



PENERAPAN PRINSIP-PRINSIP BIOETIK DALAM PEMBUATAN MEDIA KULTUR JARINGAN DI LABORATORIUM KULTUR JARINGAN DI SALAH SATU INSTANSI PERTANIAN KOTA MEDAN

Fatiya Salma Izzaty, Universitas Negeri Medan, Indonesia
Della Ivanka, Universitas Negeri Medan, Indonesia
Lusi Maysara Siagian, Universitas Negeri Medan, Indonesia
Ummu Haniyyah, Universitas Negeri Medan, Indonesia
*Corresponding author E-mail: fatiyaizzaty2006@gmail.com

Abstract

Plant tissue culture is a technique for growing plant parts in vitro under sterile conditions, either in the form of cells, tissues, or organs. The purpose of the study was to determine the application of bioethical principles in making tissue culture media in a tissue culture laboratory in one of the agricultural institutions in Medan City. The method used in this research is descriptive qualitative. The results of the analysis show that this laboratory has applied bioethical principles in the process of making tissue culture media. The bioethical principles applied include safety and health, resource conservation principles, quality assurance principles, and information disclosure principles.

Keywords: *Bioethics, Tissue Culture, Tissue Culture Media.*

Abstrak

Kultur jaringan tanaman adalah suatu teknik menumbuhkan bagian tanaman secara in vitro dalam kondisi steril, baik berupa sel, jaringan, maupun organ. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui penerapan prinsip bioetik dalam pembuatan media kultur jaringan di laboratorium kultur jaringan di salah satu instansi pertanian Kota Medan. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif kualitatif. Hasil analisis menunjukkan bahwa laboratorium ini telah menerapkan prinsip-prinsip bioetik dalam proses pembuatan media kultur jaringan. Prinsip bioetik yang diterapkan antara lain keselamatan dan Kesehatan, Prinsip konservasi sumber daya, Prinsip keterjaminan kualitas, dan prinsip keterbukaan informasi.

Kata Kunci: *Bioetik, Kultur Jaringan, Media Kultur Jaringan.*

PENDAHULUAN

Kultur jaringan tanaman merupakan salah satu aplikasi dalam bidang bioteknologi tanaman. Kultur jaringan tanaman merupakan suatu teknik perbanyakan vegetatif dengan cara mengisolasi bagian-bagian tanaman (eksplan) seperti sel, jaringan dan organ serta mengkulturkannya pada lingkungan yang steril ke dalam media yang mengandung unsur hara dan zat pengatur tumbuh (ZPT) (Anis & Ahmad, 2016; Restiani *et al.*, 2022; Restiani *et al.*, 2024). Dalam bidang pertanian, peran dan manfaat kultur jaringan tanaman sangatlah penting. Kultur jaringan tanaman adalah teknik yang digunakan untuk menghasilkan tanaman baru dengan cepat dan efisien. Dengan menggunakan teknologi ini, petani dapat menghasilkan banyak individu tanaman baru yang identik dengan induknya dalam waktu singkat.

Kultur jaringan menghasilkan benih bebas penyakit (kultur meristem). Selain itu, pengangkutan benih relatif murah dan mudah, serta prosesnya memastikan benih yang disemai bebas hama dan penyakit serta menghasilkan karakteristik yang diinginkan. Produksi metabolit sekunder pada tanaman dapat diselesaikan tanpa menunggu tanaman menjadi dewasa. Teknologi kultur jaringan menyediakan sarana untuk mempelajari sitologi, fisiologi dan biokimia tanaman dan banyak digunakan dalam kegiatan bioteknologi pertanian. (Kurnianingsih *et al.*, 2020). Namun, dalam penerapannya terdapat beberapa aspek bioetika yang perlu diperhatikan agar dapat dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan (Ashar *et al.*, 2023).

Menurut Thieman & Palladon (2013), bidang etika yang berkaitan dengan dampak penelitian biologi dan penerapan bioteknologi disebut bioetika. Demikian pula (Solomon *et al.*, 2009) juga menganggap bioetika sebagai subbidang etika yang mengeksplorasi isu-isu etika terkait dengan ilmu kehidupan (Subekti *et al.*, 2019). Bioetika berfungsi sebagai pedoman bagi peneliti untuk memutuskan apa yang harus

dilakukan untuk memecahkan masalah biologis melalui kegiatan penelitian. (Labibah *et al.*, 2021)

Salah satu tahapan penting dalam kultur jaringan adalah pembuatan media kultur. Media kultur jaringan adalah media yang digunakan untuk menumbuhkan irisan sel, jaringan atau organ tanaman (eksplan) agar dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman baru. Media kultur harus memiliki unsur hara yang mampu mendukung pertumbuhan dan perkembangan eksplan (Ashar *et al.*, 2023). Prinsip bioetika perlu diikuti ketika memilih bahan media, terutama dari sumber yang legal, aman dan ramah lingkungan. Penerapan prinsip bioetika pada pembuatan media kultur jaringan merupakan aspek penting yang perlu dianalisis dan dievaluasi untuk menjamin keberlanjutan dan kredibilitas kegiatan laboratorium.

METODE

Penelitian ini dilakukan di laboratorium kultur jaringan di salah satu instansi pertanian di Kota Medan dan penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2024.

Subjek yang digunakan pada penelitian ini meliputi para peneliti, teknisi, dan staf laboratorium yang terlibat dalam proses pembuatan media kultur jaringan di laboratorium. Objek dari penelitian ini adalah penerapan prinsip bioetik dalam pembuatan media kultur jaringan seperti prinsip keselamatan dan Kesehatan, konservasi sumber daya, keterjaminan kualitas dan keterbukaan informasi.

Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi peralatan laboratorium kultur jaringan seperti laminar air flow, autoklaf, timbangan analitik dan bahan-bahan media kultur jaringan seperti garam-garam mineral, vitamin, sumber karbon, agar, dan bahan lainnya.

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif kualitatif. Menurut I Made Winartha (2006) metode deskriptif kualitatif yaitu menganalisis, menggambarkan, dan

meringkas berbagai kondisi, situasi dari berbagai data yang dikumpulkan berupa hasil wawancara atau pengamatan mengenai masalah yang diteliti yang terjadi di lapangan laboratorium kultur jaringan.

Instrument yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif kualitatif yaitu menganalisis, menggambarkan, dan meringkas berbagai kondisi, situasi dari berbagai data yang dikumpulkan berupa hasil observasi atau pengamatan dan dokumentasi mengenai masalah yang diteliti yang terjadi di lapangan.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara observasi yaitu melakukan pengamatan langsung terhadap proses pembuatan media pada kultur jaringan, mencatat semua tahapan dan variabel yang terlibat dan dokumentasi yaitu kegiatan pengumpulan dan pengkajian beberapa informasi yang diperoleh dari laporan perusahaan/instansi, literatur yang relevan dengan masalah penelitian, serta melakukan browsing melalui media internet terkait topik penelitian.

Data dianalisis secara kualitatif yaitu menginterpretasikan data dari observasi untuk memahami faktor-faktor yang memengaruhi pembuatan media pada kultur jaringan, seperti tantangan yang dihadapi atau keberhasilan yang dicapai. Analisis difokuskan pada penerapan prinsip bioetik dalam proses pembuatan media kultur jaringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kultur jaringan tanaman adalah suatu teknik menumbuhkan bagian tanaman secara *in vitro* dalam kondisi steril, baik berupa sel, jaringan, maupun organ. Pengembangan teknik kultur jaringan merupakan hal mendasar dalam produksi massal tanaman berkualitas tinggi dan bebas penyakit, terutama pada tanaman yang diperbanyak secara vegetatif. Keberhasilan menghasilkan benih steril yang berkualitas dengan teknik kultur jaringan tidak terlepas dari ketergantungan terhadap media yang digunakan

Medium (Murashige dan Skoog) (MS) merupakan media yang paling umum digunakan dalam penyiapan media kultur jaringan. Dalam penyiapan media kultur jaringan ini, perlu diterapkan prinsip-prinsip bioetik agar dapat dilakukan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Beberapa prinsip bioetika yang diterapkan dalam pembuatan media tanam kultur jaringan di laboratorium kultur jaringan di salah satu instansi pertanian Kota Medan yaitu:

1. Keselamatan dan Kesehatan

Dalam proses pembuatan media kultur jaringan, sterilisasi peralatan dan media merupakan hal yang sangat penting untuk mencegah kontaminasi mikroba yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Proses sterilisasi dilakukan oleh pekerja yang melakukan kultur jaringan untuk menghindari penyebaran penyakit. Proses penyiapan media kultur jaringan memerlukan perhatian yang cermat terhadap Teknik steril untuk mencegah kontaminasi yang dapat berdampak buruk pada pertumbuhan dan perkembangan sel dan jaringan tanaman.

Melaksanakan tugas laboratorium dengan alur kerja yang terstruktur merupakan kunci dalam manajemen laboratorium yang efektif. Ini sangat penting dalam memastikan keamanan dan kualitas layanan laboratorium, terutama dalam mengurangi risiko penularan penyakit menular seperti HIV/AIDS. Petugas laboratorium harus patuh terhadap prosedur kerja yang telah ditetapkan, terutama saat menangani sampel pasien, untuk menjaga keamanan pribadi mereka. Penggunaan alat pelindung diri seperti sarung tangan, jas laboratorium, dan masker adalah persyaratan yang harus dipenuhi. Selain itu, perilaku disiplin petugas laboratorium dalam menggunakan alat pelindung diri dan menjaga kebersihan, seperti mencuci tangan setelah menangani sampel, juga sangat penting dan tidak boleh diabaikan (Perwitasari & Anwar, 2006).

Untuk melindungi petugas laboratorium dari penularan penyakit berbahaya, pemerintah

telah mengaturnya melalui Undang-Undang Kesehatan Nomor 23 Tahun 1992 tentang Kesehatan dan PP RI Nomor 102 Tahun 2000 tentang Standar Nasional Indonesia (SNI). Peraturan ini mengatur tentang perlindungan pekerja dalam bekerja dari bahaya yang mungkin ditimbulkan oleh faktor-faktor yang mengancam kesehatannya. (Perwitasari & Anwar, 2006).

Di laboratorium kultur jaringan yang diteliti sudah diterapkan prinsip bioetik keselamatan dan kesehatan seperti penggunaan pekerja yang menggunakan APD. Ketika melakukan kegiatan, contoh kecilnya yaitu ketika pembuatan media kultur jaringan para pekerja menggunakan masker ketika proses pengerjaan sedang berlangsung. Dan sebelum memulai pekerjaan setiap pekerja diwajibkan untuk mencuci tangan menggunakan sabun agar kuman dan bakteri yang ada di tangan tidak ikut masuk ke dalam media kultur jaringan yang akan dibuat sehingga nantinya tidak terjadi kontaminasi pada media yang telah dibuat.

2. Konservasi sumber daya

Bioetika dalam konservasi sumber daya pada proses pembuatan media kultur jaringan mencakup prinsip-prinsip etis yang memastikan kegiatan ini dilakukan dengan cara yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, seperti penggunaan bahan yang tidak merusak alam dan Kesehatan manusia.

Di laboratorium kultur jaringan yang diteliti, bioetika konservasi sumber daya diterapkan pada pembuatan media kultur jaringan. Seperti penggunaan material secara bijaksana dan keberlanjutan. Misalnya saja penggunaan bahan organik seperti arang aktif, diperoleh dari sumber yang berkelanjutan dan tidak menimbulkan kerusakan terhadap lingkungan. Selain itu, bahan tanam kultur jaringan yang digunakan bebas dari komponen yang bersifat racun dan berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Penggunaan bahan pengawet dan bahan kimia lainnya pada

pembuatan media kultur jaringan diminimalkan. Pihak berwenang juga berupaya meminimalkan limbah yang dihasilkan selama produksi media, dan limbah yang tersisa dari proses ini dipindahkan dari kawasan pemukiman untuk menghindari kerusakan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia untuk dibuang ke tempat pembuangan sampah. Dalam pembuatan media, para pekerja juga mempertimbangkan aspek kesehatan dan keselamatan dalam pekerjaannya. Pekerja menggunakan APD dengan benar dan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan.

Penerapan bioetika sumber daya ini juga sejalan dengan prinsip-prinsip etika lingkungan yang dikemukakan oleh Keraf (2002), yaitu: (1) Sikap hormat terhadap alam (*respect for nature*); (2) Prinsip tanggung jawab moral (*moral responsibility for nature*); (3) Solidaritas kosmis (*cosmic solidarity*); (4) Kasih sayang dan kepedulian terhadap alam (*caring for nature*); (5) Prinsip tidak menimbulkan kerusakan (*no harm principle*); (6) Hidup sederhana dan selaras dengan alam; (7) Prinsip keadilan; (8) Prinsip demokrasi; (9) Prinsip integritas moral (Dini *et al.*, 2023).

3. Keterjaminan kualitas

Laboratorium kultur jaringan yang diteliti, menggunakan komposisi nutrisi yang tepat dan sterilisasi yang efektif dalam pembuatan media kultur jaringan. Bioetika dalam konteks ini fokus pada penjaminan kualitas hasil yang diperoleh melalui proses kultur jaringan agar hasilnya dapat digunakan secara efektif dan aman.

Keberhasilan kultur jaringan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain sterilisasi, pemilihan bahan eksplan, faktor lingkungan seperti pH, cahaya, dan suhu, serta kadar ZPT (zat pengatur tumbuh) dalam medium. Menurut Santosa dan Nursandi (2002), zat pengatur tumbuh merupakan senyawa organik tidak kaya unsur hara yang dapat mendukung, menghambat, atau mengubah proses fisiologis pada tanaman dalam jumlah kecil.

Keberhasilan penggunaan metode in vitro terutama disebabkan oleh peningkatan pengetahuan tentang kebutuhan nutrisi sel dan jaringan yang dikultur. Nutrisi terdiri dari komponen utama dan komponen tambahan. Bahan utamanya meliputi garam mineral, gula, vitamin, dan zat pengatur tumbuh. Komponen lain seperti senyawa nitrogen organik, berbagai asam organik, metabolit, dan ekstrak tambahan tidak bersifat mutlak tetapi dapat meningkatkan kelangsungan hidup dan proliferasi sel (Hartati et al, 2014). Salah satu media yang digunakan untuk kultur adalah media MS. Menurut Iswara *et al* (2018), media MS mengandung nitrat, kalium, dan amonium dalam jumlah besar, selain nutrisi anorganik dalam jumlah yang cukup untuk memenuhi kebutuhan banyak sel tanaman dalam kultur. Komposisi nutrisi yang diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman diformulasikan ke dalam media pertumbuhan buatan. Serapan zat-zat yang terkandung dalam suatu medium ke dalam sel tumbuhan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi dan nilai pH larutan medium tersebut.

Media kultur jaringan harus disterilkan dengan baik karena tidak hanya mendukung pertumbuhan dan perkembangan eksplan tetapi juga merupakan sumber kontaminasi (Bhojwani dan Dantu, 2013). Dua metode yang umum digunakan untuk mensterilkan media: penggunaan autoklaf dan filtrasi membran di bawah tekanan positif. Sterilisasi medium menggunakan autoklaf dilakukan pada tekanan 15 psi dan suhu 121°C. Untuk cairan dengan volume 100 ml atau kurang, waktu sterilisasi autoklaf memerlukan waktu 15 hingga 20 menit, sedangkan untuk volume cairan yang lebih besar (2 hingga 4 liter) memerlukan waktu 30 hingga 40 menit dimulai setelah mencapai suhu dan tekanan yang ditentukan (Misra dan Misra, 2012). Pressure cooker dapat digunakan untuk mensterilkan media dalam jumlah kecil. Alat ini mempunyai prinsip kerja yang sama dengan autoklaf (Bhojwani dan Dantu, 2013)

Kualitas media kultur jaringan ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Konsentrasi nutrisi: Media kultur jaringan harus mengandung semua zat yang dibutuhkan eksplan untuk menjamin pertumbuhannya. Jenis dan konsentrasi unsur hara yang digunakan berbeda-beda tergantung jenis tanaman yang ditanam
2. Nilai pH : Nilai pH yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pada kultur jaringan adalah antara 5,0 dan 6,5, namun nilai pH yang terlalu rendah (<4>7,0) akan menghambat pertumbuhan dan perkembangan kultur dan dapat menghambat pertumbuhan tanaman dihambat atau dihambat secara in vitro (Widiastoety, 2005)
3. Kondisi fisik medium : Media kultur jaringan harus mempunyai komposisi fisik yang sesuai contohnya adanya bahan padat seperti gelatin yang memungkinkan eksplan tumbuh dan berkembang.
4. Kontaminasi: Untuk mencegah infeksi dan menjamin keberhasilan kultur jaringan, media kultur jaringan harus bebas dari kontaminan seperti jamur
5. Zat pengatur tumbuh: Zat pengatur tumbuh seperti auksin dan sitokinin dapat digunakan untuk menginduksi pertumbuhan kalus dan menghasilkan metabolit sekunder
6. Kondisi Lingkungan: Faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, dan kelembapan juga mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan

Di laboratorium kultur jaringan yang kami teliti sudah cukup menerapkan prinsip keterjaminan kualitas dalam proses pembuatan media untuk kultur jaringan, contohnya yaitu dalam kualitas pH yang terkandung didalam suatu media, para pekerja akan terlebih dahulu menghitung pH media yang buat sebelum masuk

ke tahap pemasakan. Menghitung pH media ini menggunakan alat yang dinamakan pH meter.

Pengecekan pH dengan menggunakan pH meter yaitu dilakukan dengan kalibrasi setiap pengecekan pH pada larutan yang sudah homogen agar didapati hasil yang akurat.

Cara kalibrasi pH meter:

1. Dibuka silinder penutup elektrode, lalu dimasukkan pada Aquades steril hingga pH menjadi 6,6.
2. Setelah pH menjadi 6,6 dimasukkan elektrode kedalam buffer hingga PH mencapai 7, lalu keringkan elektrode dengan tissue.

Setelah dilakukan kalibrasi untuk pH meter dilanjutkan dengan pengecekan kadar pH pada larutan yang sudah homogen. pH awal larutan homogen biasanya sekitar 3,6, pH larutan harus mencapai 5,98-6 tetapi lebih baik 5,98. Agar pH tercapai dimasukkan larutan NaOH hingga mencapai 5,98 dengan cara diteteskan agar pH tidak lewat. Dan jika pH lewat maka dimasukkan asam nitra (HNO_3) secara perlahan karna HNO_3 sangatlah pekat.

4. Keterbukaan informasi

Dalam pengembangan teknologi kultur jaringan, keterbukaan informasi tentang proses dan hasilnya sangat penting untuk memastikan transparansi dan keamanan. Bioetika dalam konteks ini berfokus pada keterbukaan informasi yang diperoleh melalui proses pengembangan teknologi kultur jaringan, sehingga masyarakat dapat memahami dan mempercayai hasilnya.

Prinsip keterbukaan ini sudah diterapkan dalam pembuatan media tanam kultur jaringan di laboratorium kultur jaringan yang kami teliti. Formulasi atau komposisi dan sumber bahan baku media tanam kultur jaringan yang digunakan, protokol dan prosedur dalam pembuatannya terbuka untuk umum dan dapat diakses oleh pihak-pihak yang berkepentingan. Hasil penelitian yang dilakukan di instansi kultur jaringan mengenai pembuatan media tanam kultur jaringan di instansi yang kami teliti

dipublikasikan dalam jurnal ilmiah atau platform lain yang dapat diakses oleh masyarakat luas dan juga dapat mendorong adanya kerja sama antar peneliti.

Keterbukaan sangat penting untuk reproduktifitas dan verifikasi dalam sains. Untuk mereproduksi atau memverifikasi penelitian ilmuwan lain, seseorang harus memiliki akses terhadap informasi (misalnya, data pendukung, metode, protokol, dll.) dan bahan (misalnya, bahan kimia, garis sel, dll.) yang mereka gunakan untuk menghasilkan penelitian. Selain itu, keterbukaan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat dengan membuat data ilmiah, hasil, dan gagasan tersedia bagi warga negara dan pejabat public (Resnik, 2023)

SIMPULAN DAN SARAN

Laboratorium kultur jaringan yang diteliti ini telah menerapkan prinsip-prinsip bioetik dalam proses pembuatan media kultur jaringan. Prinsip bioetik yang diterapkan antara lain keselamatan dan Kesehatan, di mana para pekerja menggunakan alat pelindung diri (APD) dan mengikuti prosedur yang tertera. Prinsip konservasi sumber daya, menggunakan bahan-bahan organik dan ramah lingkungan serta meminimalkan limbah. Prinsip keterjaminan kualitas, dengan memastikan media kultur jaringan memiliki konsentrasi nutrisi, nilai pH dan kondisi fisik yang tepat. Dan prinsip keterbukaan informasi, komposisi dan prosedur dalam pembuatan media kultur jaringan dapat diakses oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Perlu dilakukannya pelatihan rutin bagi para pekerja mengenai pentingnya bioetik dan cara menerapkannya dalam setiap proses di laboratorium. Selain itu, perlu dilakukan kajian mendalam mengenai penerapan bioetik pada setiap laboratorium kultur jaringan.

DAFTAR RUJUKAN

Anis, M., & Ahmad, N. (2016). Plant tissue culture: Propagation, conservation and crop improvement. *Plant Tissue Culture:*

- Propagation, Conservation and Crop Improvement, 1–621. <https://doi.org/10.1007/978-981-10-1917-3>
- Ashar, J.R., Farhanah, A., Hamzah, P., Ismayanti, R., Tuhuteru, S., Yusuf, R., Yulianti, R., & Mardaleni. (2023). *Pengantar Kultur Jaringan Tanaman*. Bandung: Widina Media Utama.
- Bhojwani, S.S. and P.K. Dantu. (2013). *Plant Tissue Culture: And Introductory Text*. Springer, India.
- Dini, I. R., Hapsoh., Yulia, A. E. (2023). Penerapan Prinsip Etika Lingkungan Pada Teknologi Rekayasa Genetik Tanaman Dan Regulasi Keamanan Produk Rekayasa Genetika. *Jurnal Sempling Multidisiplin Indonesia*.
- Hartati, S., T. Eva, Y. Ahmad dan S. Ari. (2014). Kajian Sitokinin Benzilaminopurin (BAP) Terhadap Organogenesis Hasil Persilangan *Dendrobium Merebelianum* Dengan *Dendrobium Liniale*. *J. El Vivo*, 2(2): 22-23.
- Iswara, V., A. Setiawan., E. Palupi, & Y. A. Purwanto. (2019). Ultrafine Bubble Water Pengaruhnya Dalam Pematangan Dormansi Benih Padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 2: 137.
- Kurnianingsih, R., Ghazali, M., Rosidah, S., Muspiah, A., Astuti, S. P., & Nikmatullah, A. (2020). Pelatihan teknik dasar kultur jaringan tumbuhan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(5), 888-896.
- Labibah, N., Gani, A. R. F., Niandari, I., & Murti, A. B. (2021). Peranan Etika dalam Pembelajaran dan Penelitian Biologi. *Bioilmi: Jurnal Pendidikan*, 7(2), 93-100.
- Misra, A.N. and M. Misra. (2012). *Sterilization Techniques in Plant Tissue Culture*. Fakir Mohan University, Balasore.
- Perwitasari, D., & Anwar, A. (2006). Tingkat risiko pemakaian alat pelindung diri dan higiene petugas di Laboratorium Klinik RSUPN Ciptomangunkusumo, Jakarta. *Jurnal Ekologi Kesehatan*, 5(1), 380-4.
- Resnik, D. (2023). Openness in Scientific Research: A Historical and Philosophical Perspective. *J Open Access Law*, 11(1).
- Restiani, R., Kaban, S.M.P., Sekar, A.Y., Matheos, J.H., & Galgani, G. (2024). Kultur Jaringan Tumbuhan Dasar Sebagai Upaya Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Siswa. *Jurnal Pembelajaran Pemberdayaan Masyarakat (JP2M)*, 5(2): 339-348.
- Restiani, R., Dolonseda, A. C., Kaban, S. M. P., Hutabarat, C. T., Sekar, A. A., Meliana, F. A., Linardi, M., Verrell, N., & KY, A. A. B. (2022). Efficient Callus and Shoot Induction Protocol from Leaf and Node Explants of Javanese Ginseng (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn.). *Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences*, 9(12), 223–231. <https://doi.org/10.36347/sjavs.2022.v09i12.003>
- Santosa U, dan Nursandi F. (2002). *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: Penerbit UMM Press.
- Subekti, H., Handriyani, A., Purnomo, A.R., Wulandari, F.E., & Widiensyah, A. T. (2019). *Bioteknologi: Sebuah Pembelajaran Terintegrasi STEM Pada Mata Kuliah Bioteknologi Bagi Mahasiswa Calon Guru IPA*. Gresik: Graniti.
- Widiastoety, D., S. Kartiningrum dan Purbadi. (2005). Pengaruh pH media terhadap Pertumbuhan Planlet Anggrek *Dendrobium*. *J. Hort*, 15(1)