

KORELASI ANTARA KETAHANAN PENETRASI, pH TANAH, KADAR KLOROFIL, MORPHO AGRONOMI SERTA AKTIVITAS ANTIOKSIDAN CABAI MERAH DENGAN APLIKASI KOMPOS, NPK DAN PENYEMPROTAN ELISITOR BIOSAKA

Correlation Between Penetration Resistance, Soil pH, Chlorophyll Content, Morpho Agronomic and Antioxidant Activity of Red Chili With Compost, NPK and Biosaka Elisitor Spraying Application

Trisda Kurniawan^{1*}, Cut Nur Ichsan¹, Erita Hayati¹

¹ Program Studi Agroteknologi, Universitas Syiah Kuala, Jl. Tgk. Hasan Krueng Kalee 3
Darussalam Banda Aceh 23111, Indonesia

*Corresponding author: trisdakurniawan@unsyiah.ac.id

ORCID ID: 0009-0005-5467-761X

ABSTRAK

Aplikasi kompos, pupuk NPK penyemprotan elisitor berpengaruh terhadap tinggi tanaman, kadar klorofil, ketahanan penetrasi tanah, berat berangkasan basah, berat buah pertanaman, berangkasan akar basah tanaman cabai dan aktivitas antioksidan buah cabai. Terdapat korelasi positif antara parameter tinggi tanaman, kadar klorofil dengan tinggi tanaman, berat berangkasan basah dengan berat buah, ketahanan penetrasi tanah dengan pH tanah. Terdapat korelasi negatif antara ketahanan penetrasi tanah dengan kadar klorofil. Perlakuan kompos, pemupukan NPK dan penyemprotan elisitor dapat meningkatkan aktivitas antioksidan pada buah cabai. Aktivitas antioksidan tertinggi dengan nilai IC50 terendah terdapat pada perlakuan tanaman cabai yang ditanam dengan dosis kompos 20 t ha⁻¹, NPK 900 kg ha⁻¹ dan disemprot dengan elisitor biosaka 2 minggu sekali. Aplikasi kompos, pemupukan NPK dan penyemprotan elisitor merupakan praktek pertanian berkelanjutan yang ramah lingkungan untuk produksi cabai yang sustainable.

Kata Kunci: IC50, DPPH, Morpho_agronomi, tahanan penetrasi tanah.

ABSTRACT

Application of compost, NPK fertilizer and elicitor spraying affect plant height, chlorophyll content, soil penetration resistance, biomass wet weight, fruit weight plant⁻¹, wet root weight of chili plants and antioxidant activity of chili fruit. There is a positive correlation between plant height parameters, chlorophyll content with plant height, wet root weight with fruit weight, soil penetration resistance with soil pH. There is a negative correlation between soil penetration resistance with chlorophyll content. Compost treatment, NPK fertilization and elicitor spraying can increase antioxidant activity in chili fruit. The highest antioxidant activity with the lowest IC50 value is found in the treatment of chili plants planted with a compost dose of 20 t ha⁻¹, NPK 900 kg ha⁻¹ and sprayed with biosaka elicitor once every 2 weeks. Application of compost, NPK fertilization and elicitor spraying are environmentally friendly sustainable agricultural practices for sustainable chili production.

Keywords: IC50, DPPH, Morpho_agronomic, soil penetration resistance.

PENDAHULUAN

Cabai merah (*Capsicum annum* L.) merupakan komoditas sayur yang digunakan sebagai bahan pangan fungsional terutama sebagai penyedap makanan. Produksi cabai besar di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 1.480.000 ton, naik sebesar 8,47% (11.525.000

ton) dari tahun 2021. Pada tahun 2022 produksi cabai di provinsi Aceh mencapai 13.800 ton. Produksi cabai merah di provinsi Aceh masih dalam keadaan yang fluktuatif (BPS, 2022).

Produksi cabai di Indonesia sangat fluktuatif dan dipengaruhi oleh harga pasar,

musim tanam, serta stress lingkungan. Pada waktu panen raya harga sangat rendah dan tidak mencukupi untuk kembalinya modal yang telah dikeluarkan. Pada waktu panen menurun harga sangat tinggi dikarenakan pasokan cabai yang sangat kecil. Hal ini dikarenakan faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik seperti musim kering dan berkembangnya hama penyakit cabai yang membatasi produksi cabai. Kekeringan dapat terjadi setiap saat walaupun di daerah beririgasi. Praktek agronomi yang tepat dalam mengatasi kekeringan sejak dini dengan menggunakan varietas tahan kering dan penggunaan kompos untuk meningkatkan kelembaban tanah pada musim kering. Penggunaan varietas toleran kekeringan dan tahan terhadap hama dan penyakit dapat mengurangi penurunan produksi akibat cekaman biotik (Zeng, 2022; Atiq, 2022; Kachelo et al., 2024).

Kompos sebagai bahan organik mudah didapat dari pengomposan limbah pertanian dan tanaman liar. Berbagai bahan organik dapat diubah menjadi kompos oleh mikroba. Tanaman dapat menggunakan kompos sebagai nutrisi untuk mengefektifkan penggunaan pupuk kimia. Kompos dapat mempengaruhi pH, KTK, kemampuan tanah memegang air, agregasi tanah, aerasi yang mempengaruhi kesuburan tanah dan pertumbuhan tanaman. Kompos mengandung unsur hara yang dibutuhkan tanaman, yaitu unsur hara makro seperti Nitrogen (N), Fosfor (P) dan Kalium (K) dalam jumlah yang sangat kecil namun kompos dapat meningkatkan ketersediaan hara (Imas et al., 2017; Tangga et al., 2022).

Penambahan kompos ke dalam tanah dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara bagi tanaman. Tanaman yang diberi kompos menunjukkan hasil lebih tinggi dibandingkan tanpa kompos. Hal ini karena unsur hara yang dibutuhkan tanam tersedia. Tanaman yang diberi kompos menunjukkan pertumbuhan dan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi kompos (Friday et al., 2021; Widowati et al., 2022). Pemberian kompos 20 t ha⁻¹ berpengaruh pada jumlah buah dan bobot segar buah per tanaman cabai (Setiyawan, 2012; Amaral et al., 2019).

Pemberian kompos berpotensi untuk mengurangi penggunaan pupuk kimia dan

meningkatkan produksi tanaman serta kesuburan tanah. Kompos dapat memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah untuk mempertahankan kandungan hara. Pemberian kompos berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai baik pada tinggi tanaman, lebar daun, jumlah buah dan berat basah buah (Imas et al., 2017; Swari et al., 2022).

Selain pupuk organik, pupuk anorganik juga harus ditambahkan untuk memastikan jumlah hara yang cukup dan seimbang di dalam tanah. Pupuk NPK yang terdiri dari unsur N, P dan K sangat bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman dan produksinya. Hutubessy (2020) menyatakan pemupukan NPK dapat meningkatkan jumlah daun dan buah cabai. Pemberian NPK 450 kg ha⁻¹ meningkat 40% kandungan N dalam tanah dibandingkan dengan perlakuan tanpa pemberian NPK (Peniwiratri et al., 2023). Menurut Merry (2016) bahwa pupuk NPK Phonska dengan dosis 600 kg ha⁻¹ meningkatkan hasil tanaman cabai secara signifikan. Menurut Hutubessy (2020), 900 kg ha⁻¹ pupuk NPK, per tanaman menghasilkan 1,91 kg buah cabai per tanaman. Ini menunjukkan bahwa pertumbuhan yang lebih baik dapat dicapai dengan jumlah unsur N yang cukup dengan hasil panen yang lebih tinggi (Molla et al., 2019; Silva et al., 2021; Ateka et al., 2024).

Selain NPK penggunaan elisitor juga merupakan strategi untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Hal ini dikarenakan elisitor dapat berfungsi sebagai zat pengatur tumbuh dan pestisida yang ramah lingkungan. Elisitor adalah molekul yang sangat stabil yang menginduksi respons pertahanan kekebalan pada tanaman, memiliki berat molekul rendah dan disintesis atau dilepaskan dari prekursor polimer selama infeksi (Kabita et al., 2020; Mondal et al., 2024; Indratmi et al., 2024). Elisitor terdiri dari abiogenik dan biogenik. Elisitor biogenik dibagi menjadi dua kelompok, eksogen dan endogen. Eksogen diisolasi dari media kultur patogen, sedangkan endogen diisolasi dari tanaman yang sama, sedangkan elisitor abiogenik adalah banyak logam berat, penghambat tahap metabolisme tertentu, radiasi UV, beberapa jenis antibiotik dan

fungisida (Manurung, 2023; Ngibad et al., 2021; Qi et al., 2022).

Dibandingkan dengan biogenik, abiogenik menginduksi reaksi pertahanan tanaman yang diberikan dalam dosis yang relatif tinggi, sedangkan biogenik aktif pada dosis yang sangat rendah, ketika diaplikasikan menyebabkan gejala stres senyawa beracun yang menginduksi sensitisasi jaringan tanaman dan meningkatkan ketahanan terhadap infeksi. Elisitor mengandung senyawa kimia yang dapat mengubah respon fisiologi, morfologi dan akumulasi fitoaleksin serta meningkatkan aktivasi dan ekspresi gen yang terkait dengan biosintesis metabolit sekunder (Costa et al., 2021; Gaibor-Vaca et al., 2022; Lee et al., 2022). Senyawa kimia ini juga dapat menyebabkan tumbuhan menjadi lebih tahan terhadap cekaman lingkungan (Rampe et al., 2019; Costa et al., 2021; Gong et al., 2022).

Elisitor biosaka adalah salah satu pilihan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik untuk tanaman. Biosaka merupakan metode dalam pertanian yang melibatkan ekstraksi tanaman menggunakan teknik peremasan manual dan pencampuran perlahan dengan air sebagai pelarut ekstraksi. Metode ini merupakan suatu formula yang berasal dari proses ekstraksi berbagai jenis tumbuhan (Ansar et al., 2023; Susanti et al., 2023; Sulaeni et al., 2023). Biosaka terbuat dari rumput, tanaman liar dan berbagai jenis gulma yang mengandung fitoaleksin. Fitoaleksin dapat melindungi tanaman dari hama dan penyakit serta mengurangi penggunaan pupuk anorganik 50% hingga 90%. Hal ini penting dalam pertanian organik. Pertanian organik adalah konsep dasar pertanian di mana senyawa kimia sintetis, seperti pestisida, pupuk dan zat pengatur tumbuh, digunakan seminimal mungkin serta meningkatkan penggunaan input internal (Caicedo-Lopez et al., 2021; Costa et al., 2021; Azhimah et al., 2023). Penggunaan biosaka pada tanaman telah terbukti dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia sintetis sebanyak 50–90%. Biosaka dapat menggantikan peran pupuk kimia sintetis meskipun sebenarnya biosaka merupakan produk yang memiliki efek yang serupa dengan pupuk (Rampe et al., 2019; Ansar et al., 2023; Ndruru et al., 2024).

Implementasi biosaka pada berbagai tanaman memiliki sejumlah manfaat dan keunggulan yang mencakup reaksi dari biosaka dapat terlihat dalam waktu singkat, yakni 24 jam setelah aplikasi. Biosaka dapat digunakan mulai dari fase benih hingga panen. Proses pembuatan tidak memerlukan fermentasi sehingga proses produksinya lebih cepat. Cukup menggunakan 40 ml biosaka yang dicampur dengan 15 liter air untuk satu kali penyemprotan dengan interval penyemprotan 1 minggu sekali (Tarafdar, 2022; Azhimah et al., 2023; Melo-Sabogal dan Contreras-Medina, 2024). Cocok untuk tanaman pangan, hortikultura, perkebunan dan rumput pakan ternak. Biosaka dapat mengurangi penggunaan pupuk kimia hingga 30–70%, bahkan pada beberapa kasus tidak memerlukan pupuk kimia sama sekali, sehingga menghemat biaya produksi (Goñi et al., 2021; Franzoni et al., 2022; Ansari et al., 2023).

Bahan baku biosaka tersedia di lingkungan petani, dapat diakses kapan saja dan di mana saja. Petani dapat membuat biosaka sendiri dari bahan yang melimpah di sekitar pertanian, tanpa risiko kerugian bagi petani atau tanaman. Biosaka tidak berbahaya dan tidak beracun, mengurangi serangan hama dan penyakit pada tanaman, meningkatkan kesuburan lahan, mempercepat waktu panen karena elisitor mempercepat laju pertumbuhan vegetatif untuk memasuki fase generatif, meningkatkan produktivitas dan hasil produksi tanaman (Matthews et al., 2022; Alfonso et al., 2022; Ansar et al., 2023). Cara pembuatan elisitor biosaka yaitu daun/rumput/tanaman liar/gulma yang akan digunakan dipilih yang paling bagus, tidak boleh terdapat lubang atau pun kerusakan pada bagian daunnya. Kemudian daun/rumput/tanaman liar/gulma yang digunakan dicuci sampai bersih menggunakan air bersih. Dilakukan peremasan daun dengan tangan kanan berlawanan arah dengan arah jarum jam dengan ditambahkan 1-2 L air. Peremasan dilakukan selama 10-20 menit. Ramuan biosaka yang sudah siap diremas disaring menggunakan saringan dan dimasukkan ke dalam botol, ramuan biosaka siap digunakan. Penggunaan amandemen tanah, NPK dan elisitor biosaka dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, pertumbuhan dan hasil cabai, perlu dikaji lebih

dalam untuk praktek agronomi yang ramah lingkungan pada budidaya cabai secara berkelanjutan (Costa et al., 2021; Indratmi et al., 2024; Ndruru et al., 2024).

METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan di Rumah Kaca, Laboratorium Fisiologi Tumbuhan Lama dan Laboratorium Analisis Pangan Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Darussalam, Banda Aceh. Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2023 sampai Februari 2024.

2. Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan rancangan split split plot 3x2x2 dengan 3 kali ulangan. Petak utama dosis kompos K₀ tanpa kompos, K₁ kompos 10 ha⁻¹, K₂ 20 t ha⁻¹, NPK sebagai anak petak, N₁ NPK 100 kg ha⁻¹, N₂ 900 kg ha⁻¹, elisitor sebagai anak petak E₁ disemprot seminggu sekali E₂ disemprot 2 minggu sekali.

3. Pelaksanaan Penelitian

Benih yang digunakan dalam penelitian ini lado F1, disemai menggunakan kertas merang yang sudah direndam dengan air kemudian disimpan di tempat yang lembab selama 2x24 jam. Media semai menggunakan tanah Entisol yang diambil dari Lambaro Kabupaten Aceh Besar. Tanah dimasukkan kedalam polybag pembibitan kemudian disiram dan dibuat lubang tanam untuk di isi satu benih perlubang tanam. Persemaian disiram setiap hari. Sampai berumur 1 bulan atau berdaun 8 helai. Selain itu juga melakukan pemeliharaan dengan cara menjaga semaian dari serangan hama dan penyakit.

Tanah Entisol di ayak terlebih dahulu dan dimasukkan ke dalam pot 40 cm x 20 cm (berat tanah pot⁻¹ adalah 10 kg). Kemudian disiram dan dibiarkan dalam keadaan lembab sampai umur bibit siap ditanami. Pemberian kompos dilakukan pada saat persiapan media untuk media tanam. Kompos di aduk dengan tanah. Pemberian pupuk NPK dilakukan setelah tanaman pindah tanam. Pemupukan dilakukan 3 kali masing-masing 1/3 dosis pada umur saat tanam, 30 HST dan 60 HST. Pemberian Elisitor dilakukan setelah pindah tanam. Pemberian dilakukan setiap 1 minggu dan 2 minggu sekali dengan cara 40 ml elisitor

dicampur dengan 15 L air dan disemprotkan keseluruhan bagian tanaman.

Pemindahan bibit ke media tanam dilakukan pada saat bibit berumur 1 bulan setelah semai atau berdaun lebih dari 8 (delapan) helai, bibit dikeluarkan dari polybag persemaian satu persatu untuk ditanam ke pot penanaman. Penanaman bibit dilakukan dengan kedalaman 10 cm dari permukaan tanah agar perakaran tanaman cabai menjadi kokoh. Setelah bibit ditanam lalu disiram hingga cukup basah untuk menghindari kelayuan. Penyiraman dilakukan dua kali sehari pada pagi dan sore hari disesuaikan dengan cuaca. Penyulaman dilakukan pada saat tanaman berumur 7 HST menggunakan bibit cadangan untuk menggantikan tanaman yang telah mati atau layu. Agar tanaman cabai tidak rebah saat tanaman sudah mulai besar dan berkembang, maka dilakukan pengajiran dengan menggunakan bambu yang dipasang di samping tanaman cabai. Pemangkasan atau perempelan dilakukan pada umur 28 HST. Pemangkasan dilakukan dengan cara memotong tunas air yang tumbuh pada batang utama. Penyiangan dilakukan dengan mencabut rumput-rumput liar yang tumbuh di sekitar tanaman. Penyiangan dilakukan satu kali seminggu. Pengendalian hama dilakukan apabila terdapat serangan hama demikian pula dengan penyakit. Pengendalian hama menggunakan insektisida berbahan aktif profenofos dengan konsentrasi 1 ml L. pengendalian penyakit menggunakan fungisida berbahan aktif Azoksistrobin dan Difenokonazol dengan konsentrasi 1 ml L.

Pemanenan dilakukan sebanyak 4 kali ketika buah telah masak (kemerahan). Pemanenan dimulai pada umur 70 HST dengan interval panen 5 (lima) hari sekali. Uji antioksidan dilakukan terhadap buah cabai dari masing-masing perlakuan dengan metoda DPPH (Ananta dan Anjasmara, 2022).

4. Analisis Data

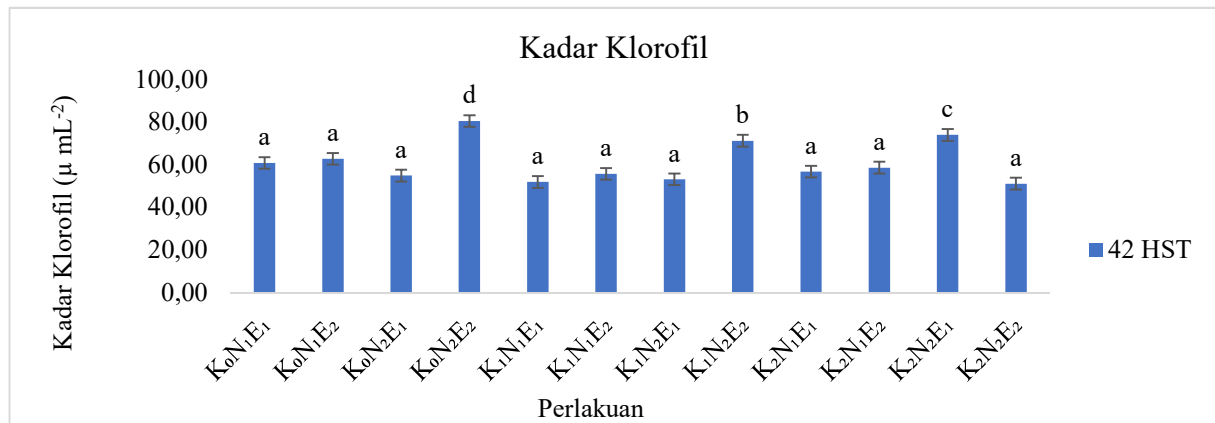
Data hasil penelitian kemudian dianalisis menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila hasil dari uji F menunjukkan berpengaruh nyata ($\alpha \leq 0,05$), maka akan dilanjutkan dengan uji DNMRT (*Duncan New Multiple Range Test*) untuk mengetahui beda nilai rata – rata antar taraf perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya interaksi antara dosis kompos, NPK dan penyemprotan elisitor terhadap kadar klorofil,

tinggi tanaman, berat berangkasan basah, berat buah, berat akar basah dan antioksidan dengan tingkat korelasi antar parameter seperti pada gambar dan table dibawah ini.

Kadar Klorofil

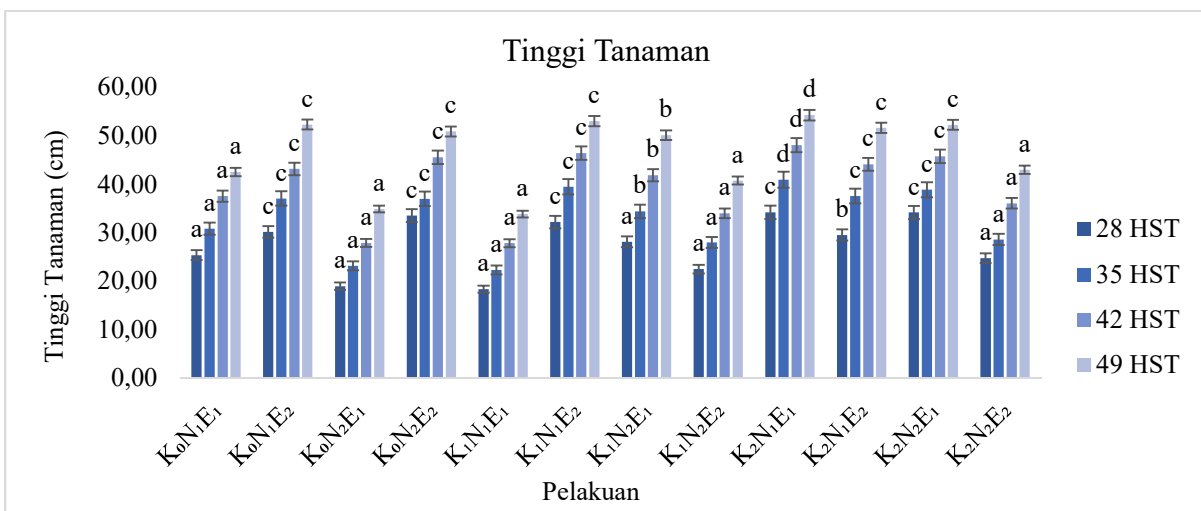


Gambar 1. Rata-rata kadar klorofil cabai pada umur 42 HST akibat interaksi antara kompos, pemupukan NPK dan penyemprotan elisitor. *bar yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (DMRT; $P \leq 0,05$)

Kadar klorofil 42 HST pada 12 kombinasi perlakuan tertinggi pada perlakuan K₀N₂E₂ tidak diberikan kompos tetapi diberikan pemupukan NPK 900 kg ha⁻¹ dan di lakukan penyemprotan elisitor 1 minggu sekali yang berbeda nyata dengan kadar klorofil pada perlakuan lainnya. Diikuti oleh kadar klorofil pada perlakuan K₂N₂E₁ yaitu kompos 20 t ha⁻¹, NPK 900 kg ha⁻¹ dan penyemprotan elisitor 1 minggu sekali yang berbeda nyata dengan kadar klorofil pada perlakuan lainnya. Kemudian diikuti oleh kadar klorofil pada K₁N₂E₂ yaitu

aplikasi kompos 10 t ha⁻¹, NPK 900 kg ha⁻¹ dan penyemprotan elisitor 2 minggu sekali yang berbeda nyata dengan kadar klorofil pada perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan lainnya mempunyai kadar klorofil yang lebih rendah dan tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat pengaruh dari pemberian kompos, pemupukan NPK dan penyemprotan elisitor pada daun cabai. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Ghazi, 2020; Mohsenzadeh et al., 2023; El Hayany et al., 2023.

Tinggi Tanaman



Gambar 2. Rata-rata tinggi tanaman cabai pada umur 28, 35, 42, 49 HST akibat interaksi antara kompos, pemupukan NPK, dan penyemprotan elisitor. *bar yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata (DMRT; $P \leq 0,05$)

Tinggi tanaman pada 49 HST tertinggi pada perlakuan $K_2N_1E_1$ yang berbeda nyata dengan tinggi tanaman pada perlakuan lainnya. Demikian pula dengan tinggi tanaman pada 28, 35, 42 HST diikuti oleh tinggi tanaman pada perlakuan $K_0N_1E_2$, $K_0N_2E_2$, $K_1N_1E_2$, $K_2N_2E_1$ dan $K_2N_1E_2$ yang berbeda nyata dengan tinggi tanaman pada perlakuan lainnya pada umur yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa aplikasi kompos, dosis NPK dan penyemprotan elisitor mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap tinggi tanaman pada umur yang sama. Hal ini sejalan dengan penelitian Leyna, 2019; Widyastuti et al.,

2022; Indratmi et al., 2024; Rosniawaty et al., 2024.

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan dinyatakan dengan IC50 yang menunjukkan konsentrasi ekstrak buah cabai yang dapat meredam 50% radikal dari DPPH. Semakin tinggi aktivitas antioksidan yang terdapat pada suatu sampel, maka semakin kecil nilai IC50. Apabila nilai IC50 yang dihasilkan 150 termasuk dalam kategori lemah (Mardawati et al., 2008 dalam (Reizkina, 2018).

Tabel 1. Nilai IC50 ($\mu\text{g/mL}$) Aktivitas Peredaman Radikal Dari Ekstrak Buah Cabai

Sampel	Persamaan linier	IC50 ($\mu\text{g/mL}$)
$K_0N_1E_1$	$y = 0,9414x + 24,57.$ $R^2 = 0,9856$	27,01
$K_0N_1E_2$	$y = 0,8063x + 32,905.$ $R^2 = 0,9914$	21,2
$K_0N_2E_1$	$y = 0,6797x + 39,572.$ $R^2 = 0,9873$	15,34
$K_0N_2E_2$	$y = 0,7119x + 37,677.$ $R^2 = 0,9989$	17,2
$K_1N_1E_1$	$Y = 0,6985x + 40,573.$ $R^2 = 0,9932$	13,50
$K_1N_1E_2$	$Y = 0,7486x + 39,333.$ $R^2 = 0,9995$	14,2
$K_1N_2E_1$	$Y = 0,7219x + 39,029.$ $R^2 = 0,9949$	15,20
$K_1N_2E_2$	$Y = 0,8536x + 31,16.$ $R^2 = 0,9862$	22,1
$K_2N_1E_1$	$Y = 0,7656x + 35,974.$ $R^2 = 0,9925$	18,32
$K_2N_1E_2$	$Y = 0,576x + 42,795.$ $R^2 = 0,9848$	12,5
$K_2N_2E_1$	$Y = 0,6567x + 46,341.$ $R^2 = 0,9813$	5,57
$K_2N_2E_2$	$Y = 0,6437x + 47,407.$ $R^2 = 0,9878$	4,0

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada baris dan kolom yang sama menunjukkan hasil berbeda nyata pada uji DN MRT ($\alpha=0.05$); K_0 = tanpa kompos, K_1 = kompos 10 t.ha⁻¹, K_2 = kompos 20 t.ha⁻¹, N_1 = NPK 600 kg ha⁻¹, N_2 = NPK 900 kg ha⁻¹, E_1 = Elisitor Biosaka 1 minggu sekali E_2 = Elisitor Biosaka 2 minggu sekali. Klasifikasi IC50 <50 sangat kuat, 51-100 kuat, 100-150 sedang, >150 lemah. Y adalah IC 50, X adalah absorbansi, R adalah koefisien determinasi.

Dari 12 perlakuan aplikasi kompos pemupukan NPK dan frekuensi penyemprotan edisitor, semua menghasilkan buah cabai dengan aktivitas antioksidan sangat kuat terlihat dari kemampuan menangkal 50% radikal bebas (IC50) dibawah 50. Diantara ke 12 perlakuan yang paling kuat adalah antioksidan pada buah cabai yang tumbuh pada perlakuan pemberian kompos 20 t ha⁻¹, pemupukan NPK 900 kg ha⁻¹ dan penyemprotan elisitor 2 minggu sekali dengan IC 50 4,0 nilai persamaan $Y = 0,6437x + 47,407$. $R^2 = 0,9878$ yang menunjukkan terdapat hubungan yang liner antara konsentrasi ekstrak cabai dengan aktivitas antioksidan $R^2 = 0,9878$ menunjukkan

hubungan regresi yang liner. Hal ini menunjukkan bahwa dengan aplikasi kompos, pemupukan NPK dan penyemprotan elisitor dapat meningkatkan kadar antioksidan pada buah cabai yang sangat baik untuk kesehatan manusia (Tortosa et al., 2018; Hemida et al., 2022; Zhang et al., 2024).

Korelasi Antar Parameter

Korelasi antar parameter kesuburan tanah, kadar klorofil dan morpho agronomi tanaman cabai dapat dilihat pada table 2 yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat, kuat, sedang dan lemah sesuai dengan warna-warna pada table korelasi.

Table 2. Korelasi Antar Parameter Kesuburan Tanah, Kadar Klorofil dan Morpho Agronomi Tanaman Cabai

Korelasi																			
	Penetrasi Tanah 21 HST	Penetrasi Tanah panen	pH tanah 21 HST	pH tanah panen	Kadar Klorofil 21 HST	Kadar Klorofil 28 HST	Kadar Klorofil 35 HST	Kadar Klorofil 42 HST	Kadar Klorofil 49 HST	Kadar Klorofil 54 HST	Tinggi Tanaman 21 HST	Tinggi Tanaman 28 HST	Tinggi Tanaman 35 HST	Tinggi Tanaman 42 HST	Tinggi Tanaman 49 HST	Tinggi Tanaman 54 HST	Berat Buah Pertanaman	Brangkasan Basah	Brangkasan Akar Basah
Penetrasi Tanah 21 HST	1	-0.068	0.006	0.119	-0.287	-0.631	-0.524	-0.406	-0.222	0.014	-0.053	-0.093	-0.057	-0.095	-0.073	-0.090	-0.491	-0.213	-0.016
Penetrasi Tanah panen		1	0.178	-0.644	0.252	0.470	-0.120	-0.384	-0.287	-0.485	-0.146	-0.159	-0.159	-0.161	-0.104	-0.017	0.581	0.216	0.061
pH tanah 21 HST			1	0.000	-0.134	-0.141	0.026	0.127	0.033	-0.358	0.195	0.081	0.133	0.079	0.154	0.199	-0.091	-0.255	-0.223
pH tanah panen				1	-0.296	-0.257	0.342	0.485	0.116	0.466	0.270	0.245	0.290	0.236	0.229	0.206	-0.592	-0.406	0.072
Kadar Klorofil 21 HST					1	0.472	0.005	-0.298	-0.462	0.199	-0.277	-0.174	-0.187	-0.148	-0.092	-0.080	0.279	0.240	-0.308
Kadar Klorofil 28 HST						1	0.428	0.231	0.007	-0.061	-0.038	0.062	0.020	0.073	0.107	0.152	0.405	0.221	0.409
Kadar Klorofil 35 HST							1	0.382	0.395	-0.027	0.650	0.639	0.686	0.679	0.703	0.711	0.058	-0.100	0.372
Kadar Klorofil 42 HST								1	0.508	0.313	0.341	0.436	0.330	0.350	0.297	0.286	-0.057	0.160	0.320
Kadar Klorofil 49 HST									1	0.097	0.380	0.363	0.359	0.378	0.328	0.266	-0.058	-0.007	0.308
Kadar Klorofil 54 HST										1	-0.359	-0.244	-0.316	-0.306	-0.334	-0.377	-0.387	0.211	0.180
Tinggi Tanaman 21 HST											1	0.966	0.987	0.977	0.959	0.947	0.031	-0.171	0.028
Tinggi Tanaman 28 HST												1	0.976	0.985	0.963	0.951	0.123	0.038	0.108
Tinggi Tanaman 35 HST													1	0.994	0.989	0.976	0.056	-0.122	0.058
Tinggi Tanaman 42 HST														1	0.987	0.970	0.093	-0.068	0.075
Tinggi Tanaman 49 HST															1	0.992	0.093	-0.081	0.093
Tinggi Tanaman 54 HST																1	0.146	-0.052	0.118
Berat Buah Pertanaman																	1	0.680	-0.088
Brangkasan Basah																		1	0.252
Brangkasan Akar Basah																			1

Keterangan: Orange: Sangat Kuat, Kuning: Kuat, Hijau: Sedang, Biru: Lemah.

Tahanan penetrasi tanah berhubungan negatif kuat dan sedang dengan kadar klorofil 28 HST dan 35 HST. Hal menunjukkan semakin turun tahanan penetrasi tanah kadar klorofil semakin tinggi karena dengan tahanan penetrasi yang kecil tanah menjadi lembut sehingga akar mudah menembus tanah dan berkembang untuk mengambil air dan hara sehingga kadar klorofil menjadi tinggi karena

klorofil mempunyai inti mineral seperti besi dan magnesium. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Shibaeva et al., 2020; Alhai et al., 2021; Riyanto et al., 2022.

Tahanan penetrasi tanah pada saat panen berkorelasi positif dengan pH artinya semakin tinggi pH semakin tinggi tahanan penetrasi tanah. Semakin rendah pH semakin rendah tahanan penetrasi tanah. Hal ini menunjukkan

bahwa semakin tinggi pH menunjukkan banyaknya kelarutan garam mineral yang dapat berflokulasi menutupi pori tanah sehingga tanah menjadi lebih keras. Semakin rendah pH menunjukkan banyaknya bahan organik yang menghasilkan asam-asam organik sehingga pH menjadi rendah dan bahan organik dapat merubah porositas tanah menjadi lebih baik dan tanah menjadi lebih gembur, lemah dan lunak. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Zadorozhnaya, 2018; Al-Sammarraie dan Kirilmaz, 2023 Suzuki et al., 2024.

Tahanan penetrasi tanah berhubungan positif sedang dengan berat buah pertanaman yang berarti semakin tinggi tahanan penetrasi tanah semakin tinggi berat buah. Hal ini dikarenakan tahanan penetrasi tanah yang tinggi disebabkan garam-garam mineral dapat mengeraskan tanah namun juga dapat meningkatkan ketersediaan hara pada kondisi yang diberikan kompos. Hara yang meningkatkan asimilat yang terbentuk lebih banyak dan berat buah pertanaman meningkat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Yulina et al., 2019; Riyanto et al., 2022; Al-Sammarraie dan Kirilmaz, 2023.

Kadar klorofil 35 HST berhubungan kuat dengan tinggi tanaman 21-54 HST. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar klorofil di daun cabai maka semakin tinggi tanaman cabai karena semakin banyak hasil fotosintat yang ditimbun di daun dan digunakan untuk pembentukan jaringan seperti batang, cabang dan lain-lain yang menyebabkan tanaman tumbuh lebih tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Chowdhury et al., 2018; Ulinnuha dan Syarifah, 2025; Nafees et al., 2025.

Tinggi tanaman 21-49 HST berkorelasi sangat kuat dengan tinggi tanaman 28-54 HST. Hal ini menunjukkan semakin tinggi tanaman semakin banyak daun dan cabang sehingga mempunyai banyak asimilat yang dapat digunakan untuk membentuk jaringan batang dan daun yang meninggikan tanaman. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Rizkiana et al.,

2019; Fajardo-Rebollar et al., 2022; Juhariah dan Aulia, 2024.

Berat buah berhubungan erat dengan berat berangkasan basah tanaman cabai. Hal ini menunjukkan bahwa semakin berat biomasa tanaman semakin banyak timbunan asimilat yang dapat di translokasikan ke buah cabai. Peningkatan hasil dapat dilakukan dengan meningkatkan pertumbuhan untuk meningkatkan biomassa sebagai sumber asimilat yang ditranslokasikan pada buah cabai. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Rosmaina et al., 2020; Padmini et al., 2023; Singh et al., 2024.

Kesimpulan

Terdapat korelasi antara ketahanan penetrasi, pH tanah, kadar klorofil dan morpho agronomi serta aktivitas antioksidan cabai merah. Perlakuan kompos, pemupukan NPK dan penyemprotan elisitor mempengaruhi kesuburan tanah, morpho agronomi cabai dan antioksidan buah cabai. Perlakuan kompos 20 ton ha⁻¹, pemupukan NPK 900 kg ha⁻¹ dan penyemprotan elisitor 2 minggu sekali dapat meningkatkan tinggi tanaman, kadar klorofil, berat buah cabai pertanaman, berat berangkasan basah dan aktifitas antioksidan buah cabai serta dapat meningkatkan kesuburan tanah.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada fakultas pertanian universitas syiah kuala yang telah memfasilitasi penelitian kami dengan penyediaan fasilitas rumah kaca, laboratorium fisiologi tumbuhan dan laboratorium analisis pangan.

Daftar Pustaka

- Alfonso, E. T., Padrón, J. R., Espinosa, R. R., Rodríguez, A. F., and Sosa, Y. C. (2022). Bioproductos como sustitutos parciales de la nutrición mineral del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L). *Acta Agronómica*, 70(3). <https://doi.org/10.15446/acag.v70n3.86626>
- Alhai, D. P., Syakur, S., dan Basri, H. (2021). Ketahanan Penetrasi Tanah pada

- Penggunaan Lahan Hortikultura di Saree Kabupaten Aceh Besar. 6(4), 680–690. <https://doi.org/10.17969/JIMFP.V6I4.18350>
- Al-Sammarraie, M. A. J., and Kırılmaz, H. (2023). Technological Advances in Soil Penetration Resistance Measurement and Prediction Algorithms. *Reviews in Agricultural Science*, 11(0), 93–105. https://doi.org/10.7831/ras.11.0_93
- Amaral, H. D. D. R., Situmeang, Y. P., and Suarta, M. (2019). The effects of compost and biochar on the growth and yield of red chili plants. 1402(3), 033057. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/3/033057>
- Ananta, I. G. B. T., and Anjasmara, D. G. A. (2022). Antioxidant and Antibacterial Potency of Red Chillies Extract (*Capsicum annum* var. *Longum*). *Jurnal Ilmiah Medicamento*, 8(1), 48–55. <https://doi.org/10.36733/medicamento.v8i1.3170>
- Ansar M., Robert M., Hanson B., Suwandi., Rachmat P., Imam M F., dan Ugi S. 2023. *Elisitor Nuswantara Biosaka*. IPB Press. Bogor.
- Ateka, B., Alemayehu, M., Adgo, E., Assefa, F., and Mengist, Y. (2024). Effects of eco-green and inorganic nitrogen fertilizer rates on growth and green pod yield of hot pepper (*Capsicum annum* L.) in Bahir Dar Zuria District of Amhara Region, Ethiopia. *Discover Sustainability*, 5(1). <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00311-5>
- Atiq, M. (2022). A way forward towards the management of chilli anthracnose - a review. *Agricultural Sciences Journal*, 4(1), 1–10. <https://doi.org/10.56520/asj.004.01.0137>
- Azhimah, F., Saragih, C. L., Pandia, W., Sembiring, N. B., Ginting, E. P., dan Sitepu, H. P. 2023. Sosialisasi dan Aplikasi Pembuatan Biosaka Di Lahan Hortikultura Kabupaten Karo. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 1(5), pp. 216–224.
- Badan Pusat Statistik. 2022. *Statistik Hortikultura*. BPS-Statist. Jakarta.
- Caicedo-Lopez, L. H., Villagomez Aranda, A. L., Espinoza Márquez, E., Zavala Gómez, C. E., Saenz de la O, D., and Romero-Zepeda, H. (2021). Elicitores: implicaciones bioéticas para la agricultura y la salud humana. 29(1), 76–86. <https://doi.org/10.1590/1983-80422021291448>
- Chowdhury, S. N., Sarkar, S., Uddin, A. J., Sultana, T., Roni, M., and Islam, R. (2018). Morpho-physiology, yield and quality assessment on five local landrace Chilli Germplasms. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 7(11), 233–243. <https://doi.org/10.18488/JOURNAL.1005/2017.7.11/1005.11.233.243>
- Costa, D. dos S., Moreno, D. S. A., Alviano, C. S., and da Silva, A. J. R. (2021). Extension of Solanaceae Food Crops Shelf Life by the Use of Elicitors and Sustainable Practices During Postharvest Phase. *Food and Bioprocess Technology*, 1–26. <https://doi.org/10.1007/S11947-021-02713-Z>
- El Hayany, B., En-Nejmy, K., El Mezouari El Glaoui, G., Hafidi, M., and El Fels, L. (2023). Chlorophyll Performances As an Indicator of Compost Quality: Effectiveness of Liquid Humic Substances and Compost Tea. <https://doi.org/10.30486/ijrowa.2023.1962394.1499>
- Fajardo-Rebollar, E., Villegas-Torres, O. G., Andrade-Rodríguez, M., Sotelo-Nava, H., Perdomo-Roldán, F., and Viveros-Ceballos, J. L. (2022). Nutrición mineral del chilhuacle en tres etapas fenológicas. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(1), 155–165. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i1.2894>
- Franzoni, G., Cocetta, G., Prinsi, B., Ferrante, I., and Espen, L. (2022). Biostimulants on Crops: Their Impact under Abiotic Stress Conditions. *Horticulturae*, 8(3), 189. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030189>
- Friday, T., dan Akinfemi, J. 2021. Tantangan Lingkungan Pengaruh parameter pengolahan ekstrak kompos terhadap parameter pertumbuhan dan hasil panen sayuran bayam dan celosia. *Elsevier* 5(1), pp. 1-14.
- Gaibor-Vaca, D. G., García-Bazurto, G. L., and Garcés-Fiallos, F. R. (2022). Mecanismos de defensa en plantas de *Capsicum* contra *Phytophthora capsici*.

- Bionatura, 7(2), 1–11.
<https://doi.org/10.21931/rb/2022.07.02.25>
- Ghazi, D. (2020). Response of Hot Pepper Plants (*Capsicum frutescens* L.) to Compost and some Foliar Application Treatments. 11(11), 641–646.
<https://doi.org/10.21608/JSSAE.2020.135692>
- Gong, D., Bi, Y., Li, Y., Wang, Y., Prusky, D., and Alkan, N. (2022). Preharvest Elicitors Spray Improves Antioxidant Activity, Alleviates Chilling Injury, and Maintains Quality in Harvested Fruit. *Horticulturae*, 8(12), 1208.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae8121208>
- Goñi, O., Łangowski, Ł., Feeney, E., Quille, P., and O'Connell, S. (2021). Reducing Nitrogen Input in Barley Crops While Maintaining Yields Using an Engineered Biostimulant Derived From *Ascomyces nodosum* to Enhance Nitrogen Use Efficiency. *Frontiers in Plant Science*, 12, 664682.
<https://doi.org/10.3389/FPLS.2021.664682>
- Hemida, K. A., Eloufey, A. Z. A., Hassan, M., Rady, M. M., El-Sadek, A., and Abdelfattah, M. A. (2022). Integrative NPK soil and foliar application improves growth, yield, antioxidant, and nutritional status of *Capsicum annuum* L. in sandy soils under semi-arid condition. *Journal of Plant Nutrition*, 46(6), 1091–1107.
<https://doi.org/10.1080/01904167.2022.2046060>
- Hutubessy, J. I. B. 2020. Pengaruh Pupuk NPK Phonska Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tumpang Sari Cabai (*Capsicum annum* L.) Dan Bawang Merah (*Allium cepa* L.). *Agrica*, 10(1), pp. 8–16.
- Imas, S., Damhuri, D., dan Munir, A. 2017. Pengaruh Pemberian Pupuk Kompos Terhadap Produktivitas Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *AMPIBI: Jurnal Alumni Pendidikan*, 2(1), pp. 57–64.
- Indratmi, D., Saati, E. A., Fahmi, I. Z., Purnomo, K. S., and Saputra, H. (2024). Use of elicitors weeds to increase the stability of the microenvironment and chili resistance to main pests and yield. *BIO Web of Conferences*, 143, 01011.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/202414301011>
- Juhariah, J., dan Aulia, M. P. (2024). Analisis Pertumbuhan Tanaman Cabai Keriting Pada Fase Vegetatif Dengan Pemupukan Berbasis Mikroorganisme. *AGROTECH Research Journal*, 5(1), 18–22.
<https://doi.org/10.36596/arj.v5i1.1391>
- Kabita, K. C., Sanatombi, K., and Sharma, S. K. (2020). Efficient enhancement of capsaicinoids biosynthesis in cell suspension cultures of *Capsicum chinense* Jacq. cv. 'Umorok' by elicitors and differential gene expression analysis of elicited cultures. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, 141(1), 145–154.
<https://doi.org/10.1007/S11240-020-01775-9>
- Kachelo, G. A., Sahi, S. T., Rajput, N., Khan, M. A., and Atiq, M. (2024). Impacts of copper hydroxide on leaf biochemical changes and on induction of resistance in chilli plants against bacterial wilt. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 1–22.
<https://doi.org/10.1080/03235408.2024.2441798>
- Lee, J. H., Lee, H., Wi, S., Lee, H.-H., Choi, H., Nam, C. W., and Jang, S.-W. (2022). Enhancement of Photosynthetic Characteristics and Antioxidant Enzyme Activities on Chili Pepper Plants by Salicylic Acid Foliar Application under High Temperature and Drought Stress Conditions. *생물환경조절학회지*, 31(4), 311–318.
<https://doi.org/10.12791/ksbec.2022.31.4.311>
- Leyna, Z. (2019). Pengaruh Kompos TKKS, Jerami Padi dan Pupuk NPK terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.). 10(1), 20–26. <https://doi.org/10.29244/JHI.10.1.20-26>
- Manurung, R. (2023). Pengembangan Dan Pemanfaatan Elisitor Senyawa Kimia Alami -Biosaka. *Bimtek Pembuatan Elisitor Biosaka Live FRom Narmada NTB*, pp. 1–79.
- Matthews, S., Ali, A., Siddiqui, Y., & Supramaniam, C. V. (2022). *Organic Plant Bio-Stimulant for Early, Enhanced*

- and Healthy Growth of Chilli Seedlings.*
<https://doi.org/10.3390/iocag2022-12239>
- Melo-Sabogal, D. V., and Contreras-Medina, L. M. (2024). Elicitors and Biostimulants to Mitigate Water Stress in Vegetables. *Horticulturae*.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae10080837>
- Merry, F. 2016. Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) dengan Pemberian Pupuk Rhizokompos *Tithonia diversifolia* dan Pupuk NPK Lengkap+ ZA. Universitas Andalas.
- Mohsenzadeh, S., Karmidarenjani, M., Mirahmadinejad, E. A., and Robati, R. (2023). The Effect of Green Compost Processed Organic Fertilizer and *Chlorella* Microalgae Solution on Chlorophyll a, Chlorophyll b, Carotenoid and Proline Content of *Tropaeolum majus* under Drought Stress.
<https://doi.org/10.9734/arrb/2023/v38i730595>
- Molla, T., Abera, G., and Beyene, S. (2019). Effects of Nitrogen Fertilizer and Mulch Application on Growth Performance and Pod Yields of Hot Pepper (*Capsicum annum* L.) under Irrigated Condition. *International Journal of Plant and Soil Science*, 1–15.
<https://doi.org/10.9734/IJPSS/2019/V27I530089>
- Mondal, J., Parveen, A., Singh, A. K., Singh, S. K., and Kishor, B. (2024). Effect of Plant Growth Regulators on Yield and Quality of Chilli (*capsicum Annum* L.) Cv. Bidhan Chilli-4.
<https://doi.org/10.9734/jsrr/2024/v30i82265>
- Nafees, M., Hussain, R., Ahmad, I., Ahsan, M., Aslam, M. N., Ahmad, M., and Manzoor, A. (2025). Role of Foliar Application of Salicylic Acid and Cultivars in Chilli (*capsicum Frutescens* L.) Production in Arid Region of Bahawalpur.
<https://doi.org/10.46653/jhst190201005>
- Ndruru, H. S., Telambanua, P. H., Nazara, R. V., and Gulo, S. D. (2024). Elicitor utilization in plants. 3(1), 39–51.
<https://doi.org/10.57094/jsa.v3i1.1857>
- Ngibad, K., Muadifah, A., Triarini, L. J., Amalia, L. R., and Damayanti, N. K. (2021). A review of application of natural products as fungicides for chili. 1(2), 9–22.
<https://doi.org/10.33086/ETM.V1I2.2022>
- Padmini, O. S., Brotodjojo, R. R. R., and Pratomo, A. H. (2023). Growth and Yield of Red Chili (*Capsicum Annum* L.) as Responses to Various Interval and Frequency of Fertigation Application. *BIO Web of Conferences*.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/20236901013>
- Qi, X., Chen, L., Zhang, Y., Gao, W.-F., Chen, L., Wang, D., Tang, L., Wang, Z., Wang, N., and Fan, Z. (2022). Methoxyacrylate Fungicide Candidate CL-15C Also Functions as a Plant Elicitor in *Arabidopsis thaliana* and *Oryza sativa* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(10), 3142–3150.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c07757>
- Rampe, H. L., Umboh, S. D., Rumondor, M. J., dan Rampe, M. J. (2019). Pemanfaatan Elisitor Ekstrak Tumbuhan dalam Budidaya Tanaman Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.). 1(1).
<https://doi.org/10.35799/VIVABIO.1.1.2019.24747>
- Riyanto, S. R., Hanuf, A. A., Alista, F. A., Yumna, A., and Soemarno, S. (2022). Analysis of Soil Penetration Resistance in Coffee Plantation Agroecosystems in Bangelan, Malang, East Java. *Planta Tropika: Jurnal Agrosains*, 10(2), 111–125.
<https://doi.org/10.18196/pt.v10i2.11085>
- Rizkiana, A., Nugroho, A. P., Irfan, M. A., Sutiarto, L., and Okayasu, T. (2019). Crop growth prediction model at vegetative phase to support the precision agriculture application in plant factory. 2202, 020104.
<https://doi.org/10.1063/1.5141717>
- Rosmaina, Sobir, Parjanto, dan Yunus, A. (2020). Korelasi dan Analisis Lintas Beberapa Karakter Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L.) pada Kondisi Normal dan Tercekam Kekeringan (Correlations and Path Analysis of Some Characters in Chili Pepper (*Capsicum annum* L.) Under Normal and Drought Stress). 29(2), 147–158.
<https://doi.org/10.21082/JHORT.V29N2.2019.P147-158>

- Rosniawaty, S., Bahjatien, I. D., Soleh, M. A., Ariyanti, M., dan Sudirja, R. (2024). Potensi Metil Jasmonat dan Asam Salisilat Sebagai Elisitor Dalam Mempengaruhi Pertumbuhan Bibit Tanaman Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Agroland*, 31(1), 55–62. <https://doi.org/10.22487/agrolandnasional.v31i1.1961>
- Setiyawan, H. 2012. Pengaruh Dosis Pupuk Kompos Dan Jenis Mulsa Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) (Doctoral dissertation, UPN" Veteran" Yogyakarta).
- Shibaeva, T. G., Mamaev, A. V., and Sherudilo, E. G. (2020). Evaluation of a SPAD-502 Plus Chlorophyll Meter to Estimate Chlorophyll Content in Leaves with Interveinal Chlorosis. *Russian Journal of Plant Physiology*, 67(4), 690–696. <https://doi.org/10.1134/S1021443720040160>
- Silva, R. B., Barbosa, W. S. da S., Santos, W. M. dos, Neto, J. C. de A., Neto, A. L. dos S., Souza, A. A. de, Martins, G. M. C., and Oliveira, J. D. S. de. (2021). Respostas agronômicas da pimenta malagueta a doses de nitrogênio. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 20(1), 069–073. <https://doi.org/10.5965/223811712012021069>
- Singh, S., Joshi, A., Vikram, A., Kansal, S., and Singh, S. (2024). Correlation Studies and Path Analysis for Yield Enhancing Attributes in Hot Pepper. *International Journal of Bio-Resource and Stress Management*, 15(Oct, 10), 01–07. <https://doi.org/10.23910/1.2024.5618a>
- Sulaeni, S., Saleh, K. A., Bukhari, A., dan Wibowo, A. S. (2023). Bimbingan Teknis Pembuatan Dan Pengaplikasian Biosaka (Pada kegiatan Kuliah Kerja Mahasiswa (KKM) Tematik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa). <https://doi.org/10.62870/dinamika.v10i2.23088>
- Susanti, E., Mahmudah, I. R., dan Makiyah, Y. S. (2023). Edukasi dan Pelatihan Pembuatan Biosaka untuk Mengurangi Ketergantungan Pupuk dan Pestisida Kimia. <https://doi.org/10.20527/btjpm.v5i4.9916>
- Suzuki, L. E. A. S., Reinert, D. J., Pillon, C. N., and Reichert, J. M. (2024). Mechanical Resistance to Penetration for Improved Diagnosis of Soil Compaction at Grazing and Forest Sites. *Forests*, 15(8), 1369. <https://doi.org/10.3390/f15081369>
- Swari, E. I., Soverda, N., dan Pengestu, M. G. (2022). Pengaruh Kompos Limbah Ampas Tebu Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Media Pertanian*, 7(2), 72. <https://doi.org/10.33087/jagro.v7i2.146>
- Tangga, C. K., Mohidin, H., and Abdullah, S. (2022). The Effect of Empty Fruit Bunch (EFB) Compost and Trichoderma Biofertilizer on Growth and Yield Performance of Chili (*Capsicum annum* L. Var. Kulai). *IOP Conference Series*, 1114(1), 012070. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1114/1/012070>
- Tarafdar, J. C. (2022). Biostimulants for sustainable crop production (pp. 299–313). <https://doi.org/10.1016/b978-0-323-85579-2.00004-6>
- Tortosa, G., González-Gordo, S., Ruiz, C., Bedmar, E. J., and Palma, J. M. (2018). “Alperujo” Compost Improves the Ascorbate (Vitamin C) Content in Pepper (*Capsicum annum* L.) Fruits and Influences Their Oxidative Metabolism. *Agronomy*, 8(6), 82. <https://doi.org/10.3390/AGRONOMY8060082>
- Ulinuha, Z., and Syarifah, R. N. K. (2025). *Photosynthetic pigment content and growth of chilli under low light intensity for agroforestry crop development. Kandungan pigmen fotosintetik dan pertumbuhan cabai pada intensitas cahaya rendah untuk pengembangan cabai agroforestry.* <https://doi.org/10.35891/AGX.V13I1.2783>
- Widowati, T., Nuriyanah, N., Nurjanah, L., Lekatompessy, S. J. R., dan Simarmata, R. (2022). Pengaruh Bahan Baku Kompos terhadap Pertumbuhan dan Produksi Cabai Merah Keriting (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Ilmu Lingkungan (Program Studi Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana Universitas*

- Diponegoro), 20(3), 665–671.
<https://doi.org/10.14710/jil.20.3.665-671>
- Widyastuti, R. A. D., Ginting, Y. C., Sanjaya, P., Warganegara, H. A., dan Yugo, M. H. (2022). Pengaruh Pemberian Dosis Pupuk NPK Dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agrotek Tropika*, 10(3), 485.
<https://doi.org/10.23960/jat.v10i3.6304>
- Yulina, H., Devnita, R., dan Heryanto, R. (2019). Hubungan Bobot Isi Dan Kemantapan Agregat Tanah Dengan Biomassa Tanaman Jagung Manis Dan Cabai Merah Setelah Diberikan Kombinasi Terak Baja Dan Bokashi Sekam Padi Pada Andisol, Lembang.
<https://doi.org/10.24198/agrikultura.v30i1.22696>
- Zadorozhnaya, G. (2018). Spatiotemporal Dynamics of Soil Penetration Resistance of Recultivated Soil. *Ekologia-Bratislava*, 37(1), 82–89.
<https://doi.org/10.2478/EKO-2018-0008>
- Zeng, J.-E. (2022). A way forward towards the management of chilli anthracnose - a review. 4(1), 1–10.
<https://doi.org/10.56520/asj.v4i1.137>
- Zhang, C., Yang, S., Luo, M., Zhen, S., and Ji, X. (2024). Effect of Nitrogen Fertilizer on Capsaicinoids and Related Metabolic Substances of Dried Chili Pepper Fruit. *Horticulturae*.
<https://doi.org/10.3390/horticulturae10080831>