 83–90. https://journal.unsika.ac.id/index.php/agrotek/article/view/1372

Yuriansyah, Erfa, L., & Sari, E. Y. (2023). Optimasi Produksi Tanaman Kedelai

Edamame (Glicine max.(L) Merrill) Dengan Pengaturan Jarak Tanam Dan Pemberian Kompos. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, *23*(2), 282–287.

Zahran, H. H. (2019). Rhizobium–legume symbiosis and nitrogen fixation under severe conditions and in an arid climate. *Microbiological Research*, *218*, 92–110. https://doi.org/10.1016/j.micres.2018.10.009