

PERKEMBANGAN BIAKAN SECARA VEGETATIF

Nabila Aulia Ramadhani¹⁾, Siti Nurainun²⁾ Fiza Ikramullah Lubis³⁾ Nurul Hasanah⁴⁾,

¹STKIP AL Maksum Langkat, Stabat, Indonesia

²STKIP AL Maksum Langkat, Stabat, Indonesia

³STKIP AL Maksum Langkat, Stabat, Indonesia

⁴STKIP AL Maksum Langkat, Stabat, Indonesia

*billa77709@gmail.com¹⁾, sitinurainun0226@gmail.com²⁾,
fizaikramullahlubis09@gmail.com³⁾, nh8623032@gmail.com⁴⁾*

Abstract

Vegetative propagation is a method of asexual reproduction in plants that allows the propagation of new individuals that are genetically identical to their parents, without the involvement of gametes or seeds. This study aims to explore the concepts, types, applications, advantages, and challenges of vegetative propagation as a method of plant reproduction that does not involve gamete fusion. Using a literature review approach, two main categories are examined: natural vegetative propagation (rhizomes, stolons, tubers, bulbs, root tubers, adventitious buds, and bulbils) and artificial methods (cuttings, layering, grafting, budding, and tissue culture). Each technique offers advantages in accelerating growth, preserving superior genetic traits, and propagating plants that are difficult to reproduce sexually. The application of vegetative propagation is essential in modern agriculture, horticulture, conservation of rare species, and the development of disease-resistant varieties. However, limitations such as genetic uniformity, risk of systemic disease transmission, and high initial costs—especially in advanced techniques like tissue culture—must be considered. Therefore, selecting an appropriate method should align with cultivation goals and resource availability to support sustainable agriculture.

Keywords: *Vegetative propagation, plant multiplication, agriculture, tissue culture, plant cloning, horticulture*

Abstrak

Biakan vegetatif merupakan metode reproduksi aseksual pada tumbuhan yang memungkinkan perbanyakan individu baru secara genetik identik dengan induknya, tanpa keterlibatan gamet atau biji. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji konsep, jenis, aplikasi, serta kelebihan dan tantangan biakan vegetatif sebagai metode perbanyakan tanaman tanpa melibatkan peleburan gamet. Dengan pendekatan studi pustaka, ditelaah dua kategori utama: biakan vegetatif alami (rizoma, stolon, umbi batang, umbi lapis, umbi akar, kuncup adventif, dan bulbil) serta buatan (stek, cangkok, okulasi, sambung pucuk, runduk, dan kultur jaringan). Setiap teknik memiliki keunggulan dalam mempercepat pertumbuhan, mempertahankan sifat genetik unggul, dan memperbanyak tanaman yang sulit berkembang biak secara generatif. Aplikasi biakan vegetatif terbukti penting dalam pertanian modern, hortikultura, konservasi tanaman langka, dan pengembangan varietas tahan penyakit. Namun, keterbatasan seperti homogenitas genetik, risiko penyakit sistemik, dan biaya tinggi pada teknik lanjutan juga menjadi perhatian. Oleh karena itu, pemilihan metode harus disesuaikan dengan tujuan budidaya dan sumber daya yang tersedia untuk mendukung pertanian berkelanjutan.

Keyword: Biakan vegetatif, perbanyakan tanaman, pertanian, kultur jaringan, kloning tanaman, hortikultura.

I. PENDAHULUAN

Biakan vegetatif merupakan bagian penting dari sistem reproduksi tumbuhan yang memungkinkan perbanyakan individu baru tanpa keterlibatan gamet. Proses ini menjadi signifikan tidak hanya secara biologis, tetapi juga praktis dalam dunia pertanian dan hortikultura. Permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini berkaitan dengan efektivitas metode biakan vegetatif dalam menjaga kualitas genetik tanaman, serta efisiensinya dalam produksi massal. Dalam konteks produksi pangan global, metode ini berperan penting dalam mempertahankan stabilitas hasil dan mempercepat reproduksi tanaman unggul, khususnya dalam skala komersial dan konservasi sumber daya genetik (Scherf and Pilling 2015). Permasalahan lain yang juga mencuat adalah terbatasnya variasi genetik akibat reproduksi klonal, yang dapat meningkatkan kerentanan tanaman terhadap perubahan lingkungan dan patogen.

Hubungan antara tema biakan vegetatif dan perkembangan teknologi agrikultur semakin menguat dalam dua dekade terakhir. Biakan vegetatif dianggap lebih efisien karena memungkinkan petani untuk menggandakan tanaman yang memiliki sifat unggul, seperti ketahanan terhadap penyakit atau kualitas hasil panen yang konsisten. Dalam praktiknya, metode-metode seperti stek, cangkok, dan okulasi telah digunakan secara luas dalam pembibitan tanaman hortikultura, sementara teknik kultur jaringan memperluas kemungkinan untuk propagasi tanaman skala besar dan bersih dari patogen (George, Hall, and De Klerk 2007). Oleh karena itu, metode vegetatif menjadi kunci dalam produksi pertanian berkelanjutan dan konservasi varietas tanaman lokal maupun unggul.

Perbedaan antara biakan vegetatif alami dan buatan juga penting untuk dipahami dalam konteks aplikatif dan ekologis. Secara alami, tumbuhan berkembang biak melalui organ vegetatif seperti stolon, rizoma, atau tunas adventif. Sementara itu, manusia telah mengembangkan metode buatan seperti okulasi dan stek batang yang dapat diterapkan pada tanaman yang tidak mampu berkembang secara vegetatif alami atau memerlukan perbanyakan yang lebih cepat dan terarah (Hare 1969). Teknik ini telah digunakan dalam skala industri, contohnya pada produksi pisang, tebu, kentang, dan berbagai tanaman hortikultura lainnya. Setiap metode memiliki kelebihan dan keterbatasan dalam hal biaya, waktu, keberhasilan perakaran, dan ketahanan tanaman hasil propagasi.

Penelitian ini didasari oleh teori totipotensi sel tumbuhan, yakni kemampuan setiap sel tumbuhan untuk berkembang menjadi individu utuh dalam kondisi lingkungan dan perlakuan yang sesuai. Teori ini pertama kali dibuktikan melalui eksperimen kultur jaringan oleh Steward et al. (1958), yang menunjukkan bahwa sel-sel tanaman wortel yang dikultur dalam medium tertentu mampu tumbuh menjadi individu baru. Pemahaman ini menjadi dasar dari teknik kultur jaringan yang kini menjadi bagian integral dalam bioteknologi tanaman modern. Medium kultur jaringan yang umum digunakan adalah medium Murashige dan Skoog (MS), yang dirancang secara khusus untuk mendukung pertumbuhan cepat dan stabil dari eksplan tanaman (Murashige and Skoog 1962).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara kritis berbagai metode biakan vegetatif, baik alami maupun buatan, serta mengevaluasi potensi aplikatifnya dalam bidang pertanian dan konservasi. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mendeskripsikan kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dari aspek biologi, ekonomi, dan teknologi. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat ditemukan model perbanyakan tanaman yang efektif dan sesuai

dengan kondisi pertanian modern, terutama dalam menjawab tantangan seperti krisis pangan, perubahan iklim, dan degradasi lahan.

Penelitian terdahulu telah banyak membahas teknik perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan maupun metode vegetatif konvensional. George et al. (2007) secara mendalam menjelaskan latar belakang fisiologis dan teknis dari perbanyakan tanaman menggunakan jaringan tanaman. Pence (2011) menyoroti aspek efisiensi dan biaya dalam produksi tanaman langka melalui metode *in vitro*. Sementara itu, Raven sebagaimana diulas oleh Chaffey (2014), memberikan pemahaman biologis mengenai organ-organ reproduksi vegetatif dan peranannya dalam siklus hidup tumbuhan. Meski begitu, masih sedikit kajian yang secara komprehensif membandingkan berbagai metode biakan vegetatif dengan pendekatan integratif antara teori, teknologi, dan praktik lapangan.

Berdasarkan literatur yang tersedia, dapat diajukan argumen sementara bahwa biakan vegetatif merupakan strategi perbanyakan tanaman yang paling relevan dengan tuntutan pertanian modern, namun belum sepenuhnya optimal dalam aspek keberagaman genetik dan keberlanjutan ekologis. Teknik ini sangat menguntungkan dari sisi efisiensi produksi dan kestabilan genetik, namun juga membawa tantangan berupa homogenitas populasi tanaman yang rawan terhadap wabah penyakit atau perubahan iklim (Kumar, Mishra, and Mishra 2016). Oleh karena itu, pengembangan metode biakan vegetatif ke depan perlu mempertimbangkan keseimbangan antara efisiensi produksi dan keragaman hayati yang berkelanjutan.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan library research atau studi pustaka, yaitu dengan menelaah dan menganalisis berbagai sumber literatur yang relevan terkait perkembangan biakan vegetatif pada tumbuhan. Sumber yang digunakan meliputi buku-buku ilmiah, artikel jurnal, laporan penelitian terdahulu, serta dokumen resmi dari lembaga internasional seperti FAO. Analisis dilakukan secara deskriptif-kualitatif dengan fokus pada identifikasi konsep, klasifikasi jenis biakan vegetatif (alami dan buatan), serta evaluasi kelebihan, kekurangan, dan aplikasinya dalam pertanian modern. Tujuan dari metode ini adalah untuk menyusun sintesis teoretis yang komprehensif berdasarkan pemikiran dan temuan para ahli di bidang fisiologi tumbuhan dan bioteknologi tanaman.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Konsep Dasar Reproduksi Vegetatif

Reproduksi vegetatif merupakan bentuk perbanyakan tumbuhan yang terjadi tanpa melalui proses peleburan gamet atau fertilisasi, sehingga tidak melibatkan pembentukan biji sebagai sarana reproduksi. Metode ini menghasilkan keturunan yang secara genetik identik dengan induknya, atau disebut juga sebagai klon (Lack & Evans, 2021). Biakan vegetatif dapat terjadi secara alami maupun melalui intervensi manusia, dan sangat bergantung pada aktivitas sel-sel meristematik yang memiliki kemampuan totipotensi, yaitu kemampuan untuk berdiferensiasi dan berkembang menjadi individu lengkap dalam kondisi lingkungan yang sesuai (Stewart Jr 2025). Dalam konteks ini, biakan vegetatif menjadi sangat penting karena efisiensinya dalam mempertahankan sifat unggul tanaman secara stabil dan seragam antar generasi.

Secara genetik, biakan vegetatif memfasilitasi pewarisan sifat secara langsung dari induk ke keturunan tanpa perubahan kombinasi genetik, yang merupakan keuntungan besar dalam sistem produksi tanaman hortikultura dan konservasi varietas lokal. Stewart Jr (2025) menekankan bahwa proses ini didukung oleh ekspresi gen tertentu yang mengatur pembelahan dan diferensiasi sel dalam jaringan meristem. Selain itu, hormon tumbuhan dan senyawa kimia seperti hidrogen peroksida dan nitrat oksida juga berperan dalam pembentukan akar adventif, yang merupakan komponen penting dalam biakan vegetatif buatan seperti stek (Roussos 2023).

Literatur lainnya juga menyatakan bahwa kemampuan regeneratif pada tumbuhan berasal dari fleksibilitas fisiologis dan plastisitas genetik jaringan tumbuhan, terutama yang terdapat di zona meristem (Lack and Evans 2021). Dalam praktik pertanian, teknik biakan vegetatif telah diterapkan sebagai cara untuk meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman secara konsisten. Menurut Awotedu et al. (2021), metode ini memungkinkan efisiensi produksi yang tinggi, terutama pada tanaman yang sulit berkembang biak melalui biji atau memiliki siklus hidup panjang. Oleh karena itu, pemahaman terhadap konsep dasar reproduksi vegetatif sangat penting sebagai landasan dalam mengembangkan metode perbanyakan tanaman yang tepat, efisien, dan aplikatif.

B. Jenis-jenis Biakan Vegetatif Alami

Biakan vegetatif alami merupakan metode perbanyakan yang terjadi tanpa campur tangan manusia, memanfaatkan organ atau jaringan tumbuhan yang secara alami memiliki kemampuan untuk menghasilkan individu baru. Jenis-jenis utama biakan vegetatif alami antara lain rizoma, stolon, umbi lapis, umbi batang, umbi akar, kuncup adventif, dan bulbil.

Rizoma merupakan batang bawah tanah yang tumbuh mendatar dan menghasilkan tunas-tunas baru, seperti pada jahe dan kunyit. Stolon, mirip dengan rizoma namun tumbuh di atas permukaan tanah atau sedikit di bawah permukaan, ditemukan pada tanaman stroberi. Umbi lapis seperti pada bawang merah terdiri atas lapisan-lapisan daun berdaging yang menyimpan cadangan makanan. Umbi batang, seperti pada kentang, adalah modifikasi batang yang menyimpan nutrisi dan dapat menumbuhkan tunas mata. Umbi akar terbentuk dari akar yang mengalami pembengkakan, seperti pada dahlia. Sementara itu, kuncup adventif adalah tunas yang tumbuh pada bagian tumbuhan yang tidak biasa, seperti daun atau akar, contohnya pada tanaman cocor bebek. Bulbil merupakan tunas kecil yang berkembang pada ketiak daun atau batang, seperti pada tanaman suweg dan bawang putih liar (Awotedu et al. 2021; Lack and Evans 2021).

Metode alami ini menunjukkan kemampuan adaptif tumbuhan dalam memperluas wilayah hidupnya dan bertahan di lingkungan yang tidak selalu mendukung reproduksi generatif. Proses ini secara genetik tetap menghasilkan keturunan identik, dan mencerminkan strategi kelangsungan hidup spesies dalam kondisi ekologi tertentu.

Jenis-jenis Biakan Vegetatif Buatan

1. Stek

Stek merupakan metode biakan vegetatif buatan dengan cara memotong bagian tanaman seperti batang, daun, atau akar, lalu menanamnya di media tanam

yang sesuai untuk membentuk akar dan tumbuh menjadi tanaman baru. Teknik ini banyak digunakan karena sederhana, murah, dan efektif untuk memperbanyak tanaman seperti mawar (stek batang) dan sansevieria (stek daun). Pembentukan akar adventif pada stek dipengaruhi oleh aktivitas fisiologis hormon auksin, serta sinyal molekuler seperti hidrogen peroksida dan nitric oxide (Awotedu et al. 2021; Roussos 2023).

2. Cangkok

Cangkok dilakukan dengan cara mengupas kulit batang tanaman induk, lalu membungkus bagian tersebut dengan media tanam lembap hingga akar tumbuh. Setelah akar terbentuk, cabang dipotong dan ditanam sebagai individu baru. Teknik ini sering diterapkan pada tanaman berkayu seperti mangga dan jambu karena tingkat keberhasilannya tinggi dalam menghasilkan tanaman yang cepat berbuah (Ak, Hatipoglu, and Dikmetas 2021).

3. Okulasi (Menempel)

Okulasi adalah teknik menempelkan mata tunas dari tanaman unggul ke batang bawah tanaman lain. Tujuannya untuk menggabungkan sifat baik dari kedua tanaman: misalnya ketahanan batang bawah dan kualitas buah dari mata tunas. Metode ini umum pada tanaman buah seperti jeruk dan durian, dan sangat penting dalam manajemen pohon buah jangka panjang (Rangare et al. 2024).

4. Sambung Pucuk (Grafting)

Sambung pucuk dilakukan dengan menggabungkan batang atas (entres) dari satu tanaman dengan batang bawah (understock) dari tanaman lain. Tujuan utamanya adalah meningkatkan kualitas hasil panen, mempercepat produksi, atau meningkatkan ketahanan terhadap penyakit dan cekaman lingkungan. Teknik ini efektif pada alpukat, kopi, dan apel (Kyriacou, Colla, and Roupheal 2020).

5. Runduk

Runduk adalah metode vegetatif buatan dengan membengkokkan cabang tanaman ke tanah, menutupinya sebagian dengan tanah hingga akar tumbuh, lalu memisahkannya dari induk. Teknik ini sederhana dan umum digunakan pada tanaman perdu seperti markisa atau anggur. Keunggulannya adalah tingkat keberhasilan tinggi karena cabang tetap mendapat suplai dari induk selama proses perakaran (Awotedu et al. 2021).

6. Kultur Jaringan

Kultur jaringan adalah teknik perbanyakan tanaman secara in vitro dari bagian kecil tanaman (eksplan) dalam kondisi steril dan dikontrol. Eksplan ditanam dalam medium kaya nutrisi seperti medium Murashige dan Skoog untuk menumbuhkan tunas dan akar. Prinsip utama dari teknik ini adalah totipotensi, yaitu kemampuan sel tumbuhan untuk membentuk individu lengkap. Kultur jaringan memungkinkan produksi bibit unggul dalam jumlah besar, cepat, dan bebas penyakit. Tanaman seperti anggrek, pisang, kelapa sawit, dan blueberry telah berhasil dikembangkan melalui metode ini (Stewart Jr 2025).

C. Aplikasi dan Implikasi Biakan Vegetatif

1. Aplikasi dalam Pertanian dan Hortikultura

Biakan vegetatif memiliki kontribusi signifikan dalam sektor pertanian dan hortikultura, terutama dalam mempercepat produksi tanaman secara massal. Salah satu aplikasinya adalah produksi bibit tanaman yang seragam dan berkualitas tinggi, yang sangat penting untuk menjaga keseragaman sifat varietas unggul (Lal et al. 2023). Teknik ini juga dapat mempercepat masa panen pada tanaman buah karena tidak perlu menunggu fase juvenil seperti pada tanaman hasil perbanyakan generatif (Ak et al., 2021).

Selain itu, biakan vegetatif memungkinkan pelestarian sifat-sifat unggul tanaman melalui teknik kloning, sehingga keturunan yang dihasilkan memiliki kesamaan genetik dengan induknya (Bharat et al. 2024; Stewart Jr 2025). Dalam hal ini, penggunaan batang bawah yang tahan terhadap hama dan penyakit juga menjadi strategi penting untuk meningkatkan ketahanan tanaman (Kyriacou et al. 2020; Rangare et al. 2024).

Teknologi ini juga berperan dalam konservasi tanaman langka atau endemik, khususnya melalui kultur jaringan, yang memungkinkan perbanyakan tanaman dalam jumlah besar dalam waktu singkat dan bebas dari kontaminasi (Rai and Mishra 2023). Sebagai contoh, program pengembangan bibit pisang Cavendish bebas penyakit melalui kultur jaringan di Indonesia menjadi bukti nyata efektivitas metode ini dalam skala industri (Aisyah, L., & Mukhtar 2020). Selain itu, aspek keberlanjutan dan dinamika pasar bibit hasil perbanyakan vegetatif juga mulai diperhatikan dalam konteks hortikultura global (Havardi-Burger, Mempel, and Bitsch 2020).

2. Kelebihan Biakan Vegetatif

Biakan vegetatif memiliki sejumlah kelebihan dibandingkan metode generatif. Salah satunya adalah kemampuan untuk menghasilkan tanaman dewasa dalam waktu lebih singkat, yang berdampak langsung pada efisiensi produksi (Awotedu et al. 2021; Rangare et al. 2024). Karena tidak melibatkan proses penyerbukan dan pembentukan biji, metode ini juga sangat berguna bagi tanaman yang memiliki kendala dalam reproduksi generatif (Lack and Evans 2021; Rai and Mishra 2023).

Lebih lanjut, sifat keturunan yang identik dengan induk menjadi nilai tambah dalam mempertahankan kualitas hasil panen (Stewart Jr 2025). Hal ini sangat penting dalam sistem pertanian modern yang menuntut konsistensi produk, baik dari segi morfologi maupun kualitas hasil.

3. Kekurangan dan Tantangan Biakan Vegetatif

Meskipun memiliki banyak kelebihan, biakan vegetatif juga tidak lepas dari berbagai tantangan. Salah satu isu utama adalah kurangnya variasi genetik pada tanaman hasil perbanyakan vegetatif, yang menyebabkan kerentanan tinggi terhadap penyakit dan perubahan lingkungan (Bharat et al. 2024; Kema et al. 2021). Ketika induk terinfeksi penyakit sistemik, risiko penularan kepada seluruh keturunannya sangat tinggi (Flint et al. 2020).

Ketahanan terhadap kondisi lingkungan ekstrem juga seringkali rendah jika tidak disertai dengan pemilihan batang bawah yang tepat. Dalam konteks ini, teknik sambung (*grafting*) menjadi solusi untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman biotik dan abiotik (Kyriacou et al. 2020).

Selain itu, biaya awal yang tinggi, terutama dalam kultur jaringan, menjadi

tantangan tersendiri dalam adopsi teknologi ini oleh petani skala kecil. Proses kultur jaringan memerlukan fasilitas steril, media tumbuh khusus, dan tenaga terlatih (Abdalla et al. 2022). Masalah fisiologis seperti browning pada eksplan juga sering terjadi dan memerlukan penanganan khusus (Amente and Chimdessa 2021).

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, dapat disimpulkan bahwa biakan vegetatif, baik alami maupun buatan, merupakan strategi penting dalam reproduksi tanaman karena mampu menghasilkan individu baru secara cepat, seragam, dan identik dengan induknya tanpa melalui proses seksual. Metode ini memiliki berbagai aplikasi signifikan di bidang pertanian dan hortikultura, termasuk dalam produksi bibit unggul, percepatan panen, pelestarian sifat genetik, serta restorasi tanaman langka. Meskipun demikian, biakan vegetatif juga menghadapi tantangan seperti rendahnya variasi genetik dan potensi penyebaran penyakit dari induk ke keturunan, sehingga penggunaannya perlu diimbangi dengan teknik manajemen dan pengawasan yang tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdalla, Neama, Hassan El-Ramady, Mayada K. Seliem, Mohammed E. El-Mahrouk, Naglaa Taha, Yousry Bayoumi, Tarek A. Shalaby, and Judit Dobránszki. 2022. "An Academic and Technical Overview on Plant Micropropagation Challenges." *Horticulturae* 8(8):677.
- Aisyah, L., & Mukhtar, S. 2020. "Faktor Penentu Akreditasi Sekolah: Tinjauan Dari Perspektif Manajemen Pendidikan." *Jurnal Pendidikan Islam* 2(13):210–25.
- Ak, Bekir Erol, I. H. Hatipoglu, and B. Dikmetas. 2021. "Propagation of Fruit Trees." Pp. 55–92 in *Recent Headways in Pomology (Edited by: M. Pakyurek) Chapter 3*. IntechOpen.
- Amente, Gerema, and Emiru Chimdessa. 2021. "Control of Browning in Plant Tissue Culture: A Review." *Journal of Scientific Agriculture* 5(1):67–71.
- Awotedu, B. F., T. O. Omolola, A. O. Akala, O. L. Awotedu, and S. O. Olaoti-Laaro. 2021. "Vegetative Propagation: A Unique Technique of Improving Plants Growth." *World News of Natural Sciences* 35:83–101.
- Bharat, Reddy A., Shetgaonkar Pundalik Prathmesh, Fatma Sarsu, and Penna Suprasanna. 2024. "Induced Mutagenesis Using Gamma Rays: Biological Features and Applications in Crop Improvement." *OBM Genetics* 8(2):1–27.
- Flint, S. Jane, Vincent R. Racaniello, Glenn F. Rall, Theodora Hatzioannou, and Anna Marie Skalka. 2020. *Principles of Virology, Volume 2: Pathogenesis and Control*. Vol. 2. John Wiley & Sons.
- George, Edwin F., Michael A. Hall, and Geert-Jan De Klerk. 2007. *Plant Propagation by Tissue Culture: Volume 1. the Background*. Vol. 1. Springer Science & Business Media.
- Hare, Robert C. 1969. "Plant Propagation Principles and Practices." *Forest Science* 15(2):196–97.
- Havardi-Burger, Nirit, Heike Mempel, and Vera Bitsch. 2020. "Sustainability Challenges and Innovations in the Value Chain of Flowering Potted Plants for the German Market." *Sustainability* 12(5):1905.
- Kema, Gert H. J., André Drenth, Miguel Dita, Kees Jansen, Sietze Vellema, and

- Jetse J. Stoorvogel. 2021. "Fusarium Wilt of Banana, a Recurring Threat to Global Banana Production." *Frontiers in Plant Science* 11:628888.
- Kumar, Shailesh, Sweta Mishra, and A. P. Mishra. 2016. *Plant Tissue Culture: Theory and Techniques*. Scientific Publishers.
- Kyriacou, Marios C., Giuseppe Colla, and Youssef Roupael. 2020. "Grafting as a Sustainable Means for Securing Yield Stability and Quality in Vegetable Crops." *Agronomy* 10(12):1945.
- Lack, Andrew, and David Evans. 2021. *BIOS Instant Notes in Plant Biology*. Taylor & Francis.
- Lal, Manmohan, Mahital Jamwal, Yachna Sood, Parshant Bakshi, Nirmal Sharma, Sakshi Sharma, and Sanjay Kumar. 2023. "Micropropagation of Fruit Crops: A Review." *Plant Science Today* 10(1):108–17.
- Murashige, Toshio, and Folke Skoog. 1962. "A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures." *Physiologia Plantarum* 15(3):473–97.
- Rai, S. C., and P. K. Mishra. 2023. "Traditional Ecological Knowledge and Resource Management: A Conceptual Framework." Pp. 1–11 in *Traditional Ecological Knowledge of Resource Management in Asia*. Delhi School of Economics, University of Delhi, Delhi, 110007, India: Springer International Publishing.
- Rangare, N., Vijay Bagare, Ratnesh Kumar, Keshav Prasad Kurmi, Jagrati Upadhyay, Sayan Chowdhury, Vijya Nand Pathak, and Rohit Kumar. 2024. "Rootstock Importance in Fruit Crops: A Comprehensive Review." *Afr. J. Biomed. Res* 27:1380–86.
- Roussos, Peter Anargyrou. 2023. "Adventitious Root Formation in Plants: The Implication of Hydrogen Peroxide and Nitric Oxide." *Antioxidants* 12(4):862.
- Scherf, Beate, and Dafydd Pilling. 2015. *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*. FAO;
- Stewart Jr, C. Neal. 2025. *Plant Biotechnology and Genetics: Principles, Techniques, and Applications*. edited by C. N. Stewart Jr. John Wiley & Sons.