

Penguatan Kompetensi Guru Biologi Melalui Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan Di Kabupaten Tanggamus, Lampung

Endang Nurcahyani^{1*}, Sumardi¹, Yulianty¹, Dewi Sulistyawati²

¹Fakultas MIPA, Jurusan Biologi, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

²Fakultas Ilmu Kesehatan, Program Studi D3 Analis Kesehatan, Universitas Setia Budi, Surakarta, Indonesia

Email: ^{1*}endang.nurcahyani@fmipa.unila.ac.id, ¹Sumardi.1965@fmipa.unila.ac.id,

¹yulianty.1965@fmipa.unila.ac.id, ²dewi.s@setiabudi.ac.id

(* : coresponding author)

Abstrak – Kompetensi guru Biologi dalam memanfaatkan laboratorium sebagai sarana pembelajaran merupakan faktor penting dalam mendukung pengembangan keterampilan ilmiah peserta didik. Namun, pemanfaatan teknik kultur jaringan tumbuhan sebagai salah satu materi praktikum bioteknologi masih belum banyak diterapkan di tingkat sekolah menengah. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memperkuat kompetensi guru Biologi SMA melalui pelatihan teknik kultur jaringan tumbuhan di SMAN 1 Wonosobo, Kabupaten Tanggamus, Lampung. Kegiatan dilaksanakan dalam bentuk penyampaian materi, demonstrasi, praktik kultur jaringan, serta evaluasi menggunakan pre-test dan post-test untuk mengukur peningkatan pemahaman peserta. Materi pelatihan meliputi prinsip dasar kultur jaringan, teknik sterilisasi, pembuatan media kultur, penanaman eksplan, subkultur, dan pemeliharaan planlet. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata tingkat pengetahuan peserta meningkat dari 39,8% sebelum pelatihan menjadi 88,0% setelah pelatihan, dengan peningkatan sebesar 48,2 poin persentase. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pelatihan efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru mengenai teknik kultur jaringan tumbuhan. Peningkatan kompetensi ini diharapkan dapat mendukung implementasi pembelajaran biologi berbasis praktikum serta mendorong pengembangan keterampilan ilmiah peserta didik di sekolah.

Kata kunci: Guru Biologi; Kultur Jaringan Tumbuhan; Kompetensi; Pelatihan; Pembelajaran Berbasis Praktikum.

Abstract – Biology teachers' competence in utilizing laboratory facilities as learning media plays an important role in developing students' scientific skills. However, the application of plant tissue culture techniques as a practical component of biotechnology learning is still limited in many secondary schools. This community service program aimed to strengthen the competence of senior high school Biology teachers through plant tissue culture training conducted at SMAN 1 Wonosobo, Tanggamus Regency, Lampung. The program consisted of lectures, demonstrations, hands-on laboratory practice, and learning evaluation using pre-test and post-test assessments. The training materials covered the basic principles of plant tissue culture, sterilization techniques, culture media preparation, explant inoculation, subculturing, and plantlet maintenance. The evaluation results showed that the participants' average knowledge score increased from 39.8% before the training to 88.0% after the training, representing an improvement of 48.2 percentage points. These findings indicate that the training program was effective in enhancing teachers' knowledge and practical skills in plant tissue culture techniques. The improved competence is expected to support the implementation of laboratory-based biology learning and promote the development of students' scientific skills in secondary schools.

Keywords: Biology Teachers; Laboratory-Based Learning; Plant Tissue Culture; Teacher Competence; Training.

1. PENDAHULUAN

Guru merupakan tenaga profesional yang memiliki peran strategis dalam meningkatkan mutu pendidikan. Sebagaimana diamanatkan dalam Undang-Undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen, guru dituntut untuk terus mengembangkan kompetensi pedagogik, profesional, kepribadian, dan sosial secara berkelanjutan. Khusus bagi guru sains, termasuk Biologi, pengembangan profesional tidak hanya berkaitan dengan penguasaan materi pembelajaran, tetapi juga kemampuan menerapkan pembelajaran berbasis praktikum dan inkuiri yang mampu mengembangkan keterampilan ilmiah peserta didik (Rustaman, 2005; Liu, Liu, & Wang, 2015). Namun demikian, pembelajaran Biologi di sekolah masih didominasi oleh penyampaian materi secara teoritis, sedangkan pemanfaatan laboratorium sebagai sarana pembelajaran belum dilakukan secara optimal.

Salah satu materi bioteknologi yang memiliki potensi besar untuk diterapkan dalam pembelajaran Biologi adalah teknik kultur jaringan tumbuhan. Kultur jaringan atau *in vitro culture* merupakan teknik mengisolasi sel, jaringan, atau organ tanaman dan menumbuhkannya secara aseptik pada media buatan di bawah kondisi lingkungan yang terkendali hingga mampu beregenerasi menjadi tanaman utuh. Teknik ini didasarkan pada sifat totipotensi sel tumbuhan, yaitu kemampuan setiap sel hidup untuk tumbuh dan berkembang menjadi individu baru apabila memperoleh kondisi yang sesuai (Akin-Idowu et al., 2009).

Aplikasi teknik kultur jaringan telah diterapkan secara luas dalam program pemuliaan tanaman, konservasi sumber daya genetik, produksi bibit bebas penyakit, serta produksi senyawa biofarmasi. Teknik kultur jaringan tidak hanya dimanfaatkan untuk memperbanyak tanaman, tetapi juga telah banyak diterapkan dalam pemuliaan tanaman melalui seleksi *in vitro*, analisis ketahanan terhadap penyakit, serta induksi variasi somaklonal pada berbagai spesies tanaman (Yuliarti, 2010; Gonzáles et al., 2010; Nurcahyani et al., 2012; Nurcahyani et al., 2016; Nurcahyani et al., 2017; Nurcahyani et al., 2019; Nurcahyani et al., 2020). Keunggulan teknik kultur jaringan antara lain tidak bergantung pada musim, mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar dalam waktu relatif singkat, menghasilkan bibit yang seragam, serta berpotensi menghasilkan tanaman bebas patogen (Akin-Idowu et al., 2009; Gonzáles et al., 2010; Yuliarti, 2010).

Meskipun teknik kultur jaringan telah berkembang pesat dan menjadi salah satu materi penting dalam bioteknologi modern, implementasinya dalam pembelajaran Biologi di tingkat sekolah menengah masih relatif terbatas. Banyak guru masih mengalami kendala dalam memanfaatkan laboratorium sebagai sarana pembelajaran berbasis praktikum, sehingga konsep kultur jaringan lebih banyak disampaikan secara teoritis. Oleh karena itu, pelatihan teknik kultur jaringan bagi guru Biologi menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kompetensi profesional guru sekaligus memperkaya variasi pembelajaran berbasis praktikum.

Kabupaten Tanggamus memiliki 48 Sekolah Menengah Atas yang terdiri atas 18 SMA Negeri dan 30 SMA Swasta (Kemendikbud RI, 2020). Salah satu sekolah yang menjadi mitra kegiatan adalah SMAN 1 Wonosobo, Kabupaten Tanggamus, yang telah memiliki fasilitas laboratorium IPA sebagai pendukung kegiatan pembelajaran. Namun demikian, pemanfaatan laboratorium untuk kegiatan praktikum bioteknologi, khususnya teknik kultur jaringan tumbuhan, masih memerlukan penguatan melalui peningkatan kompetensi guru. Oleh karena itu, diperlukan kegiatan pelatihan yang tidak hanya memberikan pemahaman konseptual, tetapi juga pengalaman praktik sehingga guru mampu mengimplementasikan materi kultur jaringan dalam proses pembelajaran sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Berdasarkan kondisi tersebut, Tim Pengabdian kepada Masyarakat menyelenggarakan kegiatan Penguatan Kompetensi Guru Biologi melalui Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan yang dilaksanakan di SMAN 1 Wonosobo, Kabupaten Tanggamus, Lampung. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru Biologi mengenai prinsip dasar, teknik aseptik, pembuatan media kultur, penanaman eksplan, serta pemeliharaan kultur jaringan tumbuhan. Melalui pelatihan ini diharapkan kompetensi profesional guru semakin meningkat sehingga mampu mengembangkan pembelajaran Biologi yang lebih inovatif, berbasis praktikum, dan berorientasi pada penguatan keterampilan ilmiah peserta didik.

2. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan di SMAN 1 Wonosobo, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung dengan melibatkan guru-guru Biologi tingkat SMA sebagai peserta pelatihan. Metode pelaksanaan kegiatan dirancang secara partisipatif melalui empat tahapan, yaitu sosialisasi, persiapan, pelaksanaan, dan evaluasi.

2.1. Tahap Sosialisasi

Tahap sosialisasi dilakukan melalui koordinasi dengan pihak SMAN 1 Wonosobo sebagai sekolah mitra untuk menyampaikan tujuan, manfaat, jadwal, serta mekanisme pelaksanaan kegiatan.

Pada tahap ini juga dilakukan pendataan peserta serta penyusunan jadwal pelatihan bersama pihak sekolah.

2.2. Tahap Persiapan

Tahap persiapan meliputi penyusunan materi pelatihan, penyiapan media pembelajaran, serta penyediaan alat dan bahan yang diperlukan selama kegiatan praktik. Materi pelatihan disusun berdasarkan konsep dasar kultur jaringan tumbuhan yang meliputi prinsip kultur *in vitro*, teknik aseptik, sterilisasi alat dan bahan, pembuatan media kultur, penanaman eksplan, subkultur, hingga pemeliharaan planlet. Peralatan yang digunakan meliputi perangkat kultur jaringan, seperti enkas (sebagai pengganti *Laminar Air Flow*), autoklaf, botol kultur, alat gelas laboratorium, dan peralatan penunjang lainnya. Adapun bahan yang digunakan terdiri atas medium Murashige dan Skoog (MS), eksplan tanaman kedelai (*Glycine max* L. cv. Anjasmoro), sukrosa, agar, zat pengatur pH, alkohol, akuades, serta bahan pendukung lainnya.

2.3. Tahap Pelaksanaan

Pelaksanaan kegiatan dilakukan melalui kombinasi metode ceramah, demonstrasi, diskusi, dan praktik langsung (*hands-on training*). Kegiatan diawali dengan penyampaian materi mengenai konsep dasar kultur jaringan tumbuhan dan berbagai aplikasinya dalam bidang pertanian serta pendidikan. Selanjutnya peserta diperkenalkan dengan fungsi alat dan bahan yang digunakan dalam kultur jaringan, diikuti demonstrasi teknik sterilisasi alat dan bahan, pembuatan media Murashige dan Skoog (MS), penanaman eksplan secara aseptik, subkultur, serta teknik pemeliharaan planlet hingga siap memasuki tahap aklimatisasi. Selama praktik berlangsung, peserta didampingi oleh tim pelaksana sehingga setiap tahapan dapat dilakukan sesuai prosedur.

2.4. Tahap Evaluasi

Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pengetahuan peserta. Penilaian menggunakan metode pre-test dan post-test dengan instrumen berupa soal tertulis yang sama sebelum dan sesudah pelatihan. Hasil kedua tes dibandingkan untuk mengetahui peningkatan tingkat pemahaman peserta terhadap materi yang diberikan.

Selain evaluasi hasil belajar, dilakukan pula observasi terhadap partisipasi peserta selama kegiatan berlangsung. Aspek yang diamati meliputi keaktifan dalam mengikuti penyampaian materi, keterlibatan dalam diskusi, kemampuan melakukan praktik kultur jaringan, serta antusiasme peserta selama pelaksanaan pelatihan. Hasil evaluasi tersebut digunakan sebagai dasar untuk menilai keberhasilan program pengabdian sekaligus sebagai bahan perbaikan kegiatan serupa pada masa yang akan datang.

2.5. Analisis Data.

Data hasil *pre-test* dan *post-test* dianalisis secara deskriptif dengan menghitung nilai rata-rata dan persentase peningkatan pengetahuan peserta. Hasil observasi terhadap partisipasi peserta dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan keterlibatan peserta selama pelaksanaan pelatihan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan bagi Guru Biologi SMA di SMAN 1 Wonosobo, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. Kegiatan ini diikuti oleh sekitar 25 guru Biologi yang berasal dari beberapa SMA di Kabupaten Tanggamus. Seluruh peserta mengikuti rangkaian kegiatan yang meliputi penyampaian materi, demonstrasi, praktik teknik kultur jaringan tumbuhan, serta evaluasi hasil pelatihan.

Evaluasi dilakukan untuk mengukur efektivitas pelatihan dalam meningkatkan pengetahuan peserta mengenai teknik kultur jaringan tumbuhan. Sebelum pelatihan dimulai, seluruh peserta diberikan pre-test untuk mengetahui tingkat pemahaman awal mengenai konsep dasar kultur jaringan, penggunaan alat dan bahan, teknik sterilisasi, pembuatan media kultur, penanaman eksplan, subkultur, hingga pemeliharaan planlet. Setelah seluruh rangkaian pelatihan selesai, peserta

diberikan post-test menggunakan instrumen yang sama sehingga perubahan tingkat pengetahuan dapat diukur secara objektif.

Penilaian terhadap peningkatan pengetahuan peserta dilakukan berdasarkan empat aspek utama, yaitu: (1) pemahaman konsep dasar teknik kultur jaringan tumbuhan; (2) penguasaan penggunaan alat, bahan, serta teknik sterilisasi; (3) pemahaman mengenai jenis dan pembuatan media kultur; serta (4) pemahaman mengenai teknik penanaman eksplan, subkultur, dan pemeliharaan planlet hingga tahap aklimatisasi. Keempat aspek tersebut dipilih karena merupakan kompetensi dasar yang harus dikuasai guru sebelum menerapkan atau memperkenalkan teknik kultur jaringan kepada peserta didik.

Perbandingan hasil pre-test dan post-test menunjukkan adanya peningkatan pengetahuan peserta pada seluruh aspek yang diukur. Hasil ini mengindikasikan bahwa metode pelatihan yang memadukan penyampaian materi, demonstrasi, dan praktik langsung mampu meningkatkan pemahaman guru terhadap teknik kultur jaringan tumbuhan. Rincian hasil evaluasi sebelum dan sesudah pelatihan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi Butir Instrumen Evaluasi Berdasarkan Kompetensi yang Diukur

No.	Kompetensi yang Diukur	Nomor Butir	Jumlah Soal	Persentase (%)
1	Pemahaman konsep dasar teknik kultur jaringan tumbuhan	1–2	2	20
2	Penguasaan alat, bahan, dan teknik sterilisasi	3–5	3	30
3	Pemahaman jenis dan pembuatan media kultur	6–7	2	20
4	Teknik penanaman eksplan, subkultur, dan pemeliharaan planlet	8–10	3	30

Tabel 1 menunjukkan komposisi instrumen evaluasi yang digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta terhadap materi pelatihan teknik kultur jaringan tumbuhan. Instrumen evaluasi terdiri atas 10 butir pertanyaan yang disusun berdasarkan empat kompetensi utama yang ingin dicapai selama pelatihan, yaitu: (1) pemahaman konsep dasar teknik kultur jaringan tumbuhan, (2) penguasaan alat, bahan, dan teknik sterilisasi, (3) pemahaman mengenai jenis dan pembuatan media kultur, serta (4) pemahaman mengenai teknik penanaman eksplan, subkultur, dan pemeliharaan planlet hingga tahap aklimatisasi.

Distribusi butir soal disusun secara proporsional sesuai tingkat kompetensi yang diharapkan. Aspek pengetahuan mengenai alat, bahan, dan teknik sterilisasi serta aspek penanaman eksplan, subkultur, dan pemeliharaan planlet masing-masing memperoleh bobot terbesar, yaitu 30%, karena kedua aspek tersebut merupakan keterampilan dasar yang harus dikuasai dalam pelaksanaan kultur jaringan tumbuhan. Sementara itu, aspek konsep dasar kultur jaringan dan pembuatan media kultur masing-masing memiliki bobot 20%. Komposisi tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran yang komprehensif mengenai tingkat penguasaan peserta terhadap materi yang telah diberikan.

Evaluasi efektivitas pelatihan dilakukan menggunakan metode pre-test dan post-test dengan instrumen yang sama sehingga peningkatan pengetahuan peserta dapat diukur secara objektif. Seluruh peserta mengikuti evaluasi sebelum dan sesudah pelaksanaan pelatihan. Perbandingan hasil kedua tes digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pelatihan dalam meningkatkan pemahaman peserta terhadap materi yang telah disampaikan melalui penyampaian teori, demonstrasi, dan praktik langsung.

Instrumen evaluasi disusun berdasarkan empat kompetensi utama yang ingin dicapai selama pelatihan, yaitu pemahaman konsep dasar kultur jaringan tumbuhan, penguasaan alat dan bahan beserta teknik sterilisasi, pemahaman mengenai pembuatan media kultur, serta keterampilan penanaman eksplan, subkultur, dan pemeliharaan planlet. Evaluasi dilakukan menggunakan metode

pre-test dan *post-test* dengan instrumen yang sama untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta setelah mengikuti pelatihan. Sebanyak 25 guru Biologi mengikuti seluruh rangkaian evaluasi sehingga hasil yang diperoleh dapat digunakan untuk menilai efektivitas pelaksanaan kegiatan. Hasil Evaluasi Pengetahuan Peserta Sebelum dan Sesudah Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan disajikan pada Tabel 2.

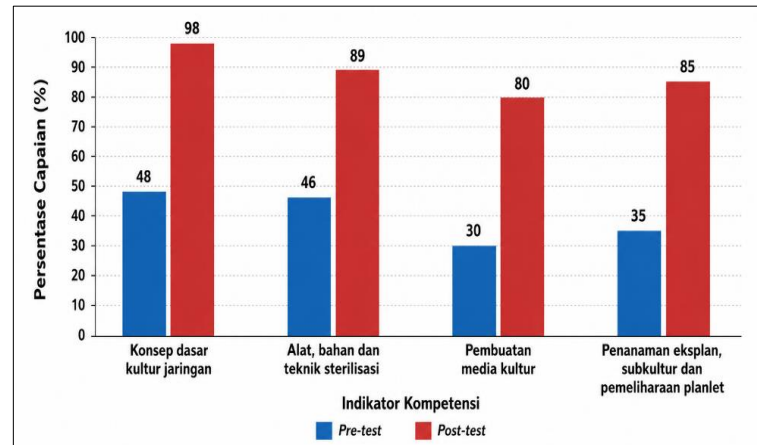
Tabel 2. Hasil Evaluasi Pengetahuan Peserta Sebelum dan Sesudah Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan

No	Indikator yang Diukur	Pre-test (%)	Post-test (%)	Peningkatan (poin)
1	Konsep dasar kultur jaringan	48,0	98,0	50,0
2	Alat, bahan, dan teknik sterilisasi	46,0	89,0	43,0
3	Pembuatan media kultur	30,0	80,0	50,0
4	Penanaman eksplan, subkultur, dan pemeliharaan planlet	35,0	85,0	50,0
Rata-rata		39,8	88,0	48,2

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pelatihan teknik kultur jaringan tumbuhan berhasil meningkatkan pengetahuan peserta pada seluruh indikator yang diukur (Tabel 2). Rata-rata nilai peserta meningkat dari 39,8% sebelum pelatihan menjadi 88,0% setelah pelatihan, yang menunjukkan adanya peningkatan pemahaman yang cukup besar setelah peserta mengikuti seluruh rangkaian kegiatan. Peningkatan tertinggi terjadi pada indikator pemahaman konsep dasar kultur jaringan, pembuatan media kultur, serta teknik penanaman eksplan dan pemeliharaan planlet, sedangkan peningkatan pada aspek penggunaan alat, bahan, dan teknik sterilisasi juga menunjukkan hasil yang sangat baik.

Peningkatan tersebut menunjukkan bahwa metode pelatihan yang mengombinasikan penyampaian teori, demonstrasi, diskusi, dan praktik langsung (*hands-on training*) mampu meningkatkan pemahaman peserta secara efektif. Kegiatan praktik memberikan pengalaman belajar yang lebih nyata sehingga peserta tidak hanya memahami konsep secara teoritis, tetapi juga mampu mengaplikasikan prosedur dasar kultur jaringan tumbuhan secara langsung. Temuan ini memperlihatkan bahwa pelatihan berbasis praktik merupakan salah satu pendekatan yang efektif dalam meningkatkan kompetensi profesional guru, khususnya pada pembelajaran Biologi yang memerlukan keterampilan laboratorium.

Perbandingan hasil *pre-test* dan *post-test* pada masing-masing indikator disajikan pada Gambar 1. Grafik tersebut memperlihatkan adanya peningkatan capaian pada seluruh indikator kompetensi setelah pelaksanaan pelatihan, sehingga menunjukkan bahwa tujuan kegiatan pengabdian telah tercapai dengan baik.



Gambar 1. Perbandingan Nilai *Pre-Test* dan *Post-Test* Peserta pada Setiap Indikator Kompetensi Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan.

Selain peningkatan hasil evaluasi, keberhasilan pelatihan juga tercermin dari tingginya partisipasi peserta selama kegiatan berlangsung. Peserta terlibat aktif dalam sesi diskusi maupun praktik laboratorium dengan mengajukan berbagai pertanyaan terkait teknik kultur jaringan tumbuhan serta penerapannya dalam pembelajaran Biologi di sekolah. Tingginya antusiasme peserta menunjukkan bahwa materi pelatihan sesuai dengan kebutuhan guru dalam meningkatkan kompetensi profesional, khususnya pada pembelajaran berbasis praktikum. Dokumentasi pelaksanaan kegiatan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dokumentasi Pelaksanaan Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan Bagi Guru Biologi SMA Kabupaten Tanggamus. (a–c) Demonstrasi dan Praktik Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan; (d) Suasana Peserta Mengikuti Evaluasi (*Post-Test*) Pada Akhir Pelatihan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa Pengenalan dan Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan bagi guru Biologi SMA di Kabupaten Tanggamus berhasil meningkatkan pengetahuan dan pemahaman peserta mengenai konsep dasar, penggunaan alat dan bahan, pembuatan media kultur, serta teknik penanaman dan pemeliharaan planlet secara *in vitro*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa rata-rata nilai peserta meningkat dari 39,8% pada *pre-test* menjadi 88,0% pada *post-test*, yang menunjukkan bahwa pelatihan berlangsung secara efektif. Peningkatan kompetensi ini diharapkan dapat mendukung pemanfaatan laboratorium biologi dalam pembelajaran berbasis praktikum serta menjadi bekal bagi guru untuk mengembangkan kegiatan pembelajaran dan penelitian sederhana di sekolah.

REFERENCES

- Akin-Idowu, P. E., Ibitoye, D. O., & Ademoyegun, O. T. (2009). Tissue culture as a plant production technique for horticultural crops. *African Journal of Biotechnology*, 8(16), 3782–3788.
- Direktorat Jenderal Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah. (2020). *Data Pokok SMA Negeri 1 Wonosobo Kecamatan Wonosobo Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung*. <https://dapo.kemdikbud.go.id/sekolah/C679626E512E5EFA48D1>
- Eriansyah, M., Susiyanti, & Putra, Y. (2014). Pengaruh pemotongan eksplan dan pemberian beberapa konsentrasi air kelapa terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan pisang ketan (*Musa paradisiaca*) secara *in vitro*. *Agrologia*, 3(1), 54–61.
- González, R. G., Quiroz, K., Carrasco, B., & Caligari, P. D. S. (2010). Plant tissue culture: Current status, opportunities and challenges. *Ciencia e Investigación Agraria*, 37(3), 5–30.
- Kemendikbud RI. (2020). *Jumlah data satuan pendidikan (sekolah) per kabupaten/kota*. <https://referensi.data.kemdikbud.go.id/index11.php?kode=120600&level=2>
- Liu, E., Liu, C., & Wang, J. (2015). Pre-service science teacher preparation in China: Challenges and promises. *Journal of Science Teacher Education*, 26(1), 29–44. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9404-1>
- Nurcahyani, E., Agustina, R., Suroso, E., & Andari, G. (2016). Analysis of peroxidase enzyme and total phenol from *Spathoglottis plicata* Bl. as a result of *in vitro* fusaric acid selection toward *Fusarium oxysporum*. *International Journal of Applied Agricultural Science*, 2(6), 79–82.
- Nurcahyani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B., & Suharyanto, E. (2012). Penekanan penyakit busuk batang vanili (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*) melalui seleksi asam fusarat secara *in vitro*. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 12(1), 12–22.
- Nurcahyani, E., Sumardi, I., Hadisutrisno, B., & Suharyanto, E. (2017). DNA pattern analysis of *Vanilla planifolia* Andrew plantlets resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae*. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 3(4), 27–34.
- Nurcahyani, E., Sumardi, Irawan, B., Sari, E. Y., & Sari, T. L. (2019). *In vitro* study: Induced resistance of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plantlets against *Fusarium oxysporum* based on analysis of phenol content. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 5(2), 195–198.
- Nurcahyani, E., Sumardi, Qudus, H. I., Wahyuningsih, S., Palupi, A., & Sholekhah. (2020). *In vitro* selection of *Phalaenopsis amabilis* (L.) Bl. plantlets resulting from induced resistance with fusaric acid. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 6(2), 25–28.
- Rustaman, N. Y. (2005). Perkembangan penelitian pembelajaran berbasis inkuiri dalam pendidikan sains. Dalam *Prosiding Seminar Nasional II Himpunan Ikatan Sarjana dan Pemerhati Pendidikan IPA Indonesia* (hlm. 1–21). Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia.
- Yuliarti, N. (2010). *Kultur jaringan tanaman skala rumah tangga*. Lily Publisher.