



AGROPROSS
National Conference
Proceedings of Agriculture

Prosiding

Seminar dan Bimbingan Teknis Pertanian Politeknik Negeri Jember 2026
Pertanian Masa Depan Indonesia 2045: Transformasi Teknologi, Ketahanan Pangan, dan Adaptasi Terhadap Tantangan Global
3 Juni 2026

Publisher:

Agropross, National Conference Proceedings of Agriculture
E-ISSN: 2964-0172
DOI:

Pengaruh Persaingan Intraspesifik dan Interspesifik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dan Cabai (*Capsicum annuum* L.)

*Effect of Intraspecific and Interspecific Competition on the Growth and Yield of Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and Chili Pepper (*Capsicum annuum* L.)*

Author(s): Setyo Andi Nugroho^{1*}, Seni Damaiyanti¹, Melinda Tri Wulandari¹, Titien Fatimah¹, Ujang Setyoko¹, Ika Lia Novenda²

¹Jurusan Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember

²Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Jember

*Corresponding author: andi1746@polije.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dan cabai (*Capsicum annuum* L.) memerlukan sistem budidaya yang efisien, salah satunya melalui pengaturan kompetisi tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kompetisi intraspesifik dan interspesifik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat dan cabai pada media polybag. Perlakuan terdiri atas kompetisi intraspesifik tomat (T1, T2, T3), cabai (C1, C2, C3), serta interspesifik (M1, M2, M3). Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah buah, dan bobot buah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan T1 memberikan hasil terbaik pada tomat dengan tinggi tanaman 48,2 cm dan bobot buah 185,6 g/tanaman, sedangkan T3 menunjukkan hasil terendah. Pada cabai, perlakuan C1 menghasilkan tinggi tanaman 45,6 cm dan bobot buah 95,4 g/tanaman, sedangkan C3 menunjukkan hasil terendah. Pada sistem interspesifik, perlakuan M1 memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik dibandingkan perlakuan lainnya. Peningkatan kepadatan tanaman meningkatkan kompetisi terhadap cahaya, air, unsur hara, dan ruang tumbuh sehingga menurunkan pertumbuhan dan hasil tanaman.

Kata Kunci:

Cabai;
Interspesifik;
Intraspesifik;
Kompetisi
Tanaman;
Tomat

Keywords:

Chili;
Interspecific;
Intraspecific;
Plant
Competition;
Tomato

ABSTRACT

The increasing demand for tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and chili pepper (*Capsicum annuum* L.) requires efficient cultivation systems, including proper management of plant competition. This study aimed to analyze the effects of intraspecific and interspecific competition on the growth and yield of tomato and chili pepper grown in polybags. Treatments consisted of tomato intraspecific competition (T1, T2, T3), chili intraspecific competition (C1, C2, C3), and interspecific competition (M1, M2, M3). Observed parameters included plant height, number of leaves, number of fruits, and fruit weight. The results showed that T1 produced the best tomato growth with plant height of 48.2 cm and fruit weight of 185.6 g/plant, while T3 showed the lowest results. In chili plants, C1 produced plant height of 45.6 cm and fruit weight of 95.4 g/plant, whereas C3 showed the lowest results. In the interspecific system, M1 produced the best growth and yield compared with other treatments. Increased plant density intensified competition for light, water, nutrients, and growing space, thereby reducing plant growth and yield.

PENDAHULUAN



Tanaman hortikultura seperti tomat (*Solanum lycopersicum* L) dan cabai (*Capsicum annuum* L) merupakan komoditas penting yang memiliki nilai ekonomi tinggi serta kontribusi besar terhadap ketahanan pangan (Kusumaningtyas *et al.*, 2025). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, produksi tomat di Indonesia mencapai 1.168.744 ton, sedangkan produksi cabai yang terdiri dari cabai besar dan cabai rawit mencapai 2.741.461 ton (Badan Pusat Statistik, 2023). Namun, produktivitas kedua tanaman tersebut masih belum optimal akibat berbagai faktor, salah satunya adalah kompetisi antar tanaman dalam sistem budidaya.

Kompetisi tanaman dibedakan menjadi kompetisi intraspesifik (antar tanaman sejenis) dan interspesifik (antar tanaman berbeda jenis). Pada kompetisi intraspesifik, tanaman dengan kebutuhan sumber daya yang sama akan bersaing secara intens terhadap cahaya, air, dan unsur hara. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa peningkatan kerapatan tanam pada tomat dapat meningkatkan intersepsi cahaya hingga 43%, sehingga meningkatkan hasil per satuan luas, namun menurunkan hasil per tanaman akibat peningkatan kompetisi (Yan & Dong, 2024; Moniruzzaman *et al.*, 2007). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa sistem tanam rapat dapat menghasilkan produksi hingga 40,5 kg/m², tetapi dengan penurunan jumlah buah per tanaman.

Pada tanaman cabai, efek kompetisi intraspesifik juga sangat nyata. Penelitian oleh Susila *et al.* (2025) menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan tanaman berpengaruh terhadap efisiensi penggunaan air dan unsur hara, serta dapat meningkatkan produktivitas lahan, meskipun terjadi penurunan efisiensi individu tanaman. Kelebihan kompetisi intraspesifik terletak pada kemampuannya dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan

lahan dan sumber daya, namun memiliki kelemahan berupa penurunan performa individu tanaman.

kompetisi interspesifik dalam sistem tumpangsari memberikan keuntungan berupa pemanfaatan sumber daya yang lebih efisien melalui mekanisme saling melengkapi (*complementarity*). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa sistem *intercropping* pada tanaman cabai dapat meningkatkan hasil hingga 8,6 ton/ha pada kombinasi tertentu dibandingkan sistem monokultur. Selain itu, sistem rotasi atau kombinasi tanaman juga terbukti mampu meningkatkan hasil cabai hingga 10,60% serta menekan serangan penyakit secara signifikan.

Pada tanaman tomat, sistem interspesifik juga menunjukkan keunggulan. Penelitian menunjukkan bahwa sistem tumpangsari dapat meningkatkan hasil tomat hingga 17–21% dibandingkan waktu tanam tertentu dalam monokultur. Hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan karakter morfologi tanaman yang memungkinkan pembagian cahaya, ruang, dan nutrisi secara lebih efisien. kompetisi interspesifik juga memiliki kelemahan. Jika tidak diatur dengan baik, salah satu tanaman dapat menjadi dominan dan menekan pertumbuhan tanaman lainnya, sehingga menyebabkan penurunan hasil. Selain itu, kompetisi cahaya dalam sistem tumpangsari dapat menurunkan intensitas cahaya yang diterima tanaman tertentu dan mempengaruhi proses fotosintesis (Nugroho *et al.*, 2021; Kotia *et al.*, 2024; Widodo *et al.*, 2024).

Kompetisi intraspesifik maupun interspesifik memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing dalam sistem budidaya tanaman tomat dan cabai. Kompetisi intraspesifik cenderung meningkatkan produktivitas lahan, sedangkan kompetisi interspesifik meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya melalui interaksi yang saling

melengkapi. Oleh karena itu, penelitian mengenai kedua jenis kompetisi ini menjadi penting untuk menentukan sistem budidaya yang optimal guna meningkatkan hasil dan efisiensi produksi secara berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara menyeluruh pengaruh persaingan intraspesifik dan interspesifik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Solanum lycopersicum* L) dan cabai (*Capsicum annuum* L).

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Lapang Politeknik Negeri Jember (Polije). Lokasi penelitian berada pada kondisi agroklimat dataran rendah dengan jenis tanah yang sesuai untuk budidaya tanaman hortikultura. Penelitian dilaksanakan selama ± 3 bulan, dimulai dari tahap persiapan media tanam, penanaman, pemeliharaan, hingga panen.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi polybag berukuran 35 cm $\times$ 35 cm, cangkul, sekop gembor untuk penyiraman, penggaris atau meteran, timbangan digital, serta alat tulis dan label untuk pencatatan data, dan kamera digunakan sebagai alat dokumentasi selama penelitian berlangsung. Bahan yang digunakan benih tomat (*Solanum lycopersicum* L) dan benih cabai (*Capsicum annuum* L). Varietas tomat yang digunakan adalah Servo F1 dan varietas cabai yang digunakan adalah Dewata F1. Kedua varietas dipilih karena memiliki umur genjah, adaptif terhadap budidaya dalam polybag, serta memiliki respons pertumbuhan yang baik terhadap variasi kepadatan tanaman dan sistem tumpangsari. Media tanam yang digunakan berupa campuran tanah, pupuk kandang, dan sekam padi dengan perbandingan 1:1:1. Pupuk NPK digunakan sebagai pupuk tambahan untuk mendukung pertumbuhan tanaman, serta air untuk

penyiraman. Pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menggunakan pestisida apabila diperlukan.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri atas dua jenis perlakuan, yaitu persaingan intraspesifik dan interspesifik. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

1) Persaingan Intraspesifik

Tomat (Per Polibag)	Cabai (Per Polibag)
T1: 2 Tanaman	C1: 2 Tanaman
T2: 3 Tanaman	C2: 3 Tanaman
T3: 4 Tanaman	C3: 4 Tanaman

2) Persaingan Interspesifik

- M1: 1 tomat + 1 cabai
- M2: 2 tomat + 1 cabai
- M3: 1 tomat + 2 cabai

Langkah Kerja

a. Persiapan Media Tanam

Media tanam disiapkan dengan mencampurkan tanah, pupuk kandang, dan sekam padi dengan perbandingan 1:1:1, kemudian dimasukkan ke dalam polybag.

b. Penanaman

Benih tomat dan cabai ditanam langsung atau melalui persemaian terlebih dahulu. Setelah bibit berumur $\pm 2-3$ minggu, dilakukan pemindahan ke polybag sesuai perlakuan jumlah tanaman per polybag.

c. Pemeliharaan

Pemeliharaan tanaman meliputi: Penyiraman dilakukan setiap hari (pagi/sore), Penyiangan gulma dilakukan secara manual Pengendalian hama dan penyakit dilakukan jika diperlukan.

d. Pengamatan

Pengamatan dilakukan secara berkala terhadap: Parameter pertumbuhan: Tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai). Parameter hasil:

Jumlah buah per tanaman, bobot buah per tanaman (gram).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompetisi Intraspesifik Tanaman Tomat

Perlakuan T1 (2 tanaman/polybag) menunjukkan hasil tertinggi pada seluruh parameter pengamatan dibandingkan perlakuan lainnya. Tinggi tanaman mencapai 48,2 cm, jumlah daun 28,4 helai, jumlah buah 10,2 buah, dan bobot buah

185,6 g/tanaman. Sementara itu, perlakuan T3 (4 tanaman/polybag) menunjukkan hasil terendah dengan tinggi tanaman 36,8 cm, jumlah daun 20,3 helai, jumlah buah 6,5 buah, dan bobot buah 120,7 g/tanaman. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan jumlah tanaman dalam satu polybag meningkatkan intensitas kompetisi intraspesifik yang berdampak pada penurunan pertumbuhan dan hasil tanaman tomat.

Tabel 1. Pertumbuhan dan Hasil Tomat (Intraspesifik)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Buah	Bobot Buah (g/tanaman)
T1	48.2 a	28.4 a	10.2 a	185.6 a
T2	42.5 b	24.1 b	8.3 b	152.4 b
T3	36.8 c	20.3 c	6.5 c	120.7 c

Kompetisi intraspesifik merupakan bentuk persaingan antar tanaman sejenis yang memiliki kebutuhan sumber daya yang sama. Pada tanaman tomat, sumber daya utama yang dikompetisikan meliputi cahaya, air, unsur hara, dan ruang tumbuh. Varietas Servo F1 memiliki karakter pertumbuhan dengan tajuk yang cukup lebar dan sistem perakaran yang berkembang aktif. Ketika jumlah tanaman meningkat dalam ruang terbatas, tajuk tanaman saling menutupi sehingga distribusi cahaya menjadi tidak merata. Daun bagian bawah menerima intensitas cahaya lebih rendah sehingga proses fotosintesis menurun. Menurut Taiz *et al.* (2015), cahaya merupakan faktor utama dalam pembentukan fotosintat yang digunakan untuk pertumbuhan vegetatif dan pembentukan buah. Penurunan fotosintesis menyebabkan berkurangnya produksi karbohidrat sehingga pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun, dan pembentukan buah menjadi terhambat (Cinanta *et al.*, 2025; Ali *et al.*, 2024).

Peningkatan kepadatan tanaman juga meningkatkan kompetisi akar dalam menyerap air dan unsur hara (Amalia *et al.*, 2025; Nugroho *et al.*, 2024; Harsantyo *et*

al., 2025; Nugroho *et al.*, 2022). Volume media tanam pada polybag ukuran 35 × 35 cm menyebabkan ruang eksplorasi akar menjadi terbatas. Unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium menjadi cepat berkurang akibat tingginya jumlah tanaman yang menyerap nutrisi secara bersamaan. Gardner *et al.* (1991) menjelaskan bahwa keterbatasan unsur hara dapat menurunkan pembelahan dan pembesaran sel tanaman sehingga menghambat pertumbuhan vegetatif. Kondisi ini terlihat pada perlakuan T3 yang memiliki jumlah daun dan tinggi tanaman paling rendah.

Penurunan jumlah buah dan bobot buah pada perlakuan T2 dan T3 juga menunjukkan bahwa kompetisi tidak hanya mempengaruhi fase vegetatif tetapi juga fase generatif. Rendahnya fotosintesis menyebabkan distribusi asimilat ke organ reproduktif menjadi terbatas sehingga pembentukan dan pengisian buah tidak optimal. Hasil penelitian Moniruzzaman *et al.* (2007) menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan tanaman tomat dapat meningkatkan produktivitas per luas lahan, namun menurunkan hasil per tanaman akibat kompetisi internal yang

tinggi. Yan dan Dong (2024) juga menyatakan bahwa peningkatan populasi tanaman menyebabkan penurunan kualitas pertumbuhan individu karena distribusi cahaya dan nutrisi menjadi tidak optimal.

Perlakuan T1 dapat dikategorikan sebagai perlakuan yang paling survive karena tanaman masih mampu memperoleh sumber daya dalam jumlah

cukup untuk mendukung pertumbuhan dan hasil. Sebaliknya, T3 menunjukkan tingkat kompetisi tertinggi yang ditandai dengan rendahnya seluruh parameter pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan populasi tanaman tanpa diimbangi ketersediaan ruang tumbuh yang memadai akan meningkatkan stres kompetisi pada tanaman tomat (Nugroho *et al.*, 2020).

Tabel 2. Pertumbuhan dan Hasil Cabai (Intraspesifik)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Buah	Bobot Buah (g/tanaman)
C1	45.6 a	35.2 a	18.5 a	95.4 a
C2	40.3 b	30.1 b	15.2 b	80.6 b
C3	34.7 c	25.6 c	12.3 c	68.2 c

Kompetisi Intraspesifik pada Tanaman Cabai

Perlakuan C1 (2 tanaman/polybag) memberikan hasil tertinggi pada seluruh parameter pengamatan, yaitu tinggi tanaman 45,6 cm, jumlah daun 35,2 helai, jumlah buah 18,5 buah, dan bobot buah 95,4 g/tanaman. Sebaliknya, perlakuan C3 (4 tanaman/polybag) menunjukkan nilai terendah dengan tinggi tanaman 34,7 cm, jumlah daun 25,6 helai, jumlah buah 12,3 buah, dan bobot buah 68,2 g/tanaman. Penurunan ini menunjukkan bahwa peningkatan populasi tanaman cabai dalam satu polybag meningkatkan kompetisi intraspesifik yang menyebabkan pertumbuhan dan hasil menurun.

Tanaman cabai varietas Dewata F1 memiliki sistem perakaran serabut yang cukup aktif dalam menyerap air dan unsur hara. Pada kepadatan tinggi, akar tanaman saling bertumpang tindih sehingga penyerapan nutrisi menjadi kurang efisien.

Selain itu, peningkatan populasi tanaman juga meningkatkan kelembaban mikro di sekitar tajuk tanaman. Menurut Lakitan (2012), kelembaban yang terlalu tinggi dapat menghambat laju transpirasi dan mempengaruhi efisiensi fotosintesis tanaman. Kondisi ini menyebabkan pertumbuhan vegetatif tanaman menjadi lebih lambat. Kompetisi cahaya juga menjadi faktor penting pada tanaman cabai. Kepadatan tinggi menyebabkan daun saling menaungi sehingga intensitas cahaya yang diterima tanaman menjadi berkurang. Akibatnya, pembentukan daun baru dan perkembangan bunga menjadi terganggu. Hal ini terlihat pada perlakuan C3 yang memiliki jumlah daun dan buah paling rendah. Cahaya berperan penting dalam pembentukan energi melalui fotosintesis yang digunakan untuk pembentukan jaringan tanaman dan perkembangan organ reproduktif.

Tabel 3. Rata-rata Pertumbuhan dan Hasil Tomat (Interspesifik)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Buah	Bobot Buah (g/tanaman)
M1	46.5 a	27.8 a	9.6 a	178.2 a
M2	41.2 b	23.5 b	7.8 b	148.9 b
M3	39.8 b	22.7 b	7.2 b	140.3 b

Penurunan bobot buah pada perlakuan C2 dan C3 menunjukkan bahwa kompetisi yang tinggi menyebabkan akumulasi fotosintat pada buah menjadi lebih rendah. Buah yang terbentuk menjadi lebih kecil dan bobotnya menurun. Hasil penelitian Susila *et al.* (2025) menunjukkan bahwa peningkatan kepadatan tanaman cabai dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan,

namun menurunkan hasil individu tanaman akibat meningkatnya kompetisi internal terhadap air dan unsur hara. Perlakuan C1 merupakan perlakuan paling survive karena tanaman masih memperoleh akses sumber daya secara optimal. Sebaliknya, perlakuan C3 menunjukkan tingkat kompetisi tertinggi yang menyebabkan seluruh parameter pertumbuhan dan hasil mengalami penurunan nyata.

Tabel 4. Rata-rata Pertumbuhan dan Hasil Cabai (Interspesifik)

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)	Jumlah Buah	Bobot Buah (g/tanaman)
M1	43.7 a	33.4 a	17.2 a	90.1 a
M2	38.9 b	28.7 b	14.1 b	76.5 b
M3	37.5 b	27.9 b	13.6 b	72.8 b

Kompetisi Interspesifik pada Tanaman Tomat

Perlakuan M1 (1 tomat + 1 cabai) menunjukkan hasil tertinggi pada tanaman tomat dengan tinggi tanaman 46,5 cm, jumlah daun 27,8 helai, jumlah buah 9,6 buah, dan bobot buah 178,2 g/tanaman. Sementara itu, perlakuan M2 dan M3 menunjukkan penurunan pada seluruh parameter pengamatan. Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan populasi salah satu jenis tanaman dalam sistem interspesifik dapat meningkatkan kompetisi terhadap sumber daya. Berbeda dengan kompetisi intraspesifik, sistem interspesifik melibatkan tanaman dengan karakter morfologi dan fisiologi berbeda sehingga memungkinkan terjadinya pembagian relung ekologi (*niche differentiation*). Tanaman tomat memiliki tajuk lebih tinggi sehingga memanfaatkan cahaya pada lapisan atas, sedangkan cabai memanfaatkan cahaya pada bagian bawah kanopi. Menurut Li *et al.* (2014), perbedaan karakter pertumbuhan antar tanaman dalam sistem tumpangsari dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya melalui mekanisme komplementaritas.

Pada perlakuan M1, jumlah tanaman yang seimbang menyebabkan

kompetisi berlangsung lebih rendah sehingga pertumbuhan tomat tetap optimal. Namun pada perlakuan M2, peningkatan jumlah tomat menyebabkan kompetisi cahaya dan nutrisi meningkat. Sebaliknya, pada perlakuan M3 peningkatan jumlah cabai menyebabkan kompetisi akar dan penyerapan air menjadi lebih besar sehingga pertumbuhan tomat menurun. Li *et al.* (2014) menjelaskan bahwa keberhasilan sistem tumpangsari sangat dipengaruhi oleh keseimbangan populasi tanaman dan kemampuan tanaman dalam memanfaatkan sumber daya secara berbeda.

Kompetisi Interspesifik pada Tanaman Cabai

Pada Tabel 4 terlihat bahwa perlakuan M1 juga memberikan hasil terbaik pada tanaman cabai, yaitu tinggi tanaman 43,7 cm, jumlah daun 33,4 helai, jumlah buah 17,2 buah, dan bobot buah 90,1 g/tanaman. Perlakuan M2 dan M3 menunjukkan penurunan parameter pertumbuhan dan hasil akibat meningkatnya kompetisi antar tanaman. Dalam sistem interspesifik, cabai memperoleh keuntungan dari adanya perbedaan struktur tajuk dengan tomat. Tanaman cabai yang memiliki ukuran lebih

rendah tetap dapat menerima cahaya melalui celah tajuk tomat. Selain itu, perbedaan pola perakaran menyebabkan penyerapan unsur hara menjadi lebih efisien dibandingkan sistem monokultur. Menurut Vandermeer (1989), sistem tumpangsari mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya karena setiap tanaman memiliki strategi pertumbuhan yang berbeda.

Kompetisi terhadap cahaya, air, dan unsur hara tetap meningkat sehingga pertumbuhan tanaman lain terhambat. Hal ini terlihat pada perlakuan M2 dan M3 yang menunjukkan penurunan jumlah daun, buah, dan bobot buah. Penelitian Alwan *et al.* (2024) menunjukkan bahwa sistem intercropping dapat meningkatkan produktivitas tanaman apabila komposisi tanaman seimbang dan tidak terjadi dominasi salah satu spesies.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan didapatkan kesimpulan Kompetisi intraspesifik dan interspesifik berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat dan cabai. Pada sistem intraspesifik, perlakuan T1 menghasilkan tinggi tanaman tomat tertinggi sebesar 48,2 cm dan bobot buah 185,6 g/tanaman, sedangkan perlakuan C1 menghasilkan tinggi tanaman cabai 45,6 cm dan bobot buah 95,4 g/tanaman. Pada sistem interspesifik, perlakuan M1 memberikan pertumbuhan dan hasil terbaik dibandingkan perlakuan lainnya

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, F., Kusumiyati, K., Soleh, M. A., Khan, M. R., & Sundari, R. S. (2024). Chili cultivars vulnerability: a multi-factorial examination of disease and pest-induced yield decline across different growing microclimates and watering regimens. *BMC Plant Biology*, 24(1), 1-17.

Ali, F. Y., Wijaya, D. S., Kusumaningtyas, R. N., & Nugroho, S. A. (2024, October). Respon Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea canephora* L) Terhadap Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Hayati Yang Berbeda. In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (pp. 483-488).

Alwan, N. I., Nihayati, E., & Maghfoer, M. D. (2024). Integrated Nutrient Management and Intercropping in Increasing the Productivity of Curly Chili (*Capsicum Annum* L). *Agro*

Amalia, N. K., Salim, A., Nuraisyah, A., & Nugroho, S. A. (2025). Respon Pertumbuhan Kakao (*Theobroma cacao* L.) Terhadap Komposisi Media Tanam Dan POC Air Cucian Beras. *Jagad Tani: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(2), 174-184.

Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik hortikultura Indonesia*. Jakarta: BPS.

Cinantya, D., Rosdiana, E., Setyoko, U., Nugroho, S. A., Fadillah, A. R., & Agustin, A. (2025). Pengaruh aplikasi urin sapi serta jumlah ruas terhadap pertumbuhan stek kopi robusta (*Coffea canephora* L.). *Jurnal Biosense*, 8(3), 336-343.

Gardner, F. P., Pearce, R. B., & Mitchell, R. L. (1991). *Physiology of crop plants*. Iowa State University Press.

Harsantyo, H. D., Nuraisyah, A., Madjid, A., Nugroho, S. A., Irawan, T. B., & Fatimah, T. (2025). Pengaruh Berbagai Jenis Media Tanam dan Konsentrasi Asam Amino Terhadap Pertumbuhan Stek Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.). *Jurnal Javanica*, 4(1), 35-48.

Kotia, D. F., Nugroho, S. A., Kusuma, S. I., Fatimah, T., & Novenda, I. L. (2024). Pengaruh cangkang telur

- dan air limbah tempe terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta. *Jurnal Biosense*, 7(02), 198-211.
- Kusumaningtyas, R. N., Nugroho, S. A., Pratita, D. G., Anindita, D. C., & Suryana, A. L. (2025, December). Optimalisasi Potensi Cabai Lokal Untuk Pemberdayaan Ekonomi Masyarakat Desa Sumberwaru melalui Produk Inovatif Bon Cabai. In *The 8th National Conference for Community Service (NaCosVi-8)* (Vol. 8, pp. 219-224).
- Lakitan, B. (2012). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. Raja Grafindo Persada.
- Li, L., Tilman, D., Lambers, H., & Zhang, F. (2014). Plant diversity and overyielding: Insights from belowground facilitation of intercropping systems. *New Phytologist*, 203(1), 63–69.
- Moniruzzaman, M., Rahman, S. M. L., Kibria, M. G., Rahman, M. A., & Hossain, M. M. (2007). Effect of plant spacing and pruning on yield and fruit quality of tomato. *International Journal of Sustainable Crop Production*, 2(3), 35–39.
- Nugroho, S. A., Taufika, R., & Novenda, I. L. (2020). Analisis Kandungan Asam Askorbat Pada Tanaman Kangkung (*Ipomoea Reptana* Poir), Bayam (*Amaranthus Spinusus*), Dan Ketimun (*Cucumis Sativus* L). *Jurnal Tambora*, 4(1), 26-31.
- Nugroho, S. A., Taufika, R., & Novenda, I. L. (2021). Analisis kandungan klorofil *Colocasia esculenta*, *Theobroma cacao*, *Carica papaya*, *Dieffenbachia* sp, dan *Codiaeum variegatum*. *Bioma: Jurnal Biologi dan Pembelajaran Biologi*, 6(2), 131-143.
- Nugroho, S. A., Bagiatius, S., Setyoko, U., Fatimah, T., Novenda, I. L., & Pujiastuti, P. (2022). Pengaruh Zpt Nabati Dan Media Tumbuh Terhadap Perkembangan Kopi Robusta. *Jurnal Biosense*, 5(2), 62-76.
- Nugroho, S. A., Akbar, A., Alwi, A. L., Pratita, D. G., & Novenda, I. L. (2024, October). Pengaruh Top Soil, Cocopeat, Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta. In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (pp. 510-518).
- Susila, A. D., Suketi, K., Purnamawati, H., & Rusdan, R. (2025). Chili yields, nutrient use, and water use efficiency under precision fertigation at different plant density and drip irrigation lines. *Journal of Tropical Crop Science*, 12(3), 594–603.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Vandermeer, J. (1989). *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press.
- Widodo, T. W., Muhklisin, I., Nugroho, S. A., & Lisyanto, D. A. (2024, October). Aplikasi Rhizobium Sp Dengan Penambahan Pupuk Organik Mampu Memicu Pertumbuhan Dan Umur Berbunga Sorgum (*Sorgum bicolor* L.) Pada Lahan Pasiran. In *Agropross: National Conference Proceedings of Agriculture* (pp. 755-760).
- Yan, T. K., & Dong, M. (2024). Meta-analysis of yield-enhancing cultivation techniques for cherry tomatoes. *Bioscience Methods*, 15(6), 356–368.