

Effect of Gibberellin (GA3) Application on the Growth Rate of Hydroponic Alfalfa (*Medicago sativa L.*) Fodder

Sri Lestari & Ahimsa Kandi Sariri*

Program Studi Peternakan Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jombor, Kec. Bendosari, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57521 Indonesia;

Article History

Received : February 23th, 2026

Revised : May 27th, 2026

Accepted : June 09th, 2026

*Corresponding Author:

Ahimsa Kandi Sariri,
Program Studi Peternakan,
Fakultas Pertanian, Universitas
Veteran Bangun Nusantara
Sukoharjo, Indonesia;
Email:

Ahimsa.ks@gmail.com

Abstract: Feed is a major component in livestock production; however, the availability of forage is often constrained by limited land resources and seasonal fluctuations. A leguminous plant, alfalfa (*Medicago sativa L.*) is sometimes referred to as the "queen of forages" because of its abundant protein and great nutritional value. Forage production might be improved by using the plant growth regulator gibberellin (GA3). The purpose of this research was to find out how much of an impact GA3 has on the pace of growth of alfalfa fodder, taking into account factors like germination time, plant height, and biomass output (both fresh and dry weight). P0 (control group without GA3), P1 (GA3 150 ppm), and P2 (GA3 300 ppm) were the three treatments in this completely randomised design trial with four replications. Time to germination, plant height, fresh weight, and dry weight of alfalfa feed were some of the noted factors. The findings showed that out of the three treatments, P0 (21.25 hours), P2 (20.30 hours), and P1 (19.45 hours) had the quickest germination times. The highest plant height was recorded in P2 (4.24±1.99 cm), followed by P1 (3.79±1.83 cm) and P0 (3.09±1.90 cm). The highest fresh weight was also observed in P2 (24.75±1.89 g), while the highest dry weight was found in P0 (10.00±0.85%). Statistical analysis indicated that GA3 application had a significant effect on germination time but did not significantly affect plant height, fresh weight, and dry weight. It can be concluded that GA3 application effectively accelerates the germination of alfalfa; however, it does not significantly improve biomass production of alfalfa fodder.

Keywords: Biomass; Fodder; Forage; Gibberellin; Growth.

Pendahuluan

Pakan adalah komponen utama dalam usaha peternakan (khususnya ternak ruminansia) yang berperan sangat besar terhadap produktivitas ternak (Said, 2021). Biaya pakan untuk beternak bahkan dapat mencapai lebih dari 50% dari biaya produksi (Benoit dan Mottet, 2023). Maka dari itu, ketersediaan pakan dengan kandungan nutrisi yang berkualitas tinggi dengan harga yang terjangkau menjadi faktor penentu keberhasilan usaha peternakan (Khanal *et al.*, 2022). Ada pun beberapa tantangan yang dihadapi para peternak saat ini adalah keterbatasan dalam ketersediaan hijauan saat

musim kemarau tiba, minimnya lahan untuk penanaman hijauan pakan ternak dan juga fluktuasi beberapa bahan pakan konvensional seperti jagung, dedak dan bungkil kedelai (Andarwati *et al.*, 2024).

Peternak perlu melakukan inovasi baru dalam penyediaan sumber pakan alternatif yang kaya nutrisi dan dapat diproduksi dengan efisien guna mengatasi berbagai permasalahan tersebut (Vasavi *et al.*, 2025). Salah satu inovasi yang cocok dengan permasalahan tersebut yaitu dengan pembuatan *fodder* dengan sistem hidroponik. *Fodder* adalah istilah yang kerap digunakan untuk menyebut tanaman yang dibudidayakan khusus untuk sumber pakan hijauan ternak yang bernilai gizi

tinggi pada ternak (D. N. Singh et al., 2022). Alfalfa (*Medicago Sativa L*) merupakan tanaman legum (kacang-kacangan) yang dikenal sebagai “ratu hijauan” karena alfalfa kaya akan kandungan nutrisi seperti protein, vitamin A,C,E, dan juga mineral. Kandungan protein Alfalfa mencapai 20%, hal ini memperlihatkan alfalfa merupakan hijauan pakan sumber protein (Rihi dan Hambakodu, 2023). Hal ini selaras dengan pendapat (Appiah et al., 2024) yang menyebutkan Alfalfa (*Medicago Sativa L*) tanaman hijauan legum tahunan yang dibudidayakan secara luas karena tingkat produktivitasnya yang tinggi, daya adaptasi baik, karakteristik kualitas yang menguntungkan, dan serba guna.

Melalui *fodder* ini, biji alfalfa akan dikedambahkan dan dibiarkan tumbuh selama waktu perlakuan pada penelitian kali ini hingga menghasilkan hijauan yang mudah dicerna oleh ternak ruminansia maupun ternak non-ruminansia (T. Singh et al., 2018). Selain untuk meningkatkan nilai pencernaan dan kandungan nutrisi, metode *fodder* ini juga tidak membutuhkan lahan yang luas, dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa terganggu oleh perubahan iklim, serta lebih efisien dibandingkan dengan sisten konvensional. Sistem hidroponik adalah metode budidaya bertanam yang menggunakan air kaya akan nutrisi sebagai pengganti tanah, hal tersebut dapat mengurangi penggunaan lahan pertanian konvensional yang luas (Korsa et al., 2025). Menurut (Ngawit et al., 2020) sistem ini mampu meningkatkan efisiensi terhadap penanaman hijauan, karena hanya menggunakan air yang diberi nutrisi dan minim penggunaan lahan serta waktu panen yang lebih cepat. Hijauan pakan yang diproduksi menggunakan sistem hidroponik menghasilkan hijauan yang lebih bersih, bebas dari pestisida dan kontaminasi dari tanah (Abdula, 2022).

Produktivitas dari *fodder* Alfalfa sangat dipengaruhi beberapa faktor seperti lama pertumbuhan, kualitas air, media tanam, dan juga intensitas cahaya (Paul, 2019). Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Laia et al., 2024) menjelaskan bahwa penggunaan zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan salah satu faktor pendukung yang memberikan kontribusi dalam meningkatkan produktivitas pada *fodder* Alfalfa. Salah satu zat pengatur tumbuh yang

mampu meningkatkan daya berkecambah pada tanaman, yaitu Gibberellic Acid (GA3) (Rohman dan Taufika, 2024). Menurut pendapat (Ramadhanti, 2022) giberelin (GA3) mampu berperan dalam peningkatan beberapa bagian pada tanaman mulai dari hari pertama tumbuh/berkecambah, tinggi tanaman, berat segar serta berat kering. Maka dari itu, diperlukan penelitian tentang *fodder* Alfalfa ini untuk mengetahui laju pertumbuhan dari *fodder* Alfalfa yang diberi zat pengatur tumbuh dari Giberelin (GA3) dengan dosis yang berbeda. Hasil dari riset ini bisa menjadi dasar dalam penggunaannya sebagai hijauan pakan ternak yang kaya akan nutrisi, ekonomis dan berkelanjutan.

Riset ini diupayakan bisa memberikan informasi mengenai pengaruh pemberian Giberelin (GA3) kepada laju pertumbuhan seperti hari pertama tumbuh (berkecambah), tinggi tanaman, dan biomassa (bahan kering, bahan segar) dari *fodder* tersebut. Hasilnya dapat dimanfaatkan bagi para peternak sebagai acuan untuk formulasi pakan dan juga menjadi referensi bagi pengembangan teknologi hijauan pakan modern yang efisien dan tentunya ramah lingkungan.

Bahan dan Metode

Sistem *Hydroponic Fodder*

Hydroponic Fodder merupakan metode bertanam menggunakan media air serta kondisi lingkungan yang terkendali, tanpa menggunakan tanah (Hamidi et al., 2024). Metode pada sistem *hydroponic fodder* ini menggunakan biji-bijian yang diletakkan dalam rak ataupun nampan khusus, dan akan tumbuh menjadi hijau segar dalam jangka waktu yang ditentukan. Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi proses pada sistem ini mulai dari pencahayaan yang cukup, pertumbuhan yang bersih, pengaturan suhu dan kelembaban optimal. Hal ini disebabkan tidak adanya penggunaan bahan kimia maupun pestisida, hasilnya lebih ramah lingkungan dan aman bagi ternak.

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam riset ini adalah Giberelin (GA3) dan biji alfalfa (*Medicago Sativa L*) dengan berat pernampan 4 gram, maka total berat semua perlakuan adalah

64 gram. Biji alfalfa ditanam pada nampan plastik berukuran 23 cm x 18 cm x 4 cm tanpa media tanam seperti tanah, tisu atau kapas. Air matang digunakan sebagai media penyemprotan selama masa pertumbuhan. Peralatan pendukung yang digunakan seperti sparyer untuk penyiraman, penggaris untuk mengukur tinggi tanaman, timbangan digital untuk penimbangan berat segar dan berat kering, cawan dan oven pengering untuk analisis berat kering.

Metode Penelitian

Riset ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola searah dengan perlakuan perbedaan dosis giberelin (GA3) alfalfa hydroponic fodder, dengan 3 perlakuan perbedaan pemberian GA3, P0 tanpa diberi GA3 (kontrol), P1 dengan pemberian GA3 150 ppm, dan P2 dengan pemberian GA3 300 ppm. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali sehingga terdapat 12 sampel percobaan.

Prosedur Penelitian

Biji alfalfa direndam selama 24 jam sesuai dengan masing-masing perlakuan, P0 tanpa GA3, P1 diberi 150 ppm GA3, dan P2 diberi 300 ppm GA3. Kemudian ditiriskan dan ditempatkan pada nampan di tutup menggunakan kain serbet, hal ini untuk mempercepat proses perkecambahan. Setelah berkecambah kain serbet di buka agar tunas mendapatkan sinar matahari. Nampan diletakkan pada tempat teduh dengan pencahayaan alami, terlindungi dari air hujan dan sinar matahari langsung. Penyemprotan dilakukan 2 kali sehari atau jika kondisi dirasa terlalu kering dapat dilakukan lebih dari 2 kali, penyemprotan menggunakan sparyer hingga permukaan tanaman basah merata, namun tidak tergenang. Semua unit percobaan mendapatkan perlakuan yang sama dalam penyemprotan dan peletakkan, dan pemanenan dilakukan pada umur 7 hari.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati dalam riset ini meliputi:

Hari Pertama Tumbuh (Waktu Berkecambah)

Hari pertama tumbuh atau berkecambah diukur dengan mengamati semua unit percobaan, manakah perlakuan yang mengalami waktu perkecambahan paling cepat.

Tinggi Tanaman

Tinggi tanaman diukur menggunakan penggaris dalam satuan cm. Pengukuran dilakukan setiap hari dengan metode sampling sampai waktu panen yang telah ditentukan.

Berat Segar

Pengukuran berat segar fodder dalam satuan gram, dengan menimbang hasil panen menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0.01g.

Kandungan Bahan Kering

Pengukuran bahan kering dilakukan setelah proses pengeringan dengan menggunakan oven bersuhu 105°C selama 24 jam dalam satuan gram. Bahan kering ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0.01g, lalu di hitung menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Bahan Kering (\%)} = \left(\frac{\text{Berat Sampel Kering}}{\text{Berat Sampel Awal}} \right) \times 100\%$$

Keterangan:

Berat Sampel Awal : Berat bahan segar
Berat Sampel Kering : Berat bahan setelah dikeringkan dalam oven bersuhu 105°C selama 24 jam.

Analisis Data

Dampak terapi terhadap laju pertumbuhan akan ditentukan secara statistik dengan menganalisis data yang dikumpulkan menggunakan uji ANOVA. Kemudian, untuk memeriksa perubahan tingkat pengobatan yang signifikan, kami akan menjalankan pengujian lebih lanjut menggunakan DMRT dengan ambang batas signifikansi 5%. Perbandingan efikasi berbagai dosis Gibberellin (GA3) dalam meningkatkan laju pertumbuhan akan digunakan untuk menginterpretasikan temuan tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Hasil riset ini memperlihatkan setiap perlakuan memberikan respon yang berbeda terhadap parameter yang diamati. Data hasil penelitian secara lengkap tersaji dalam tabel 1.

Tabel 1. Data rerata perlakuan yang didapat selama penelitian

Parameter	Rerataan Perlakuan		
	P0	P1	P2
Hari Pertama Tumbuh	21.25±0.82 ^c	19.45±0.00 ^a	20.30±0.17 ^b
Tinggi Tanaman (cm)	3.10±0.37 ^a	3.79±0.14 ^b	4.24±0.20 ^c
Berat Segar (g)	22.50±4.79 ^a	23.25±3.50 ^a	24.75±1.89 ^a
Berat Kering (%)	10.00±0.85 ^a	9.95±1.29 ^a	9.55±1.02 ^a

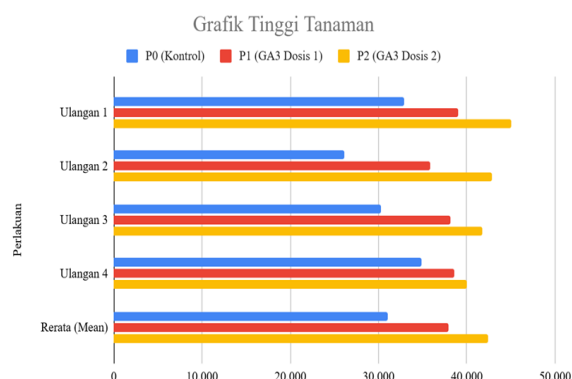
Hari Pertama Tumbuh (Berkecambah) Alfalfa *Hydroponic Fodder*

Hasil penelitian memperlihatkan pemberian GA3 berimplikasi sangat nyata atau ($P < 0,05$) kepada hari pertama tumbuh fodder alfalfa hidroponik. Terutama pada perlakuan P1 dengan rerata waktu berkecambah paling cepat yaitu 19.45 dibandingkan perlakuan P2 dengan waktu berkecambah 20.30 dan yang berkecambah paling terakhir P0 (kontrol) dengan waktu 21.25, hal ini membuktikan bahwa pemberian GA3 dengan dosis yang sesuai mempengaruhi waktu berkecambah suatu tanaman. Percepatan hari pertama tumbuh ini, disebabkan oleh peran fisiologis dari hormon giberelin (GA3) dimana hormon ini mempunyai fungsi merangsang enzim α -amilase pada jaringan aleuron, yang digunakan untuk menguraikan pati menjadi gula sederhana (Fatih *et al.*, 2025). Gula ini sebagai sumber energi pertumbuhan embrio, sehingga waktu berkecambah dapat muncul lebih cepat. (Murrinie *et al.*, 2021) menyebutkan giberelin mampu menambah elastisitas dinding sel serta merangsang pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga radikula lebih cepat menembus kulit biji. GA3 juga membantu mengatasi hambatan fisiologis dormansi, sehingga proses imbibisi dan metabolisme berlangsung lebih cepat.

Tinggi Tanaman Alfalfa *Hydroponic Fodder*

Hasil riset ini memperlihatkan pemberian Giberelin (GA3) berimplikasi nyata atau ($P < 0,05$) kepada tinggi tanaman fodder alfalfa hidroponik. Perlakuan P2 menghasilkan tinggi tanaman paling tinggi dengan nilai (4.24±0.20), sedangkan perlakuan P1 memiliki tinggi tanaman dengan nilai (3.79±0.14) dan yang terakhir P0 memiliki nilai tinggi tanaman paling rendah yaitu (3.10±0.37). (Suryani, 2023) berpendapat bahwa peningkatan tinggi tanaman akibat pemberian GA3 terjadi karena giberelin berperan dalam merangsang pemanjangan sel, merangsang sintesis enzim yang mendukung pertumbuhan

tanaman, dan GA3 mampu meningkatkan plastisitas dinding sel. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan senyawa organik dalam GA3 seperti gugus karboksil, gugus hidroksil dan cincin lakton jika cincin ini rusak GA3 akan kehilangan kemampuannya untuk merangsang pertumbuhan.



Gambar 1. Grafik Tinggi Tanaman

Gambar 1 mengindikasikan adanya hubungan positif antara aplikasi konsentrasi GA3 dengan ketinggian tanaman fodder alfalfa. Kenaikan paling signifikan terlihat pada perlakuan P2 (4,24 cm), yang jelas lebih tinggi dibandingkan P0 (3,10 cm). Ini memperlihatkan GA3 efisien dalam merangsang pertumbuhan sel pada ruas batang alfalfa dalam sistem hidroponik.

Berat Segar Alfalfa *Hydroponic Fodder*

Parameter berat segar berfungsi sebagai ukuran utama dalam menilai efektivitas pemberian Asam Gibberelat (GA3) kepada pertumbuhan fodder alfalfa yang ditanam dengan metode hidroponik. Berat segar dari tanaman menunjukkan jumlah air, nutrisi, dan hasil dari proses fotosintesis yang terakumulasi dalam jaringan selama fase pertumbuhan yang singkat (Xing *et al.*, 2022). Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Maharani *et al.*, 2018) terkait pemberian GA3 pada konsentrasi yang sesuai, diupayakan bisa meningkatkan mekanisme

fisiologis seperti peningkatan elastisitas dinding sel serta tekanan turgor, yang berinteraksi langsung dengan ketersediaan air dalam sistem hidroponik untuk memperbesar volume sel.

Hasil menganalisis memperlihatkan pemberian GA3 tidak berimplikasi nyata ($P>0,05$) kepada berat segar. Perbedaan dosis GA3 yang diberikan belum mampu menghasilkan perbedaan berat segar yang signifikan secara statistik, rerata berat segar perlakuan (P0, P1, dan P2) berada pada kelompok yang sama. Hal ini disebabkan umur panen fodder yang relatif singkat sehingga waktu pertumbuhan yang singkat belum cukup untuk menunjukkan perbedaan akumulasi biomassa akibat perlakuan GA3, dan hormon GA3 lebih berperan pada pemanjangan batang dan sel, bukan secara langsung meningkatkan pembentukan biomassa atau penambahan berat segar (Harwanto *et al.*, 2022). Oleh karena itu, meskipun pertumbuhan awal atau tinggi tanaman meningkat, hal tersebut belum tentu diikuti peningkatan berat segar yang signifikan.

Kandungan Bahan Kering Alfalfa Hydroponic Fodder

Hasil penelitian memperlihatkan pemberian GA3 tidak berimplikasi nyata terhadap berat kering fodder alfalfa hidroponik. Perbedaan dosis GA3 yang diberikan tidak menyebabkan perbedaan signifikan kepada akumulasi bahan kering tanaman, dilihat dari nilai rerata setiap perlakuan menunjukkan kecenderungan penurunan berat kering seiring peningkatan dosis GA3. Dengan nilai rerata P0 (10.00 ± 0.85), P1 (9.95 ± 1.29), dan P2 (9.55 ± 1.02). Hal ini dikarenakan berat kering menunjukkan jumlah biomassa hasil fotosintesis. Sedangkan GA3 tidak secara langsung meningkatkan laju fotosintesis atau akumulasi karbon, sehingga peningkatan pertumbuhan morfologis tidak selalu diikuti peningkatan berat kering. Dalam periode singkat pertumbuhan fodder (7–10 hari), penumpukan bahan kering sangat dipengaruhi oleh cadangan nutrisi dari endosperma biji serta mineral dari larutan gizi (Widiastuti *et al.*, 2021).

Penambahan GA3 hanya mempercepat redistribusi energi dari biji untuk perpanjangan struktur batang, tanpa menambah massa struktural yang baru seperti lignin atau selulosa dalam jumlah besar. (Rady *et al.*, 2021)

menjelaskan bahwa akibat dari penggunaan GA3 yaitu, terjadi efek pengenceran, di mana kadar air yang tinggi mendominasi total massa tanaman, sedangkan komponen penyusun bahan kering tetap relatif stabil.

Kesimpulan

Hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian Giberelin (GA3) pada sistem *hydroponic fodder* alfalfa (*Medicago sativa L.*) berimplikasi signifikan kepada percepatan waktu berkecambah dan tinggi tanaman, namun tidak memengaruhi yang signifikan kepada produksi biomassa, baik berat segar maupun berat kering. Perlakuan GA3 dosis 150 ppm (P1) menunjukkan waktu berkecambah tercepat, sedangkan dosis 300 ppm (P2) menghasilkan tinggi tanaman tertinggi. Meskipun demikian, peningkatan tinggi tanaman akibat aplikasi GA3 tidak diikuti oleh peningkatan akumulasi biomassa secara nyata. Hal ini mengindikasikan bahwa GA3 lebih berperan dalam merangsang aktivitas fisiologis awal seperti pemanjangan sel dan percepatan metabolisme perkecambahan, dibandingkan dalam meningkatkan pembentukan bahan kering atau total produksi biomassa dalam periode pertumbuhan yang relatif singkat. Dengan demikian, aplikasi GA3 efektif digunakan untuk mempercepat proses perkecambahan alfalfa pada sistem hidroponik, namun belum optimal dalam meningkatkan produktivitas biomassa pada umur panen 7 hari..

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang pertama penulis sampaikan kepada keluarga, dosen pembimbing dan teman-teman seperjuangan.

Referensi

- Abdula, A. H. (2022). Contribution of hydroponic feed for livestock production and productivity. *Science Frontiers*, 3(1), 1–7.
<https://doi.org/10.11648/j.sf.20220301.11>
- Andarwati, S., Sudaryatno, S., Haryadi, F. T., Santosa, K. A., Rafi'i, A., & Gunawan, G. (2024). Pemberdayaan Peternak di Kecamatan Playen melalui Pelatihan Pembuatan Silase untuk Ketahanan Pakan

- Berkelanjutan dalam Menghadapi Perubahan Iklim. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan Dan Pendidikan Vokasi Pertanian*, 5(1), 598–611. <https://doi.org/https://doi.org/10.47687/snp.pvp.v5i1.1142>
- Appiah, E. A., Balla-Kovács, A., Ocwa, A., Csajbók, J., & Kutasy, E. (2024). Enhancing alfalfa (*Medicago sativa* L.) productivity: Exploring the significance of potassium nutrition. *Agronomy*, 14(8), 1806. <https://doi.org/10.3390/agronomy14081806>
- Benoit, M., & Mottet, A. (2023). Energy scarcity and rising cost: towards a paradigm shift for livestock. *Agricultural Systems*, 205, 103585. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103585>
- Fatih, M. A., Daruwati, I., Sumbari, A. I., & Mustofa, N. (2025). PENGARUH UMUR PINDAH BIBIT PADA METODE SRI (THE SYSTEM OF RICE INTENSIFICATION) TERHADAP PERUBAHAN MORFOLOGI DAN FISILOGI BENIH PADI VARIETAS INPARI 49 (*Oryza sativa* L.). *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 9(2), 9–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.31289/agr.v9i2.13213>
- Hamidi, N., Wijatmiko, I., Usman, F., & Utomo, T. (2024). Implementasi Teknologi Green Fodder Sebagai Sumber Pakan Hijauan Yang Berkelanjutan Di Desa Arjosari, Kecamatan Kalipare, Kab. Malang. *TEKAD: Teknik Mengabdikan*, 3(1), 54–60. <https://doi.org/doi.org/10.21776>
- Harwanto, H., Bahrin, B., Putra, J. J., Hendarto, E., & Hidayat, N. (2022). Karakteristik Pertumbuhan Fodder Millet (*Panicum miliaceum*) secara Hidroponik dari Pengaruh Densitas Biji Tanam, Intensitas Cahaya dan Umur Panen. *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 22(1), 53–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.24198/jit.v22i1.36849>
- Khanal, P., Dhakal, R., Khanal, T., Pandey, D., Devkota, N. R., & Nielsen, M. O. (2022). Sustainable livestock production in Nepal: A focus on animal nutrition strategies. *Agriculture*, 12(5), 679. <https://doi.org/10.3390/agriculture12050679>
- Korsa, G., Ayele, A., Haile, S., & Alemu, D. (2025). Hydroponic Farming: Innovative Solutions for Sustainable and Modern Cultivation Technique. *Hydroponic Farming-A Modern Agriculture Technique*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1008336>
- Laia, R., Zulfida, I., & Jabat, Y. Y. L. B. (2024). Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh dan Pupuk Kandang Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.). *JURNAL AGROPLASMA*, 11(2), 397–408. <https://doi.org/https://doi.org/10.36987/agroplasma.v11i2.6267>
- Maharani, A., Suwirman, S., & Noli, Z. A. (2018). Pengaruh konsentrasi giberelin (GA3) terhadap pertumbuhan kailan (*Brassica oleracea* L. Var alboglabra) pada berbagai media tanam dengan hidroponik Wick System. *Jurnal Biologi Unand*, 6(2), 63–70. <https://doi.org/doi.org/10.25077>
- Murrinie, E. D., Sudjianto, U., & Maâ, K. (2021). Pengaruh giberelin terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan semai kawista (*Feronia Limonia* (L.) Swingle). *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 23(2), 183–191. <https://doi.org/doi.org/10.30595/agritech.v23i2.12614>
- Ngawit, I. K. N., Ernawati, N. M. L., & Farida, N. (2020). Peningkatan Produktivitas Petani Lahan Kering Melalui Optimalisasi Penerapan Sistem Usahatani Ekologis Terpadu Di Desa Akar-Akar Kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Abdi Insani*, 7(2), 211–224. [https://doi.org/https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v7i2.316file:///C:/Users/Windows10/Downloads/scholar\(20\).ris](https://doi.org/https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v7i2.316file:///C:/Users/Windows10/Downloads/scholar(20).ris)
- Paul, B. K. (2019). *At a crossroads: potential impacts and trade-offs of improved livestock feeding and forages in smallholder farming systems of East Africa*. Wageningen University and Research. <https://doi.org/10.18174/497381>
- Rady, M. M., Boriek, S. H. K., Abd El-Mageed, T. A., Seif El-Yazal, M. A., Ali, E. F.,

- Hassan, F. A. S., & Abdelkhalik, A. (2021). Exogenous gibberellic acid or dilute bee honey boosts drought stress tolerance in *Vicia faba* by rebalancing osmoprotectants, antioxidants, nutrients, and phytohormones. *Plants*, 10(4), 748. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/plants10040748>
- Ramadhanti, N. (2022). *Pengaruh Konsentrasi ZPT Organik Bawang Merah Dan POC Nasa Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Pepaya (Carica Papaya L.)*. Universitas Islam Riau. <https://repository.uir.ac.id/id/eprint/17191>
- Rihi, R. P., & Hambakodu, M. (2023). Pengaruh Pemberian Pupuk Bokashi Feses Ternak Kambing Terhadap Status Unsur Hara Makro dan Produksi Berat Bahan Kering Tanaman Alfalfa (*Medicago sativa L.*). *JURNAL PETERNAKAN SABANA*, 2(2), 80–87. <https://doi.org/https://doi.org/10.58300/jps.v2i2.569>
- Rohman, F. A., & Taufika, R. (2024). Pengaruh Perendaman Zat Pengatur Tumbuh Giberelin (GA3) pada Perkecambahan Benih Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) Varietas S795. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 12(1), 11–18. <https://doi.org/10.25181/jaip.v12i1.3327>
- Said, M. I. (2021). The role of the livestock farming industry in supporting the global agricultural industry. *Agricultural Development in Asia—Potential Use of Nano-Materials and Nano-Technology*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.101134>
- Singh, D. N., Bohra, J. S., Tyagi, V., Singh, T., Banjara, T. R., & Gupta, G. (2022). A review of India's fodder production status and opportunities. *Grass and Forage Science*, 77(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/gfs.12561>
- Singh, T., Ramakrishnan, S., Mahanta, S. K., Tyagi, V. C., & Roy, A. K. (2018). Tropical forage legumes in India: status and scope for sustaining livestock production. *Forage Groups*, 2, 166. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.81186>
- Suryani, S. (2023). Pengaruh Pemberian Asam Giberelat (GA3) Pada Produksi Rumput Gajah. *AGROTEKSOS*, 33(1), 129–138. <https://doi.org/https://doi.org/10.29303/agroteksos.v33i1.800>
- Vasavi, S., Anandaraja, N., Murugan, P. P., Latha, M. R., & Selvi, R. P. (2025). Challenges and strategies of resource poor farmers in adoption of innovative farming technologies: A comprehensive review. *Agricultural Systems*, 227, 104355. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agsy.2025.104355>
- Widiastuti, S., Rahayu, T. P., & Septian, M. H. (2021). Pengaruh umur panen yang berbeda terhadap produksi dan kandungan bahan kering serta protein kasar sorghum green fodder hydroponic. *JITP*, 9(2), 64–68. <https://doi.org/doi.org/10.20956/jitp.v9i2.14314>
- Xing, D., Mao, R., Li, Z., Wu, Y., Qin, X., & Fu, W. (2022). Leaf intracellular water transport rate based on physiological impedance: A possible role of leaf internal retained water in photosynthesis and growth of tomatoes. *Frontiers in Plant Science*, 13, 845628. <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpls.2022.845628>