



Respon Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L.) terhadap Jenis Media Tanam dan Berbagai Dosis Biochar

Sugito Loso¹, Haris Kriswantoro²

¹Prodi Agroteknologi Universitas Bina Insan Lubuklinggau

²Prodi Agroteknologi, Universitas Palembang

*Penulis Korespondensi: sugito.los@gmail.com

Abstract. Curly chili (*Capsicum annum* L.) is one of the strategic horticultural commodities in Indonesia which has high economic value and plays an important role in meeting the food needs of the community. Biochar is a soil amendment with a high pore structure, which can increase water retention capacity, improve soil aeration, increase cation exchange capacity, and reduce nutrient loss due to leaching. The research was conducted at the experimental garden of the Faculty of Plant and Animal Sciences and the integrated laboratory at Campus B, Jalan Jenderal Besar Suharto KM 13, Lubuk Kupang, Lubuklinggau Selatan I, from February to May 2026. Using a Factorial Randomized Block Design (RAK) consisting of two factors. Factor 1: Type of Soil Media (P); P0 = topsoil, P1 = peat soil, P2 = ex-coal mining soil, P3 = marginal soil. Factor 2 Ameliorant Dose (K) K0 = no ameliorant (control), K1 = biochar 200 g/polybag, K2 = biochar 300 g/polybag, and K3 = biochar 400 g/polybag. Each treatment consisted of 3 sample plants repeated 3 times, the number of sample plants in each block was 16 treatments x 3 sample plants x 3 replications. Based on the research results, the type of planting medium and biochar dosage had the best effect on plant height, number of branches, flowering age, number of fruits, and fruit weight.

Keywords: Biochar; Planting Media; Productivity; Red Chili; Marginal Soil.

Abstrak. Cabai keriting (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Biochar merupakan bahan pembenah tanah memiliki struktur pori yang tinggi sehingga mampu meningkatkan kapasitas menahan air, memperbaiki aerasi tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta mengurangi kehilangan unsur hara akibat pencucian. Penelitian telah dilaksanakan di kebun percobaan fakultas ilmu tanaman dan hewani dan laboratorium terpadu di kampus B jalan jenderal Besar Suharto KM 13 kelurahan Lubuk Kupang Lubuklinggau Selatan I. dari bulan Pebruari sampai Mei 2026. Menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor 1: Jenis Media Tanah (P); P0 = tanah top soil, P1 = tanah gambut, P2 = tanah bekas tambang batubara, P3 = tanah marjinal. Faktor 2 Dosis Amelioran (K) K0 = tanpa amelioran (kontrol), K1 = biochar 200 g/polybag, K2 = biochar 300 g/polybag, dan K3 = biochar 400 g/polybag. Setiap perlakuan terdiri atas 3 tanaman sampel diulang 3 kali, jumlah tanaman sampel setiap blok 16 perlakuan x 3 tanaman sampel x 3 ulangan. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka factor jenis media tanam dan dosis biochar memberi pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, umur berbunga, jumlah buah, dan bobot buah.

Kata Kunci: Biochar; Cabai Merah; Media Tanam; Produktivitas; Tanah Marginal.

1. LATAR BELAKANG

Cabai keriting (*Capsicum annum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura strategis di Indonesia yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan berperan penting dalam memenuhi kebutuhan pangan masyarakat. Produksi cabai merah di Indonesia tahun 2025 1.4 juta ton dan di Sumatera Selatan produksi cabai Keriting: 190.496,56 kuintal atau setara dengan 19.049,65 ton (BPS-Statistics Indonesia, 2021). Permintaan cabai terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri pangan. Namun, peningkatan produksi cabai sering kali menghadapi berbagai kendala, salah satunya adalah keterbatasan lahan subur sehingga budidaya diarahkan pada pemanfaatan tanah marjinal. Tanah marjinal

merupakan tanah yang memiliki tingkat kesuburan rendah dan berbagai faktor pembatas bagi pertumbuhan tanaman, seperti pH yang masam, kandungan bahan organik rendah, kapasitas tukar kation (KTK) rendah, ketersediaan unsur hara terbatas, serta kemampuan menahan air yang rendah. Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi pemupukan menjadi rendah dan produktivitas tanaman tidak optimal. Lahan marginal di Indonesia tersebar luas dan mencakup tanah-tanah dengan tekstur kasar, salinitas tinggi, atau tanah gambut yang memerlukan pengelolaan khusus (Waruwu & Waruwu, 2024). Semakin banyak sifat tanah yang memiliki harkat tidak sesuai, menunjukkan lahan tersebut marginal. Teknologi dan masukan yang diterapkan pada suatu lahan dapat mengubah sifat fisik dan kimia tanah sehingga harkatnya menjadi lebih sesuai untuk pertanian (Yuwono, 2009).

Salah satu teknologi yang berpotensi memperbaiki kualitas tanah marjinal adalah penggunaan biochar. Biochar merupakan bahan kaya karbon yang dihasilkan melalui proses pirolisis biomassa pada kondisi oksigen terbatas. Biochar memiliki struktur pori yang tinggi sehingga mampu meningkatkan kapasitas menahan air, memperbaiki aerasi tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, serta mengurangi kehilangan unsur hara akibat pencucian. Selain itu, biochar bersifat relatif stabil dalam tanah sehingga dapat memberikan manfaat jangka panjang terhadap kualitas tanah dan produktivitas tanaman (Kebede *et al.*, 2023). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa aplikasi biochar dapat meningkatkan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh (Nabila *et al.*, 2026) melaporkan bahwa pemberian biochar pada tanah inceptisol mampu memperbaiki sifat kimia tanah serta meningkatkan pertumbuhan dan produksi tanaman sawi podcoy.

Penelitian yang dilakukan oleh Mangardi & Sinaga, (2023) menunjukkan bahwa jenis dan dosis biochar berpengaruh terhadap penurunan pencucian nitrogen serta meningkatkan serapan nitrogen tanaman cabai, sehingga efisiensi pemanfaatan hara menjadi lebih baik. Hasil penelitian lain oleh (Handayani *et al.*, 2022) yang menunjukkan bahwa aplikasi biochar dan kompos secara signifikan meningkatkan pH tanah, kandungan bahan organik, ketersediaan unsur hara, pertumbuhan vegetatif, serta hasil tanaman cabai. Selanjutnya, penelitian oleh (Rizkiyah *et al.*, 2025) menunjukkan bahwa kombinasi biochar dan pupuk hayati memberikan interaksi positif terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, dan bobot buah cabai. Dosis biochar tertentu mampu menghasilkan pertumbuhan dan hasil terbaik. Pada kondisi lahan marjinal, manfaat biochar menjadi semakin penting karena kemampuannya memperbaiki retensi air dan hara. Penelitian yang dilakukan oleh (Maghfira *et al.*, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan biochar pada tanah marjinal mampu meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman cabai ketika dikombinasikan dengan pupuk organik cair.

Pemanfaatan sekam padi menjadi biochar menjadi salah satu inovasi yang dapat diaplikasikan pada petani untuk mengatasi permasalahan di bidang pertanian, seperti mengurangi tingkat kemasamaan tanah, meningkatkan produktivitas tanaman pangan, hortikultura dan simpanan cadangan karbon untuk mengatasi masalah lingkungan global (Bawamenewi *et al.*, 2025) biochar dapat dihasilkan dari proses atau sistem pirolisis atau gasifikasi. Biochar dihasilkan dari ketiadaan oksigen dengan menggunakan panas dari luar, sedangkan dengan sistem gasifikasi hanya sedikit biochar yang dihasilkan. Bahan dasar yang digunakan dalam pembakaran (pirolisis) dapat berupa berbagai jenis dan biomassa organik. Residu biomassa pertanian atau kehutanan. Proses produksi biochar dapat optimal apabila berlangsung dalam keadaan tanpa oksigen.

Penelitian mengenai Respon Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai Merah Keriting (*Capsicum annuum* L.) terhadap Kombinasi Jenis Media Tanah dan Dosis Amelioran, perlu dilakukan guna memperoleh informasi ilmiah mengenai kemampuan biochar dalam meningkatkan kualitas tanah marjinal, pertumbuhan tanaman, serta produktivitas cabai keriting. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan teknologi budidaya cabai yang berkelanjutan pada lahan marjinal dan mendukung peningkatan produktivitas pertanian di Indonesia (Nabila *et al.*, 2026).

2. TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian telah dilaksanakan di kebun percobaan fakultas ilmu tanaman dan hewani dan laboratorium terpadu di kampus B jalan jenderal Besar Suharto Km 13 kelurahan Lubuk Kupang Lubuklinggau Selatan I. dari bulan Pebruari sampai Mei 2026.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan; Cangkul, Timbangan digital, Ember, Gembor/sprayer, Meteran atau mistar, Jangka sorong, Alat tulis dan label perlakuan, Kamera dokumentasi, pH meter tanah. Bahan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu; Polybag ukuran 40 cm × 40 cm. Benih cabai keriting (*Capsicum annuum* L.), Biochar, Tanah top soil, Tanah gambut, Tanah bekas tambang batubara, Tanah marjinal.

Metode Penelitian

Menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial yang terdiri atas dua faktor. Faktor 1: Jenis Media Tanah (M); M0 = tanah top soil, M1 = tanah gambut, M2 = tanah bekas tambang batubara, M3 = tanah marjinal. Faktor 2 Dosis bichar (D) yaitu; D0 = tanpa amelioran (kontrol), D1 = biochar 200 g/polybag, D2 = biochar 300 g/polybag, dan D3 =

biochar 400 g/polybag. Setiap perlakuan terdiri atas 3 tanaman sampel di ulang 3 kali, jumlah tanaman sampel setiap blok 16 perlakuan x 3 tanaman sampel x 3 ulangan

Model matematis RAK faktorial:

$$[Y_{ijk} = \mu + K_i + P_j + (KP)_{ij} + B_k + \epsilon_{ijk}]$$

Keterangan: (Y_{ijk}) = nilai pengamatan, (μ) = nilai tengah umum, (K_i) = pengaruh dosis ameliorant. (P_j) = pengaruh jenis tanah, ($(KP)_{ij}$) = interaksi kedua factor, (B_k) = pengaruh kelompok, dan (ϵ_{ijk}) = galat percobaan. Data dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada taraf 5%. Apabila berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT 5%.

Cara Kerja Penelitian

Pembersihan Lahan dan Pengisian Polybag

Lahan untuk penelitian dibersihkan dari gulma, ranting, cabang, kayu, akar tanaman. Polybag yang digunakan ukuran 40 cm x 40 cm, pengisian disesuaikan dengan perlakuan yang dicobakan tanah top soil. tanah gambut, tanah bekas tambang batubara, tanah marginal sedangkan dosis biochar (D) D0 = tidak diberi perlakuan, D1 = biochar dosis 200 g/polybag, D2 = biochar dosis 300 g/polybag, D3 = biochar dosis 400 g/polybag. Sebelum pengisian polybag, antara media tanam dicampur dengan dosis biochar. Bagian atas polybag sekitar 5 cm tidak diisi dengan media, dengan tujuan pada saat penyiraman atau air hujan agar tanah tidak terdampak. Penegisian polybag dilakukan satu minggu sebelum dilakukan penanaman.

Penyusunan Polybag dan Penanaman

Polybag disusun pada areal penelitian dengan jarak tanam 50 cm x 60 cm menghadap utara-selatan. Penanaman dilaksanakan pada saat bibit berumur $\pm$ 21 hari atau memiliki 4–5 helai daun. Penanaman tanaman cabai dilakukan dengan jarak tanam yang digunakan yaitu: 50 cm x 60 cm, setiap perlakuan terdiri atas 3 tanaman tiap blok terdapat 48 tanaman, dan jumlah tanaman sampel 144 tanaman. Penanaman cabai dilakukan pada sore hari pada pukul 16.00 WIB sampai selesai, dengan cara membuat lubang tanam bibit dimasukkan dalam polybag dengan tangan ditutup dengan tanah dan diberi stik dari bambu.

Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman terdiri atas: penyiraman dilakukan 2 kali sehari dan disesuaikan keadaan, Penyiangan gulma dilakukan dalam polybag dan di tanah dilakukan secara manual dengan cara mencabut setiap gulma yang tumbuh, pemupukan, pupuk yang diberikan urea, KCl, dan TSP dengan dosis disesuaikan dengan dosis anjura, Pengendalian hama dan penyakit, disusaiakan dengan hama dan penyakit yang menyerang. Panen: Panen dilakukan saat buah mencapai tingkat kematangan fisiologis dengan warna merah sekitar 80–90%.

Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan pada penelitian terdiri atas: Tinggi Tanaman (cm), Jumlah Cabang (buah), Umur Berbunga (hari), Jumlah Buah Cabai Panen (buah), dan Bobot Buah Cabai (g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Pembahasan Pengaruh Jenis Media Tanam dan Dosis Biochar terhadap Tinggi Tanaman Cabai Merah

Berdasarkan hasil analisis ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tanam memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman cabai merah. Rata-rata tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada media tanam gambut (M1) yaitu sebesar 44,13 cm, yang berbeda nyata dengan media top soil (M0) sebesar 41,49 cm dan media tanah marjinal (M3) sebesar 37,44 cm, namun tidak berbeda nyata dengan media tanah bekas tambang batu bara (M2) sebesar 43,72 cm. Hasil ini menunjukkan bahwa media gambut mampu menyediakan kondisi yang lebih baik bagi pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah dibandingkan media lainnya.

Tingginya pertumbuhan tanaman pada media gambut diduga karena media tersebut memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, mampu mempertahankan kelembapan tanah, serta memiliki aerasi yang baik sehingga mendukung perkembangan sistem perakaran. Kondisi tersebut memungkinkan akar menyerap air dan unsur hara secara lebih optimal sehingga proses pembelahan dan pemanjangan sel berlangsung lebih baik. Sebaliknya, pertumbuhan tanaman terendah diperoleh pada media tanah marjinal (M3), yang diduga disebabkan oleh rendahnya kandungan bahan organik, tingkat kesuburan yang rendah, serta sifat fisik tanah yang kurang mendukung perkembangan akar.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam dan Dosis Biochar terhadap Tinggi Tanaman Cabai Merah

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)				Rerata (M)
	D0	D1	D2	D3	
M0	36.47	42.31	45.52	41.66	41.49b
M1	37.11	46.72	48.33	44.35	44.13a
M2	40.28	44.83	46.55	43.22	43.72ab
M3	34.37	37.64	39.41	38.83	37.44c
Rerata (D)	37.06c	42.87ab	44.95a	42.01ab	(-)

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $\alpha = 5\%$. Perlakuan media tanam (M); M0 = tanah top soil; M1 = tanah gambut, M2 = tanah bekas tambang batu bara; M3 = tanah marjinal, Perlakuan dosis biochar (D); D0 = tidak diberi perlakuan, D1 = biochar dosis 200 g/tanaman, D2 = biochar dosis 300 g/tanaman, D3 = biochar dosis 400 g/tanaman

Peningkatan tinggi tanaman akibat pemberian biochar diduga karena biochar mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Biochar meningkatkan kapasitas tanah dalam menahan air dan unsur hara, memperbaiki porositas tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), serta menyediakan habitat yang baik bagi mikroorganisme tanah. Kondisi tersebut menyebabkan unsur hara lebih tersedia bagi tanaman sehingga mendukung pertumbuhan vegetatif, terutama tinggi tanaman. Namun demikian, pada dosis yang terlalu tinggi efektivitas biochar dapat menurun karena kemampuan tanah dalam menyediakan unsur hara telah mencapai kondisi optimum sehingga penambahan biochar tidak lagi meningkatkan pertumbuhan secara signifikan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Beusch, 2021) yang menyatakan bahwa biochar berperan dalam meningkatkan kualitas tanah melalui perbaikan sifat fisik dan kimia tanah sehingga mampu meningkatkan pertumbuhan berbagai tanaman budidaya. Demikian juga hasil penelitian (Sabollah *et al.*, 2020) 2020) melaporkan bahwa aplikasi biochar pada dosis optimum mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman karena meningkatkan efisiensi pemanfaatan air dan unsur hara di dalam tanah. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian (Mangardi & Sinaga, 2023) yang menyatakan bahwa biochar meningkatkan kapasitas tukar kation, retensi air, dan aktivitas mikroorganisme tanah sehingga berpengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah. Selain itu, penelitian (Steiner *et al.*, 2007) menunjukkan bahwa kombinasi media tanam yang subur dengan aplikasi biochar mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman secara nyata dibandingkan tanpa biochar. Hal ini mengindikasikan bahwa keberhasilan pertumbuhan tanaman sangat dipengaruhi oleh kualitas media tanam yang didukung oleh perbaikan sifat tanah melalui aplikasi biochar sehingga kebutuhan air dan unsur hara tanaman dapat terpenuhi secara optimal.

Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam Dan Dosis Biochar Terhadap Jumlah Cabang Tanaman Cabai Merah

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam dan Dosis Biochar terhadap Jumlah Cabang Tanaman Cabai Merah

Perlakuan	Jumlah Cabang Tanaman Cabai Merah (buah)				Rerata (M)
	D0	D1	D2	D3	
M0	7.86	9.17	10.42	9.94	9.35a
M1	8.85	11.45	13.61	11.27	11.29a
M2	8.76	10.04	12.52	10.55	10.47a
M3	6.74	8.35	9.17	8.85	8.28b
Rerata (D)	8.05a	9.75ab	11.43a	10.15a	(-)

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $\alpha = 5\%$. Perlakuan media tanam (M); M0 = tanah top soil; M1 = tanah gambut, M2 = tanah bekas tambang batu bara; M3 = tanah marjinal, Perlakuan dosis biochar (D); D0 = tidak diberi perlakuan, D1 = biochar dosis 200 g/tanaman, D2 = biochar dosis 300 g/tanaman, D3 = biochar dosis 400 g/tanaman

Berdasarkan hasil uji DMRT pada taraf 5% yang disajikan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tanam dan dosis biochar memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah cabang tanaman cabai merah. Pada perlakuan media tanam, rata-rata jumlah cabang tertinggi diperoleh pada media tanah gambut (M1), yaitu sebanyak 10,96 cabang, yang berbeda nyata dengan media tanah bekas tambang batu bara (M2) sebesar 9,98 cabang dan media top soil (M0) sebesar 9,02 cabang. Hal ini menunjukkan bahwa media gambut mampu menyediakan kondisi lingkungan tumbuh yang lebih baik sehingga mendukung pembentukan cabang tanaman.

Peningkatan jumlah cabang akibat aplikasi biochar diduga berkaitan dengan kemampuan biochar dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Biochar memiliki pori-pori yang mampu menyimpan air dan unsur hara lebih lama sehingga kehilangan unsur hara melalui pencucian dapat dikurangi. Selain itu, biochar meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah sehingga unsur hara lebih mudah tersedia bagi tanaman. Kondisi tersebut mendukung proses fotosintesis dan pembentukan jaringan baru yang ditandai dengan meningkatnya jumlah cabang. Jumlah cabang merupakan salah satu indikator pertumbuhan vegetatif yang sangat menentukan produktivitas tanaman cabai. Semakin banyak cabang yang terbentuk, semakin banyak pula titik tumbuh yang berpotensi menghasilkan bunga dan buah. Oleh karena itu, peningkatan jumlah cabang akibat penggunaan media tanam yang sesuai dan pemberian biochar pada dosis optimum akan memberikan peluang yang lebih besar terhadap peningkatan hasil tanaman cabai merah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Rizkiyah *et al.*, 2025) yang menyatakan bahwa biochar mampu meningkatkan kualitas tanah melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman, termasuk pembentukan cabang. Penelitian (Nabila *et al.*, 2026) juga melaporkan bahwa aplikasi biochar secara nyata meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi bakso karena meningkatkan efisiensi penggunaan air dan unsur hara, sehingga perkembangan tajuk tanaman menjadi lebih baik. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media tanah gambut sebagai media tanam dan pemberian biochar dosis 300 g/tanaman merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan jumlah cabang tanaman cabai merah. Hal ini menunjukkan bahwa perbaikan kualitas media tanam melalui penggunaan bahan organik dan biochar mampu menciptakan kondisi lingkungan tumbuh yang lebih baik sehingga mendukung pertumbuhan vegetatif tanaman secara optimal.

Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam Dan Dosis Biochar Terhadap Umur Berbunga Tanaman Cabai Merah

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tanam berpengaruh nyata terhadap umur berbunga tanaman cabai merah pada taraf uji DMRT 5%, sedangkan perlakuan dosis biochar juga memberikan pengaruh nyata. Namun, interaksi antara jenis media tanam dan dosis biochar tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap umur berbunga tanaman cabai merah. Rata-rata umur berbunga pada perlakuan media tanam menunjukkan bahwa media tanam M3 (tanah marjinal) menghasilkan umur berbunga paling lama yaitu 41,74 hari, berbeda nyata dengan perlakuan M0 (38,33 hari), M1 (37,41 hari), dan M2 (39,38 hari). Perlakuan M1 (tanah gambut) menghasilkan umur berbunga tercepat yaitu 37,41 hari, meskipun tidak berbeda nyata dengan M0 dan M2.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam dan Dosis Biochar terhadap Umur Berbunga Tanaman Cabai Merah

Perlakuan	Umur Berbunga (hari)				Rerata (M)
	D0	D1	D2	D3	
M0	38.34	37.57	36.62	40.81	38.33a
M1	37.93	36.66	35.74	39.33	37.41a
M2	38.77	37.24	39.85	41.67	39.38a
M3	42.58	40.98	39.57	43.84	41.74b
Rerata (D)	39.40a	38.11a	37.94a	41.41b	

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $\alpha = 5\%$. Perlakuan media tanam (M); M0 = tanah top soil; M1 = tanah gambut, M2 = tanah bekas tambang batu bara; M3 = tanah marjinal, Perlakuan dosis biochar (D); D0 = tidak diberi perlakuan, D1 = biochar dosis 200 g/tanaman, D2 = biochar dosis 300 g/tanaman, D3 = biochar dosis 400 g/tanaman.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media tanam berpengaruh terhadap umur berbunga tanaman cabai merah. Media tanam gambut (M1) mampu mempercepat pembungaan dibandingkan media tanah marjinal (M3). Kondisi ini diduga karena media gambut memiliki sifat fisik yang lebih baik, seperti porositas yang tinggi, kemampuan menyimpan air, dan mendukung perkembangan akar sehingga penyerapan unsur hara berlangsung lebih optimal. (Maghfira *et al.*, 2024)Sebaliknya, tanah marjinal umumnya memiliki tingkat kesuburan yang rendah, kandungan bahan organik yang sedikit, serta ketersediaan unsur hara yang terbatas sehingga pertumbuhan vegetatif berlangsung lebih lambat dan pembungaan menjadi tertunda.

Perlakuan dosis biochar juga memberikan pengaruh terhadap umur berbunga. Dosis biochar 300 g/tanaman (D2) cenderung mempercepat munculnya bunga dibandingkan dosis lainnya, sedangkan pemberian biochar 400 g/tanaman (D3) justru menghasilkan umur berbunga paling lama. Hal ini mengindikasikan bahwa pemberian biochar dalam jumlah sedang mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan air dan unsur hara. Namun, pemberian biochar dalam dosis yang terlalu

tinggi dapat menyebabkan ketidakseimbangan hara atau perubahan sifat kimia media sehingga tanaman lebih lama memasuki fase generatif.

Hasil ini sejalan dengan penelitian (Beusch, 2021) yang menyatakan bahwa biochar mampu meningkatkan kapasitas tukar kation, mempertahankan kelembapan tanah, memperbaiki aktivitas mikroorganisme, dan meningkatkan efisiensi pemupukan. Akan tetapi, efektivitas biochar sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku, karakteristik tanah, dan dosis yang digunakan sehingga dosis yang berlebihan belum tentu memberikan hasil terbaik.

Hasil penelitian ini didukung oleh beberapa penelitian terdahulu (Wiwin *et al.*, 2007); melaporkan bahwa umur berbunga tanaman cabai dipengaruhi oleh kondisi media tanam dan kecukupan unsur hara, di mana media yang memiliki aerasi dan ketersediaan hara yang baik mampu mempercepat pembungaan. Penelitian (Sabollah *et al.*, 2020) juga menunjukkan bahwa aplikasi biochar pada dosis optimum dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman cabai rawit melalui perbaikan sifat kimia tanah, sedangkan dosis yang terlalu tinggi tidak selalu meningkatkan pertumbuhan secara signifikan. Hasil penelitian (Maghfira *et al.*, 2024) menyatakan bahwa biochar berfungsi sebagai pembenah tanah yang mampu meningkatkan retensi air dan efisiensi penggunaan unsur hara sehingga mendukung pertumbuhan tanaman cabai rawit pada berbagai kondisi lahan, terutama pada tanah yang memiliki tingkat kesuburan rendah.

Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam Dan Dosis Biochar Terhadap Jumlah Buah Tanaman Cabai Merah

Tabel 4. Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam dan Dosis Biochar terhadap Jumlah Buah Tanaman Cabai Merah

Perlakuan	Jumlah Buah (buah)				Rerata (M)
	D0	D1	D2	D3	
M0	11.76	12.38	13.15	11.78	12.27b
M1	13.84	15.64	15.97	13.44	14.72a
M2	11.52	13.67	14.25	10.83	12.57b
M3	9.43	10.27	11.78	9.62	10.27c
Rerata (D)	11.64	12.99	13.79	11.42	(-)

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $\alpha = 5\%$. Perlakuan media tanam (M); M0 = tanah top soil; M1 = tanah gambut, M2 = tanah bekas tambang batu bara; M3 = tanah marjinal, Perlakuan dosis biochar (D); D0 = tidak diberi perlakuan, D1 = biochar dosis 200 g/tanaman, D2 = biochar dosis 300 g/tanaman, D3 = biochar dosis 400 g/tanaman

Berdasarkan Tabel 4, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tanam berpengaruh nyata terhadap jumlah buah tanaman cabai merah, sedangkan perlakuan dosis biochar tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah buah. Demikian pula, interaksi antara jenis media tanam dan dosis biochar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah buah tanaman cabai merah. Rata-rata jumlah buah berdasarkan jenis media tanam menunjukkan

bahwa perlakuan M1 (tanah gambut) menghasilkan jumlah buah tertinggi, yaitu 14,72 buah, yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 (12,27 buah), M2 (12,57 buah), dan M3 (10,27 buah). Perlakuan M3 (tanah marjinal) menghasilkan jumlah buah terendah, yaitu 10,27 buah. Sementara itu, rata-rata jumlah buah berdasarkan dosis biochar menunjukkan bahwa perlakuan D2 (biochar 300 g/tanaman) menghasilkan jumlah buah tertinggi, yaitu 13,79 buah, diikuti D1 (12,99 buah), D0 (11,64 buah), dan D3 (11,42 buah). Namun, berdasarkan hasil uji DMRT pada taraf 5%, perbedaan tersebut tidak berbeda nyata, sehingga pemberian biochar hingga dosis 400 g/tanaman belum mampu meningkatkan jumlah buah secara signifikan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media tanam memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah buah tanaman cabai merah. Media tanam gambut (M1) menghasilkan jumlah buah tertinggi dibandingkan media top soil, tanah bekas tambang batu bara, maupun tanah marjinal. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik media tanam menjadi faktor utama yang menentukan keberhasilan pembentukan buah pada tanaman cabai merah. Media gambut memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, kemampuan menahan air yang baik, serta struktur tanah yang gembur sehingga mampu menyediakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan akar. Sistem perakaran yang berkembang dengan baik akan meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap air dan unsur hara, terutama unsur fosfor (P) dan kalium (K), yang berperan penting dalam proses pembungaan, pembentukan buah, dan pengisian buah. Sebaliknya, tanah marjinal memiliki tingkat kesuburan yang rendah, kandungan bahan organik yang sedikit, serta daya simpan air yang terbatas sehingga menghambat pertumbuhan tanaman dan mengurangi jumlah buah yang terbentuk.

Menurut (Taiz & Zeiger, 2002); (Parida Zebua *et al.*, 2026) pembentukan buah merupakan hasil dari keberhasilan proses fotosintesis dan distribusi hasil asimilasi menuju organ reproduktif. Tanaman yang memperoleh pasokan unsur hara dan air secara optimal akan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak sehingga mampu meningkatkan jumlah bunga yang berkembang menjadi buah. Perlakuan dosis biochar tidak memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah buah, meskipun secara numerik dosis 300 g/tanaman (D2) menunjukkan rata-rata jumlah buah tertinggi. Kondisi ini diduga karena waktu penelitian belum cukup lama sehingga biochar belum memberikan pengaruh maksimal terhadap perbaikan sifat tanah. Biochar merupakan bahan pembenah tanah yang bekerja secara bertahap melalui proses peningkatan kapasitas tukar kation, retensi air, serta aktivitas mikroorganisme tanah. Oleh karena itu, manfaat biochar sering kali lebih nyata setelah diaplikasikan dalam jangka waktu yang lebih panjang.

Menurut (Beusch, 2021) biochar mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah dengan meningkatkan kapasitas tukar kation, memperbaiki agregasi tanah, meningkatkan retensi air, serta menyediakan habitat bagi mikroorganisme tanah. Namun, efektivitas biochar sangat dipengaruhi oleh karakteristik tanah, jenis biochar, serta dosis yang diberikan. Dosis yang terlalu tinggi belum tentu meningkatkan hasil tanaman karena dapat mengubah keseimbangan hara di dalam media tanam. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Steiner *et al.*, 2007) yang melaporkan bahwa aplikasi biochar mampu meningkatkan hasil tanaman apabila diberikan pada dosis yang sesuai dengan kondisi tanah, sedangkan peningkatan dosis di atas tingkat optimum tidak selalu meningkatkan produksi secara nyata. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa respons tanaman terhadap biochar sangat bergantung pada sifat awal media tanam.

Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian (Dio *et al.*, 2025) yang menyatakan bahwa produktivitas tanaman cabai sangat dipengaruhi oleh kondisi media tanam. Media yang memiliki kandungan bahan organik tinggi, aerasi baik, serta mampu mempertahankan kelembapan tanah akan menghasilkan jumlah buah yang lebih banyak dibandingkan media yang miskin unsur hara. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian (Swastika *et al.*, 2023) di mana media gambut menghasilkan tinggi tanaman, luas daun, bobot biomassa basah tertinggi pada tanaman sawi, sedangkan tanah marginal menghasilkan tinggi tanaman, luas daun, bobot biomassa basah tertinggi terendah. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media tanam gambut (M1) merupakan perlakuan terbaik dalam meningkatkan jumlah buah tanaman cabai merah. Sementara itu, pemberian biochar hingga dosis 300 g/tanaman menunjukkan kecenderungan meningkatkan jumlah buah, namun peningkatan tersebut belum signifikan secara statistik sehingga diperlukan penelitian lanjutan dengan waktu aplikasi yang lebih panjang atau kombinasi biochar dengan pupuk organik maupun anorganik.

Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam dan Dosis Biochar Terhadap Bobot Buah Cabai Merah

Berdasarkan Tabel 4.5, hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jenis media tanam dan dosis biochar berpengaruh nyata terhadap bobot buah tanaman cabai merah pada taraf uji BNJ 5%. Namun, interaksi antara jenis media tanam dan dosis biochar tidak berpengaruh nyata terhadap bobot buah tanaman cabai merah. Rata-rata bobot buah berdasarkan jenis media tanam menunjukkan bahwa perlakuan M1 (tanah gambut) menghasilkan bobot buah tertinggi, yaitu 21,24 g, yang berbeda nyata dengan perlakuan M0 (19,98 g), M2 (19,52 g), dan M3 (18,21 g). Perlakuan M3 (tanah marginal) menghasilkan bobot buah terendah, yaitu 18,21 g. Berdasarkan perlakuan dosis biochar, pemberian biochar 300

g/tanaman (D2) menghasilkan bobot buah tertinggi, yaitu 22,64 g, yang berbeda nyata dengan perlakuan D0 (16,83 g), D1 (19,60 g), dan D3 (19,89 g). Perlakuan tanpa biochar (D0) menghasilkan bobot buah terendah, yaitu 16,83 g.

Tabel 5. Pengaruh Perlakuan Jenis Media Tanam dan Dosis Biochar Terhadap Bobot Buah Cabai Merah

Perlakuan	Bobot Buah (g)				Rerata (M)
	D0	D1	D2	D3	
M0	17.68	19.35	22.74	20.17	19.98b
M1	18.22	20.54	24.68	21.54	21.24a
M2	16.05	19.67	22.48	19.88	19.52b
M3	15.38	18.83	20.67	17.96	18,21c
Rerata (D)	16.83c	19.60b	22.64a	19.89b	(-)

Keterangan: Angka diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf $\alpha = 5\%$. Perlakuan media tanam (M); M0 = tanah top soil; M1 = tanah gambut, M2 = tanah bekas tambang batu bara; M3 = tanah marjinal, Perlakuan dosis biochar (D); D0 = tidak diberi perlakuan, D1 = biochar dosis 200 g/tanaman, D2 = biochar dosis 300 g/tanaman, D3 = biochar dosis 400 g/tanaman

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis media tanam memberikan pengaruh nyata terhadap bobot buah tanaman cabai merah. Media tanam gambut (M1) menghasilkan bobot buah tertinggi dibandingkan media top soil, tanah bekas tambang batu bara, maupun tanah marjinal. Hal ini menunjukkan bahwa media tanam dengan kondisi fisik dan kimia yang baik mampu mendukung proses pengisian buah sehingga menghasilkan bobot buah yang lebih tinggi. Tanah gambut umumnya memiliki kandungan bahan organik yang tinggi, porositas yang baik, serta kemampuan menyimpan air yang lebih besar dibandingkan media lainnya. Kondisi tersebut menciptakan lingkungan perakaran yang lebih baik sehingga penyerapan air dan unsur hara berlangsung secara optimal. Ketersediaan unsur hara, terutama kalium (K), fosfor (P), dan nitrogen (N), sangat diperlukan dalam proses pembentukan dan pengisian buah. Penyerapan unsur hara yang optimal akan meningkatkan hasil fotosintesis, kemudian hasil fotosintesis tersebut ditranslokasikan menuju buah sehingga bobot buah meningkat.

Menurut (Taiz & Zeiger, 2002)); (Zahara & Faudiyah, 2021) bobot buah dipengaruhi oleh kemampuan tanaman dalam menghasilkan fotosintat serta efisiensi translokasi hasil fotosintesis ke organ penyimpanan atau organ generatif. Semakin baik kondisi lingkungan tumbuh dan ketersediaan unsur hara, maka semakin besar akumulasi bahan kering pada buah sehingga bobot buah meningkat. Sebaliknya, media tanah marjinal (M3) menghasilkan bobot buah terendah. Kondisi ini diduga karena tanah marjinal memiliki kandungan bahan organik yang rendah, kapasitas menahan air yang terbatas, serta ketersediaan unsur hara yang rendah. Akibatnya, pertumbuhan akar dan penyerapan unsur hara menjadi kurang optimal sehingga proses pembentukan serta pengisian buah tidak berlangsung secara maksimal.

Perlakuan dosis biochar juga memberikan pengaruh nyata terhadap bobot buah tanaman cabai merah. Pemberian biochar sebanyak 300 g/tanaman (D2) menghasilkan bobot buah tertinggi dibandingkan dosis lainnya. Hasil ini menunjukkan bahwa pemberian biochar pada dosis optimum mampu memperbaiki kondisi media tanam sehingga meningkatkan produktivitas tanaman cabai merah. Biochar diketahui mampu meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), memperbaiki struktur tanah, meningkatkan retensi air, serta menyediakan habitat bagi mikroorganisme yang berperan dalam proses mineralisasi unsur hara. Perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah tersebut menyebabkan penyerapan unsur hara menjadi lebih efisien sehingga fotosintesis berlangsung lebih optimal dan hasil fotosintesis lebih banyak dialokasikan ke dalam buah.

Menurut (Beusch, 2021), biochar berfungsi sebagai pembenah tanah yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan unsur hara melalui peningkatan kapasitas tukar kation dan retensi air. Dengan demikian, tanaman memperoleh pasokan hara yang lebih stabil selama pertumbuhan hingga fase pembentukan buah. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian (Mangardi & Sinaga, 2023) yang menyatakan bahwa aplikasi biochar pada dosis optimum mampu meningkatkan hasil tanaman melalui perbaikan kesuburan tanah, namun peningkatan dosis yang berlebihan tidak selalu memberikan peningkatan hasil yang signifikan. Penelitian (Syaiful & Badaruddin, 2025) juga melaporkan bahwa aplikasi biochar mampu meningkatkan hasil berbagai tanaman hortikultura melalui perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Namun, respons tanaman sangat dipengaruhi oleh jenis tanah, karakteristik biochar, dan dosis aplikasi, sehingga diperlukan dosis yang tepat untuk memperoleh hasil optimum.

Selain itu, penelitian (Wiwin *et al.*, 2007); (Rai, 2018) pada tanaman sayuran menunjukkan bahwa peningkatan hasil produksi, termasuk bobot buah, sangat dipengaruhi oleh kondisi media tanam yang mampu menyediakan unsur hara dan air secara memadai selama fase pembentukan buah. Media yang kaya bahan organik akan meningkatkan aktivitas akar dalam menyerap unsur hara sehingga menghasilkan buah dengan ukuran dan bobot yang lebih tinggi. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan media tanam gambut (M1) merupakan media terbaik dalam meningkatkan bobot buah cabai merah. Sementara itu, pemberian biochar dosis 300 g/tanaman (D2) merupakan dosis yang paling efektif dalam meningkatkan bobot buah. Kombinasi kedua perlakuan tersebut menghasilkan kecenderungan bobot buah tertinggi, meskipun secara statistik tidak terjadi interaksi antara kedua faktor.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: perlakuan media tanam gambut memberi pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, umur berbunga, jumlah buah, dan bobot buah. Perlakuan biochar dosis 300 g/tanaman memberikan pengaruh terbaik terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, umur berbunga, jumlah buah, dan bobot buah.

DAFTAR REFERENSI

- Beusch, C. (2021). Biochar as a Soil Ameliorant: How Biochar Properties Benefit Soil Fertility—A Review. *Journal of Geoscience and Environment Protection*, 09(10), 28–46. <https://doi.org/10.4236/gep.2021.910003>
- BPS-Statistics Indonesia. (2021). *Statistics of Horticulture*. 96.
- Dio, F., Ariga, S., & Razak, A. (2025). Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum* spp Kelompok Tani Lubuk Ramang) Di Dinas Pertanian BPP Koto Tangah , Sumatra Barat Analysis of Environmental Factors Affecting the Growth and Yield of Chili Plants (*Ca. Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 5(1), 4–6.
- Handayani, Triyani Dewi, & Anik Hidayah. (2022). Pengaruh Biochar, Kompos dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah Varietas Bima Brebes. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(3), 198–203. <https://doi.org/10.29244/jhi.12.3.198-203>
- Kebede, T., Berhe, D. T., & Zergaw, Y. (2023). Effects of Biochar and Compost Application on Soil Properties and on the Growth and Yield of Hot Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Applied and Environmental Soil Science*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/8546135>
- Maghfira, M., Saida, S., & Haris, A. (2024). PENGARUH PEMBERIAN BIOCHAR SEKAM PADI DAN PUPUK ORGANIK CAIR (POC) DAUN GAMAL TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKSI TANAMAN CABAI RAWIT (*Capsicum frutescens* L.). *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 5(1), 63–68. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v5i1.497>
- Mangardi, & Sinaga, M. (2023). Pengaruh Jenis Dan Dosis Biochar Terhadap Pencucian Dan Serapan Nitrogen Pada Tanaman Cabai (*Capsicum annuum* L .) The Effect Of Type And Dosage Biochar On Leaching And Absorbing Nitrogen Toward Chili (*Capsicum annuum* L .) Nitrogen unsur hara essensial y. *PIPER*, 19(2).
- Nabila, Yulnafatmawita, & Adrinal. (2026). Pengaruh Aplikasi Biochar Terhadap Pertumbuhan Brassica Rapa Di Inceptisol Kaki Gunung Marapi Dan Gunung Singgalang. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, 13(1), 64–73. <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2026.013.1.6>
- Parida Zebua, H., Jelita Halawa, H., Angel Kristin Hulu, S., Natalia Zebua, S., Zato Mendrofa, P., & Sains dan Teknologi, F. (2026). Pengaruh Naungan Terhadap Aktivitas Fotosintesis Dan Hasil Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.). *Jurnal Ilmu Agroteknologi Indonesia*, 2(1), 33–38.
- Rai, I. N. (2018). Dasar-Dasar Argonomi. In *Percetakan Pelawa Sari*.

- Rizkiyah, N. (2025). Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annum l.*) Terhadap Pemberian Pupuk Hayati dan Biochar Response to Growth and Yield Of Chili (*Capsicum annum L.*). *MEDIAGRO*, 21(1), 73–81.
- Sabollah, M. I., Bahrudin, & Syakur, A. (2020). Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L*) pada Berbagai Dosis Biochar. *E-J Agrotekbis*, 8(3), 639–646.
- Steiner, C., Teixeira, W. G., Lehmann, J., Nehls, T., De MacÊdo, J. L. V., Blum, W. E. H., & Zech, W. (2007). Long term effects of manure, charcoal and mineral fertilization on crop production and fertility on a highly weathered Central Amazonian upland soil. *Plant and Soil*, 291(1–2), 275–290. <https://doi.org/10.1007/s11104-007-9193-9>
- Swastika, N., Fahroji, S., Yuliani, F., Widyanto, N., Ritonga, H., Jubaedah, E., & Lbs, A. (2023). Ameliorasi Lahan Gambut dan Keragaan Produktivitas Berbagai Varietas Unggul Baru Adaptif Jagung (*Zea mays L.*). *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 6051, 54–64.
- Syaiful, S. A., & Badaruddin, F. A. (2025). Pengaruh Aplikasi Berbagai Dosis PGPR dan Biochar Tongkol Jagung pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L .*) Effect of Application of Various Doses of PGPR and Corn Cob Biochar on the Growth and Production of Cayenne Pepp. *J. Agrivigor*, 16(1), 24–41.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2002). *Plant Physiology*. Sinauer Assoc. Inc. Publ., Sunderland, Mass., 1–690.
- Tuti Ariani Bawamenewi, Friska Hastika Gea, & Septenius Waruwu. (2025). Penggunaan Biochar untuk Meningkatkan Kualitas Tanah pada Sistem Pertanian Berkelanjutan. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 179–187. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.257>
- Waruwu, R. J. A., & Waruwu, H. D. (2024). Isika Tanah Pada Lahan Marginal : Strategi Pengeloaan untuk Produktivitas Pertanian. *Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 01(01), 129–134.
- Wiwin, S., Rini, M., Gina, A. S., & Tri, H. (2007). Petunjuk Teknis Budidaya Tanaman Sayuran. *Balai Penelitian Sayuran*, 1–143.
- Yuwono, N. W. (2009). Membangun kesuburan tanah di lahan marginal. *J Ilmu Tanah Lingkung*. 9(2):137-141. *Agrotechnology Research Journal*, 5(1), 56–62.
- Zahara, F., & Faudiyah, S. (2021). Pengaruh Cahaya Matahari Terhadap Proses. *Prosiding SEMNAS BIO 2021*, 1, 1–4.