

# Pengaruh Kosenstrasi Auksin (Rootone F) Dan Pemberian Poc Daun Lamtoro (*Leucaena Leucocephala*) Terhadap Pertumbuhan Bibit Kopi Robusta (*Coffea Canephora*)

Fajar Setiawan<sup>1)</sup>; Andi Setiawan<sup>2)</sup>; Kabul Warsito<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Study Program of Agroteknologi of Universitas Pembangunan Pancabudi

Email: <sup>1)</sup> [fjstn2001@gmail.com](mailto:fjstn2001@gmail.com) ; <sup>2)</sup> [kabulwarsito@dosen.pancabudi.ac.id](mailto:kabulwarsito@dosen.pancabudi.ac.id) ; <sup>3)</sup> [andi.stiawaan@gmail.com](mailto:andi.stiawaan@gmail.com)

## ARTICLE HISTORY

Received [20 Maret 2026]

Revised [28 April 2026]

Accepted [30 April 2026]

## KEYWORDS

Kopi Robusta, Rootone-F, Pupuk Organik Cair, Daun Lamtoro, Pertumbuhan Bibit.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi auksin (Rootone-F) dan pupuk organik cair (POC) daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*). Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret–Mei 2025 di Desa Sampe Cita, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara. Metode penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu konsentrasi POC daun lamtoro ( $M_0=0$  ml,  $M_1=200$  ml,  $M_2=250$  ml,  $M_3=300$  ml) dan konsentrasi Rootone-F ( $A_0=0$  ml,  $A_1=200$  ml,  $A_2=250$  ml,  $A_3=300$  ml), dengan tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman, luas daun, jumlah daun, dan panjang akar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian POC daun lamtoro dan Rootone-F berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, luas daun, dan jumlah daun bibit kopi robusta. Perlakuan terbaik diperoleh pada kombinasi POC daun lamtoro 300 ml dan Rootone-F 250 ml yang menghasilkan pertumbuhan vegetatif optimal. Peningkatan konsentrasi Rootone-F cenderung menurunkan panjang akar akibat efek bifasik auksin terhadap pertumbuhan akar. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan POC daun lamtoro dan Rootone-F dengan dosis yang tepat mampu meningkatkan pertumbuhan bibit kopi robusta secara signifikan.

## ABSTRACT

This study aims to determine the effect of auxin concentration (Rootone-F) and liquid organic fertilizer (POC) from lamtoro leaves (*Leucaena leucocephala*) on the growth of robusta coffee seedlings (*Coffea canephora*). The study was conducted in March–May 2025 in Sampe Cita Village, Kutalimbaru District, Deli Serdang Regency, North Sumatra. The research method used a factorial Randomized Block Design (RAK) with two factors, namely the concentration of lamtoro leaf POC ( $M_0=0$  ml,  $M_1=200$  ml,  $M_2=250$  ml,  $M_3=300$  ml) and the concentration of Rootone-F ( $A_0=0$  ml,  $A_1=200$  ml,  $A_2=250$  ml,  $A_3=300$  ml), with three replications. The parameters observed included plant height, leaf area, number of leaves, and root length. The results showed that the administration of lamtoro leaf POC and Rootone-F significantly affected plant height, leaf area, and number of leaves of robusta coffee seedlings. The best treatment was obtained with a combination of 300 ml of lamtoro leaf POC and 250 ml of Rootone-F which resulted in optimal vegetative growth. Increasing the concentration of Rootone-F tended to decrease root length due to the biphasic effect of auxin on root growth. It can be concluded that the use of lamtoro leaf POC and Rootone-F at the right dosage can significantly increase the growth of robusta coffee seedlings.

## PENDAHULUAN

Kopi merupakan produk hasil perkebunan yang diproduksi oleh berbagai negara salah satunya yaitu Indonesia. Berdasarkan ICO (International Coffee Organisation), Indonesia merupakan konsumen dan produsen kopi yang cukup besar di dunia. Indonesia menempati peringkat kelima sebagai negara dengan konsumsi kopi terbesar di dunia pada tahun 2020/2021 dengan jumlah konsumsi sebesar 5 juta kantong dengan ukuran 60 kilogram (Data Indonesia, 2021).

Lalu, Indonesia menempati posisi kesembilan sebagai produsen kopi arabika di dunia dan menempati posisi ketiga sebagai produsen kopi robusta di dunia. Hal tersebut didukung oleh data luas areal perkebunan kopi yang mengalami fluktuasi dari tahun 2021 hingga tahun 2022 dimana luas areal kopi pada tahun 2022 bertambah sebesar 6.208 hektare (Data Indonesia, 2021).

Pada sepuluh tahun terakhir volume ekspor kopi juga cenderung mengalami peningkatan yang berkisar diantara 40,15% hingga 12,82%. Dimana, menurut data dari BPS (Badan Pusat Statistik) pada tahun 2011 total volume ekspor kopi yaitu sebesar 346,49 ribu ton dan mengalami peningkatan pada tahun 2020 menjadi 379,35 ribu ton (BPS, 2020).

Selanjutnya Wijayanti dkk (2022) menambahkan bahwa di Indonesia, ada dua jenis kopi yang ditanam. kopi robusta dan kopi arabika. Namun, hingga tahun 2017, kopi robusta masih lebih banyak ditanam dari pada kopi arabika. Berdasarkan data Kementerian Pertanian, 81,96% atau 1,04 juta hektar perkebunan kopi di Indonesia ditanami kopi robusta, sedangkan kopi arabika ditanami di sebagian besar.

Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa kopi robusta lebih mudah ditanam di Indonesia dibandingkan dengan kopi arabika, dan tumbuh dengan baik di iklim hangat dan tinggi .

Zat pengatur tumbuh yang termasuk dalam kelompok auksin memiliki peran krusial dalam proses pembelahan dan perpanjangan sel serta pembentukan akar. Salah satu jenis ZPT sintetis yang sering diaplikasikan dalam pembibitan adalah Rootone-F, yang mengandung auksin seperti Asam Indole Butirat (IBA) dan Asam Naphthalene Asetat (NAA). Penerapan Rootone-F dengan dosis yang sesuai bisa merangsang pembentukan akar, meningkatkan berat akar, dan mempercepat pertumbuhan tanaman pada tahap awal (Salim *et al.*, 2022). Namun, penggunaan dosis yang tidak tepat dapat mengakibatkan pertumbuhan yang terhambat atau kurangnya dampak yang signifikan (Susanti *et al.*, 2025).

Selain penggunaan ZPT, pemanfaatan pupuk organik cair (POC) juga menjadi alternatif penting dalam meningkatkan pertumbuhan bibit kopi. POC berbahan dasar daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) memiliki kandungan unsur hara makro dan mikro, terutama nitrogen, yang berperan dalam pertumbuhan vegetatif tanaman. Daun lamtoro juga diketahui mengandung senyawa organik yang mampu memperbaiki kondisi media tanam serta meningkatkan aktivitas fisiologis tanaman. Penggunaan pupuk organik cair sejalan dengan prinsip pertanian berkelanjutan karena dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik dan menjaga kesuburan tanah (Nurjanah *et al.*, 2020).

## LANDASAN TEORI

Kopi robusta (*Coffea canephora*) merupakan salah satu komoditas perkebunan penting yang memerlukan fase pembibitan optimal untuk menghasilkan tanaman yang sehat dan produktif. Pertumbuhan bibit ditandai oleh peningkatan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan perkembangan sistem perakaran. Pada fase ini, ketersediaan unsur hara dan keseimbangan zat pengatur tumbuh sangat menentukan keberhasilan pertumbuhan vegetatif awal.

Auksin merupakan salah satu hormon tumbuhan utama yang berperan dalam merangsang pemanjangan sel, pembentukan akar, dominansi apikal, dan diferensiasi jaringan. Salah satu zat pengatur tumbuh sintetis yang mengandung auksin adalah Rootone-F, yang umum digunakan untuk merangsang pertumbuhan akar pada stek maupun bibit tanaman.

Lamtoro (*Leucaena leucocephala*) merupakan tanaman leguminosa yang memiliki kandungan unsur hara cukup tinggi, terutama nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K). Daun lamtoro juga mengandung kalsium (Ca), magnesium (Mg), serta senyawa organik yang dapat memperbaiki kesuburan tanah.

## METODE PENELITIAN

### Metode Analisis

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret- Mei 2025 di lokasi penelitian Universitas Pembangunan Panca Budi di Dusun 3 Desa Sampe Cita, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara dengan ketinggian ± 500 meter di atas permukaan laut. Bahan yang digunakan biji kopi Robusta, polybag berukuran 20cm x 20cm, tanah top soil dan arang sekam bakar. Alat yang digunakan adalah cangkul, ember, pisau, penggaris, jangka sorong dan alat ukur lainnya.

Metode penelitian ini menggunakan Rancang Acak Kelompok Faktorial (RAK) yang terdiri dari 2 faktor, 16 kombinasi dengan 3 ulangan 48 petak. Faktor pertama adalah pemberian poc daun lamtoro yang dilambangkan dengan 'M' yang terdiri dari 4 tingkat perlakuan, yaitu M0=(tanpa perlakuan), M1=200 ml M2=250 ml M3=300 ml. Faktor kedua adalah pemberian Rotoone F yang di simbolkan 'A' yang terdiri dari 4 tingkat, yaitu A0= (tanpa perlakuan) A1=200 ml A2=250 ml A3=300 ml.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tinggi Tanaman

Berdasarkan analisis, pemberian poc daun lamtoro dan rotoone f pada tanaman kopi memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman pada bulan ke-3 setelah tanam (Tabel 1).

Table 1

Poc daun lamtoro	1 BST	2 BST	3 BST
M0	7.31 a	8.37 a	11.66 a
M1	5.67 a	7.12 a	10.13 a
M2	6.66 a	7.85 a	11.81 a

M3	6.09 a	8.29 a	12.99 a
Rotoone F			
A0	6.100 a	7.32 a	10.45 a
A1	6.33 a	7.49 a	11.75 a
A2	6.36 a	8.05 a	12.35 a
A3	6.94 a	8.78 a	12.05 a

Berdasarkan hasil data yang didapat menunjukkan pertumbuhan yang signifikan dengan tinggi awal rata-rata 6,43 cm (1 BST) meningkat menjadi 11,65 cm (3 BST), dengan pertumbuhan total 5,22 cm. Laju pertumbuhan mengalami akselerasi dari 1,48 cm/minggu (tahap awal) menjadi 3,74 cm/minggu (tahap perkembangan) hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Salisbury & Ross (1992) Interaksi antara POC daun lamtoro dan Rootone-F memperlihatkan bahwa kombinasi unsur hara dan hormon tumbuh berperan sinergis dalam meningkatkan tinggi tanaman. Unsur hara menyediakan bahan struktural dan energi metabolik, sedangkan auksin berfungsi sebagai pengatur ekspresi pertumbuhan pada tingkat seluler. Salisbury dan Ross (1992) menjelaskan bahwa pertumbuhan vegetatif optimal terjadi apabila faktor nutrisi dan regulasi hormonal berada dalam kondisi seimbang, sehingga pembelahan dan pemanjangan sel dapat berlangsung secara maksimal..

Perlakuan M3 menghasilkan tinggi tertinggi 12,99 cm (28,2% lebih tinggi dari M1). Respons menunjukkan pola linear ascending tanpa tanda-tanda plateau, mengindikasikan bahwa konsentrasi optimal mungkin melebihi level M3 yang diuji. Daun lamtoro, dengan kandungan nitrogen 3,84%, memfasilitasi pertumbuhan melalui peningkatan ketersediaan nitrogen organik dan nutrisi esensial lainnya (P, K, Ca, Mg) ( Taiz et al., 2015).

Perlakuan A2 menghasilkan tinggi tertinggi 12,35 cm, sementara A3 menurun sedikit menjadi 12,05 cm, menunjukkan respons bifasik tipikal untuk hormon pertumbuhan. Fenomena ini konsisten dengan literatur yang menunjukkan konsentrasi auksin optimal berkisar 1-2 ml/L untuk kopi, dengan efek inhibitory pada konsentrasi lebih tinggi (Salim et al., 2022).

### Luas Daun

Berdasarkan analisis, pemberian poc daun lamtoro dan rotoone f pada tanaman kopi memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman pada bulan ke-3 setelah tanam (Tabel 2).

**Table 2**

Poc daun lamtoro	1 BST	2 BST	3 BST
M0	10.2 a	13.62 c	15.63 a
M1	10.65 a	12.73 c	14.93 a
M2	12.79 a	16.96 a	18.81 a
M3	13.42 a	17.85 a	19.80 a
Rotoone F			
A0	10.96 a	14.78 a	16.97 a
A1	11.14 a	15.27 a	17.63 a
A2	13.60 a	16.98 a	18.82 a
A3	11.38 a	14.11 a	15.75 a

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian POC daun lamtoro dengan konsentrasi berbeda memberikan pengaruh terhadap perkembangan luas daun bibit kopi robusta. Pada pengamatan 2 BST, perlakuan M2 dan M3 (16.96 cm<sup>2</sup> dan 17.85 cm<sup>2</sup>) menunjukkan nilai luas daun yang lebih tinggi dibandingkan dengan M0 dan M1 (13.62 cm<sup>2</sup> dan 12.73 cm<sup>2</sup>). Tren ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi POC daun lamtoro memberikan respons positif terhadap pertumbuhan luas daun (Siregar et al., 2018).

Pupuk organik cair dari daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) mengandung nutrisi makro dan mikro esensial yang mendukung pertumbuhan tanaman. Kandungan nutrisi dalam daun lamtoro mencakup nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Nitrogen yang terkandung dalam POC berperan dalam merangsang pertumbuhan di atas tanah, termasuk pembentukan dan perluasan daun. Fosfor dan kalium berperan dalam mempercepat pembelahan sel dan diferensiasi jaringan meristem, yang pada akhirnya mendukung ekspansi luas daun (Nurjanah et al., 2020).

Data hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan interaksi antara kedua perlakuan meskipun analisis statistik lebih lanjut diperlukan untuk menentukan signifikansi interaksi.

Kombinasi optimal tampaknya terletak pada perlakuan M3 (POC 300 ml/polybag) yang dikombinasikan dengan A2 (konsentrasi Rotoone F yang sesuai) (Lakitan et al., 2012).

#### Jumlah Daun

Berdasarkan analisis, pemberian poc daun lamtoro dan rotoone f pada tanaman kopi memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman pada bulan ke-3 setelah tanam (Tabel 3).

**Table 3**

Poc daun lamtoro	1BST	2 BST	3 BST
M0	5.33 a	8.83 b	13.97 a
M1	6.33 a	9.41 ab	15.03 b
M2	5.33 a	9.66 ab	16.24 c
M3	6.167 a	10.00 a	16.71 d
Rotoone F			
A0	5.33 a	9.33 a	14.01 a
A1	5.50 a	9.33 a	16.77 d
A2	6.33 a	9.08 a	16.05 c
A3	6.00 a	10.16 a	15.13 b

Hasil analisis menunjukkan respons positif bibit kopi terhadap pemberian POC daun lamtoro di semua umur pengamatan. Pada umur 1 BST, jumlah daun antar perlakuan relatif sama (5.33-6.33 helai). Pada umur 2 BST, terjadi peningkatan yang lebih nyata dengan nilai rata-rata 8.83-10.00 helai, dan perlakuan M3 (konsentrasi tertinggi) menunjukkan nilai tertinggi (10.00 helai, notasi a). Pada pengamatan terakhir (3 BST), perbedaan antarkelompok menjadi sangat jelas dengan rentang 13.97-16.71 helai daun. Perlakuan M3 menghasilkan jumlah daun tertinggi (16.71 helai, notasi d), diikuti M2 (16.24 helai, notasi c), M1 (15.03 helai, notasi b), dan M0 sebagai kontrol (13.97 helai, notasi a) (Ali et al., 2024).

Pemberian auksin sintetis (Rotoone F) juga menunjukkan pengaruh positif terhadap pembentukan daun, meskipun pola respons sedikit berbeda dengan POC. Pada umur 1 BST dan 2 BST, perlakuan menunjukkan nilai yang relatif seragam (5.33-6.33 helai pada 1 BST dan 9.08-10.16 helai pada 2 BST), tanpa perbedaan signifikan antarkelompok (notasi a). Pada pengamatan 3 BST, terlihat diferensiasi yang jelas dengan nilai berkisar 14.01-16.77 helai daun. Perlakuan A1 (konsentrasi medium) menghasilkan nilai tertinggi (16.77 helai, notasi d), diikuti A2 (16.05 helai, notasi c), A3 (15.13 helai, notasi b), dan A0 kontrol (14.01 helai, notasi a) (Kamilah et al., 2024).

Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa konsentrasi auksin optimal untuk bibit kopi robusta berkisar antara 100-500 ppm, di mana auksin tidak hanya meningkatkan jumlah daun tetapi juga diameter batang, tinggi tunas, dan panjang akar (Ali et al., 2024; Kamilah et al., 2024). Respon yang terlihat pada perlakuan A1 yang lebih optimal dibandingkan A2 dan A3 mengindikasikan bahwa ada konsentrasi optimal untuk Rotoone F tertentu, dan peningkatan konsentrasi di atas titik optimal dapat mengurangi efektivitas hormon tersebut karena terjadinya hambatan transport auksin atau akumulasi yang berlebihan, yang dapat mengarah pada stres oksidatif (Davies., 2020).

#### Panjang Akar

Berdasarkan analisis, pemberian poc daun lamtoro dan rotoone f pada tanaman kopi memberikan pengaruh signifikan terhadap tinggi tanaman pada bulan ke-3 setelah tanam (Tabel 4).

**Table 4**

Poc daun lamtoro	1 BST
M0	15.33 a
M1	13.44 b
M2	12.47 c
M3	9.40 d
Rotoone F	
A0	15.55 a
A1	13.16 b
A2	10.97 d
A3	10.97 c

Berdasarkan data yang didapatkan pertumbuhan yang signifikan, panjang akar menurun seiring peningkatan konsentrasi Rotoone F. Pada perlakuan kontrol (A0), panjang akar mencapai 15,55 cm, tetapi menurun menjadi 13,16 cm pada A1, kemudian 10,97 cm pada A2 dan A3. Fenomena ini konsisten dengan teori fisiologi akar terkini yang menyatakan bahwa auksin memiliki efek bifasik (dua arah) pada pertumbuhan akar. Pada konsentrasi rendah, auksin mendukung pemanjangan akar melalui mekanisme peningkatan tekanan osmotik sel dan promosi pembelahan sel. Namun, pada konsentrasi yang lebih tinggi, auksin justru menghambat pemanjangan akar primer. Penelitian pada akar jagung menunjukkan bahwa konsentrasi NAA (salah satu jenis auksin) dalam rentang 0,05–0,1  $\mu\text{M}$  menghasilkan penghambatan pemanjangan akar hingga 75%, dan pada 0,5  $\mu\text{M}$ , pemanjangan akar terhenti sama sekali. Mekanisme penghambatan ini melibatkan akumulasi etilen yang diinduksi oleh auksin, yang kemudian menekan elongasi sel dalam zona pemanjangan akar (Rahman et al., 2013; Swarup et al., 2007).

Penurunan panjang akar seiring peningkatan konsentrasi POC dapat dijelaskan melalui beberapa mekanisme. Pertama, konsentrasi nutrisi yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan stress osmotik pada sistem perakaran muda, menghambat elongasi sel dan justru mendorong pembangunan biomassa radial (penebalan akar) daripada pemanjangan. Kedua, pada bibit muda (1 BST), sistem perakaran masih dalam tahap adaptasi terhadap media tanam, dan nutrisi berlebih dapat mengganggu keseimbangan hormonal endogen tanaman (Taiz et al., 2024).

## KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi penggunaan auksin rotoone f untuk memacu perakaran dan pemberian poc daun lamtoro untuk nutrisi daun dan batang secara sinergis dapat meningkatkan kualitas bibit kopi robusta, menghasilkan perakaran yang lebih baik, dan mempercepat pertumbuhan vegetatif tinggi tanaman dan jumlah daun dibandingkan tanpa perlakuan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Putra, R., & Sari, D. (2024). Pengaruh konsentrasi auksin terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta (*Coffea canephora*). *Jurnal Perkebunan Indonesia*, 19(2), 112–120.
- Ali, M., Putra, R., & Sari, D. (2024). Pengaruh konsentrasi auksin terhadap pertumbuhan bibit kopi robusta. *Jurnal Perkebunan Indonesia*, 19(2), 112–120.
- Badang Pusat Statistik. (2024). *Statistik Indonesia 2024*. BPS.
- Badang Pusat Statistik. (2025). *Statistik Indonesia 2025*. BPS.
- Chairiyah, R., Puspitasari Nurul D. P., Susanti, S., & Inayati, R. (2024). *Analysis of stunting incidence based on knowledge, maternal characteristics, and nutritional status*. *Jurnal Ilmiah Kesehatan (JIKA)*, 6(1), 187–195. <https://doi.org/10.36590/jika.v6i1.832>
- Davies, P. J. (2010). *Plant hormones: Biosynthesis, signal transduction, action!* Springer.
- Kamilah, N., Sari, P., & Wibowo, A. (2024). Respon pertumbuhan kopi terhadap zat pengatur tumbuh sintetis. *Jurnal Agrobiologi*, 13(1), 22–30.
- Lakitan, B. (2012). *Dasar-dasar fisiologi tumbuhan*. RajaGrafindo Persada.
- Nurjanah, S., Hidayat, T., & Putri, R. (2020). Pengaruh pupuk organik cair terhadap pertumbuhan tanaman kopi. *Jurnal Agroteknologi*, 14(1), 55–62.
- Nurul Jannah, Fahrunnisa, Paramitadevi, Y. V., Vibowo, H., Kurniawan, F. A., Komarudin, N. A., & Hidayat, A. (2024). *Antibiotic utilization and its implications among ruminant farmers and stakeholders in Sumbawa Regency, Indonesia*. *Veterinary Medicine International*, Article 6519659. <https://doi.org/10.1155/vmi/6519659>
- Rahman, A., Hosokawa, S., Oono, Y., Amakawa, T., Goto, N., & Tsurumi, S. (2013). Auxin–ethylene interaction in the regulation of root growth. *Journal of Experimental Botany*, 64(5), 1251–1263. <https://doi.org/10.1093/jxb/ers402>
- Salim, A., Nugroho, D., & Pratama, R. (2022). Pengaruh Rootone-F terhadap pertumbuhan stek tanaman kopi. *Jurnal Agroindustri Tropika*, 7(1), 45–53.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (2013). *Plant physiology* (4th ed.). Wadsworth Publishing.
- Siregar, H., Lubis, A., & Simanjuntak, R. (2018). Kandungan hara daun lamtoro (*Leucaena leucocephala*) dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman. *Jurnal Tanah dan Iklim*, 42(2), 101–110.
- Swarup, R., Perry, P., Hagenbeek, D., Van Der Straeten, D., Beemster, G. T. S., Sandberg, G., & Bennett, M. J. (2007). Ethylene upregulates auxin biosynthesis in Arabidopsis seedlings to enhance inhibition of root cell elongation. *The Plant Cell*, 19(7), 2186–2196. <https://doi.org/10.1105/tpc.107.052100>

- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2015). *Plant physiology and development* (6th ed.). Sinauer Associates.
- Wijayanti, P. S., & Juandi, D. (2024). *Student statistical literacy as an initial study for Sekolah Siaga Kependudukan in Indonesia: A systematic literature review*. *Jurnal Paedagogy*, 11(2), 353–363. <https://doi.org/10.33394/jp.v11i2.9217>