

Integrasi Laboratorium Mini Kultur Jaringan Tumbuhan dalam Pembelajaran Bioteknologi Siswa SMA BOPKRI 2 Yogyakarta

¹⁾Ratih Restiani*, ²⁾Gemma Galgani, ³⁾Astrid Ayu Sekar, ⁴⁾Yunita Kendek Marendeng, ⁵⁾Gracia Rolas Sinambela, ⁶⁾Miranda Gardha Viorenta

^{1,2,3,4,5,6)}Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta,

Email Corresponding: ratih.restiani@staff.ukdw.ac.id*

INFORMASI ARTIKEL	ABSTRAK
<p>Kata Kunci: Bioteknologi Tanaman Inokulasi Eksplan Keterampilan Pelatihan Kultur Jaringan Tumbuhan SMA BOPKRI 2</p>	<p>Pembelajaran kultur jaringan tumbuhan pada mata pelajaran Biologi di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta masih didominasi oleh pemberian teori di kelas karena keterbatasan fasilitas laboratorium, sehingga siswa belum memiliki pengalaman praktik bioteknologi. Kondisi ini menyebabkan rendahnya pemahaman aplikatif dan keterampilan bioteknologi siswa. Program ini menawarkan solusi berupa pelatihan kultur jaringan berbasis laboratorium mini yang terintegrasi dengan pembelajaran Biologi bagi siswa kelas X. Kegiatan dilaksanakan melalui tahapan koordinasi dengan guru mitra, penyusunan modul dan persiapan alat dan bahan praktikum, pelaksanaan pelatihan (pemberian teori dan praktikum) selama dua hari, serta evaluasi berbasis observasi keterampilan dan pengetahuan siswa. Pelatihan melibatkan 71 siswa dari tiga kelas X melalui penyampaian materi pengantar, demonstrasi pembuatan medium, sterilisasi dan inokulasi eksplan, dilanjutkan praktikum membuat media kultur dan inokulasi eksplan secara berkelompok. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan signifikan dalam keterampilan dan pengetahuan siswa. Sebelum pelatihan, siswa belum mengenal definisi, manfaat dan tahapan kerja kultur jaringan tumbuhan. Setelah pelatihan, hasil evaluasi menunjukkan peningkatan keterampilan dan pengetahuan siswa dalam mempelajari aplikasi bioteknologi. Indikator keberhasilan pelatihan ini adalah peningkatan keterampilan siswa dari 0% menjadi 100% mampu dalam membuat media kultur jaringan dasar yaitu Murashige and Skoog (MS) dan menginokulasi eksplan steril ke dalam medium MS sesuai dengan prosedur dan waktu yang diberikan. Selain peningkatan dalam keterampilan, pelatihan ini juga meningkatkan pemahaman pengetahuan siswa (dari 0% menjadi 100%) dalam menjelaskan manfaat, tujuan dan tahapan pembuatan media MS dan inokulasi eksplan dengan tepat. Berdasarkan dua indikator tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan mini laboratorium kultur jaringan tumbuhan yang diintegrasikan dalam pembelajaran bioteknologi dasar bagi siswa mampu membantu siswa dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan di mata pelajaran Bioteknologi.</p>
ABSTRACT	

Keywords:

BOPKRI 2 Senior High School
Explant Inoculation
Plant Biotechnology
Plant Tissue Culture Skills
Plant Tissue Culture Training

Plant tissue culture learning in biology classes at SMA BOPKRI 2 Yogyakarta is still dominated by classroom theory due to limited laboratory facilities; thus, students do not have practical experience in biotechnology. This condition results in a low level of applied understanding and biotechnology skills for students. This program offers a solution through mini-laboratory-based tissue culture training integrated with biology learning for 10th grade students. The activities were carried out through coordination with partner teachers, module development, preparation of practical tools and materials, implementation of training (theory and practical sessions) in two days, and evaluation based on observation of students' skills and knowledge. The training involved 71 students through the delivery of introductory material, demonstrations of medium preparation, sterilization, and explant inoculation, followed by practical work in groups to prepare culture media and inoculate explants. The results showed a significant increase in students' skills and knowledge. Before the training, students were unknown with the definition, benefits, and stages of plant tissue culture. After the training, the evaluation results showed an increase in students' skills and knowledge in learning biotechnology applications. The indicator of the success of this training was an increase in students' skills from 0% to 100% in being able to generate tissue culture media, Murashige and Skoog (MS), and inoculate sterile explants into MS medium in accordance with the procedures and time given. In addition to improving skills, this training also increased students' knowledge (from 0% to 100%) in explaining the benefits, objectives, and stages of making MS media and inoculating explants correctly. Based on these results, it can be concluded that the implementation of a mini plant tissue culture laboratory integrated into basic biotechnology learning for students can help students improve their knowledge and skills in the subject of biotechnology.

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



I. PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) di bidang Biologi dan Bioteknologi saat ini berlangsung semakin pesat dan memberikan kontribusi yang nyata dalam berbagai aspek kehidupan diantaranya pertanian, perkebunan, lingkungan, kesehatan, dan konservasi sumber daya hayati. Salah satu aplikasi dalam bidang bioteknologi yang banyak dikembangkan dalam sektor pertanian, perkebunan dan konservasi adalah teknologi kultur jaringan tumbuhan. Dibandingkan teknik perbanyakan konvensional secara vegetatif melalui stek, cangkok dan okulasi maupun generatif (melalui perkecambahan biji), kultur jaringan tumbuhan merupakan teknik perbanyakan tanaman yang lebih efektif dan efisien karena menggunakan bagian kecil tanaman (sel, jaringan maupun organ vegetatif atau generatif) yang ditanam secara aseptis dalam media buatan dalam kondisi terkontrol mampu menghasilkan individu baru (anakan) yang identik sifatnya dengan induknya dalam jumlah lebih banyak (Chandran et al., 2020; Restiani et al., 2022; Sharma & Vashistha, 2015). Teknik kultur jaringan memungkinkan perbanyakan tumbuhan yang lebih efektif dan efisien karena perbanyakan dilakukan berdasarkan prinsip totipotensi sel tumbuhan, yang berarti setiap sel tumbuhan memiliki kemampuan regenerasi membentuk tumbuhan utuh kembali jika ditanam dalam kondisi aseptis, dengan nutrisi dan hormon yang optimal (Bidabadi & Mohan Jain, 2020; Ochatt et al., 2010; Srivastava et al., 2022). Teknik kultur jaringan tumbuhan memungkinkan perbanyakan bibit tanaman dalam waktu yang relatif cepat, sifat seragam, bebas penyakit, dan dapat dimanfaatkan dalam konservasi plasma nutfah serta pengembangan varietas unggul. Dengan berbagai keunggulan tersebut, kultur jaringan menjadi materi penting dalam pembelajaran Bioteknologi di tingkat Sekolah Menengah Atas (SMA).

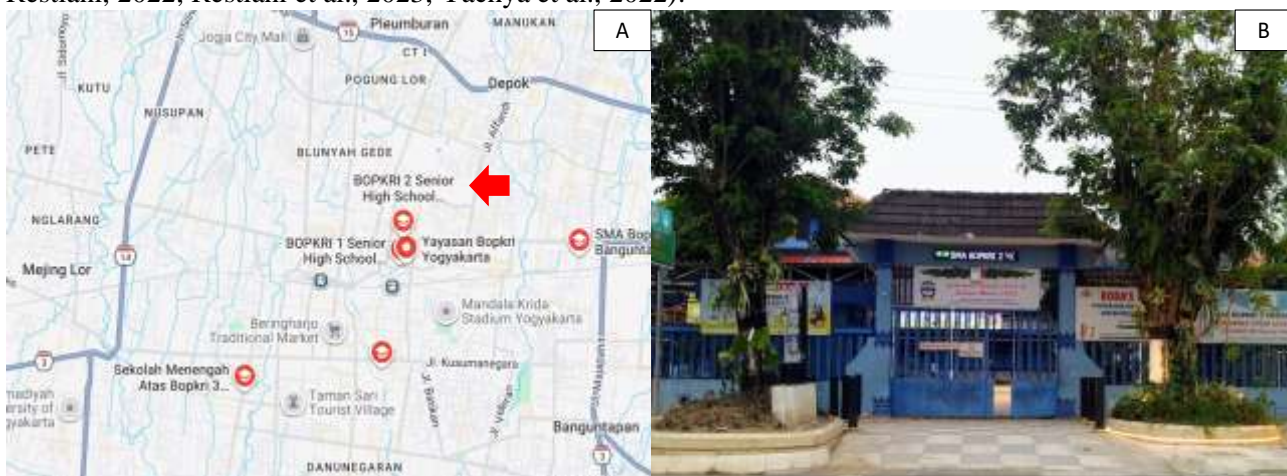
Kultur jaringan tumbuhan sebagai salah satu aplikasi di bidang bioteknologi juga dipelajari dalam pelajaran Biologi kelas X-XII (Munawir, 2020). Meskipun telah menjadi topik pembelajaran bagi siswa SMA, namun pembelajaran di kelas secara dominan diberikan terbatas pada teori tanpa dilengkapi praktik di laboratorium. Hal ini disebabkan karena terbatasnya akses, fasilitas berupa sarana dan prasarana pembelajaran yang mendukung. Kondisi ini hampir sebagaimana besar dialami siswa SMA dalam pembelajaran Bioteknologi, termasuk di Biologi SMA BOPKRI 2 Yogyakarta. Pembelajaran kultur jaringan di sekolah ini masih terbatas pada penjelasan teoritis tanpa disertai kegiatan praktikum. Sekolah belum memiliki fasilitas laboratorium kultur jaringan maupun perangkat kerja aseptik yang memadai, sehingga siswa belum pernah melakukan pembuatan media kultur dan inokulasi eksplan secara langsung. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan

1416

antara tuntutan kurikulum yang menekankan penguasaan konsep dan keterampilan dengan realitas pembelajaran yang berlangsung di sekolah. Firda (2019) dan Zulpadly et al. (2016) menganalisis kesulitan siswa SMA dalam pengembangan nalar dan membangun minat dalam pembelajaran bioteknologi umumnya disebabkan karena materi bioteknologi hanya diberikan dalam bentuk teori tanpa disertai praktik. Mengingat semakin pentingnya aplikasi bioteknologi dalam kehidupan di masa depan, maka mempersiapkan pengetahuan dan keterampilan dasar terkait penerapan kultur jaringan tumbuhan bagi siswa SMA berperan penting dalam meningkatkan daya nalar siswa, minat akan bidang bioteknologi dan SDM yang terampil dan terlatih dalam budidaya tanaman yang lebih efektif (Restiani et al., 2023, 2024).

SMA BOPKRI 2 Yogyakarta merupakan salah satu SMA swasta Kristen di Yogyakarta yang menjadi model sekolah multikultural di Yogyakarta karena keberagaman etnis, suku, budaya, dan agama peserta didiknya. Sekolah ini memiliki keunggulan terutama dalam mendorong peserta didik untuk mengembangkan kemandirian, kreativitas, dinovasi, dan kolaborasi. Model pembelajaran yang diterapkan di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta berpusat pada peserta didik dengan prinsip belajar secara fun dan aktif yang bertujuan dalam penguatan karakter, berbasis riset, menciptakan sesuatu, dan berbasis masalah nyata. Berdasarkan uraian tersebut, pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan kultur jaringan tumbuhan yang diintegrasikan dalam mata pelajaran Biologi di kelas X relevan dengan upaya SMA BOPKRI 2 Yogyakarta dalam mewujudkan pembelajaran yang fun dan aktif serta mendukung pengembangan peserta didik dalam mengembangkan kemandirian, kreativitas, dinovasi, dan kolaborasi.

Berbagai kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan kultur jaringan tumbuhan bagi siswa dan guru SMA telah banyak dilaporkan. Kegiatan pelatihan ini terbukti efektif dalam membantu siswa dalam menempuh pembelajaran yang kontekstual dan holistik karena pembelajaran tidak hanya berfokus pada teori tetapi juga dilengkapi praktik. Tidak hanya bermanfaat bagi siswa, pelatihan kultur jaringan tumbuhan bagi guru Biologi juga membantu mereka meningkatkan kreativitas dalam menyusun materi pembelajaran bioteknologi yang kreatif dan inovatif. Selain itu, pelatihan kultur jaringan tumbuhan juga membantu dalam mengembangkan keterampilan guru dan siswa dalam menerapkan kultur jaringan tumbuhan sebagai aplikasi bioteknologi (Ajiningrum & Andriani, 2022; Kasim et al., 2020; Kurnianingsih et al., 2020; Moda, 2022; Restiani, 2022; Restiani et al., 2023; Yachya et al., 2022).



Gambar 1. Lokasi Kegiatan Pelatihan Kultur Jaringan Tumbuhan di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta

Berdasarkan kondisi dan kebutuhan mitra, kegiatan pelatihan kultur jaringan tumbuhan bagi siswa kelas X SMA BOPKRI 2 Yogyakarta dirancang sebagai solusi untuk memperkuat kompetensi kognitif dan keterampilan praktik siswa. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam memahami prinsip dasar, tahapan pelaksanaan kultur jaringan tumbuhan dan aplikasinya dalam berbagai bidang. Melalui kegiatan pelatihan ini, siswa diharapkan tidak hanya memperoleh pemahaman konseptual tetapi juga pengalaman praktis yang dapat memperkuat literasi sains, kreativitas dan minat terhadap bioteknologi tumbuhan. Selain itu, kegiatan ini menjadi bentuk kontribusi perguruan tinggi dalam mendukung peningkatan kualitas pendidikan sains di sekolah menengah atas melalui penerapan IPTEK di bidang Bioteknologi.

II. MASALAH

Berdasarkan hasil observasi dan diskusi dengan guru Biologi SMA BOPKRI 2 Yogyakarta, pembelajaran aplikasi bioteknologi termasuk topik kultur jaringan tumbuhan selama ini masih disampaikan secara teoritis tanpa dilengkapi kegiatan praktikum karena keterbatasan fasilitas laboratorium termasuk alat untuk sterilisasi berupa autoklaf dan *Laminar Air Flow* (LAF). Hal ini menyebabkan siswa belum pernah melakukan penerapan tahapan kultur jaringan termasuk pembuatan medium kultur maupun inokulasi eksplan secara langsung. Kondisi ini menimbulkan kesenjangan antara tuntutan kurikulum Biologi di tingkat SMA yang menekankan pemahaman konseptual dan keterampilan praktik dengan kondisi pembelajaran di kelas. Secara ideal, materi bioteknologi tidak hanya dipahami secara konseptual, tetapi juga melalui pengalaman praktik untuk memperkuat pemahaman literasi sains dan keterampilan laboratorium siswa. Oleh karena itu, diperlukan intervensi berupa pelatihan kultur jaringan tumbuhan sebagai salah bentuk penerapan bioteknologi dasar di bidang tumbuhan berbasis integrasi laboratorium mini dengan pembelajaran bioteknologi di kelas X sebagai solusi yang sesuai dengan kondisi sekolah. Kegiatan ini menjadi bentuk kontribusi perguruan tinggi dalam mengatasi kesenjangan fasilitas pembelajaran dan mendukung peningkatan kualitas pembelajaran Bioteknologi di tingkat SMA.

III. METODE

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan dengan pendekatan edukasi berupa pelatihan dan melibatkan partisipasi aktif peserta siswa SMA. Kegiatan pengabdian ini menggunakan pendekatan *experiential learning* berbasis pelatihan melalui pengembangan laboratorium mini sebagai bentuk penguatan kapasitas pembelajaran Bioteknologi di tingkat SMA. Mitra dalam pengabdian ini adalah SMA BOPKRI 2 Yogyakarta, dengan target peserta siswa kelas X. Total peserta yang dilibatkan dalam kegiatan ini adalah sebanyak 71 siswa yang berasal dari tiga kelas X diantaranya kelas X.E.1, X.E.2 dan X.E.3. Pemilihan target peserta di kelas X dilakukan berdasarkan hasil diskusi dengan guru Biologi yang mengajar topik Bioteknologi di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta. Diantara kelas X, XI dan XII, topik Bioteknologi dasar diberikan secara intensif diberikan di kelas X, sehingga pelatihan mengenai aplikasi Bioteknologi dasar dengan topik kultur jaringan tumbuhan akan lebih relevan jika diberikan untuk siswa kelas X. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan selama dua hari yaitu tanggal 24 dan 25 April 2024 pukul 08.00 – 12.00 WIB. Kegiatan pengabdian dilaksanakan di laboratorium IPA, SMA BOPKRI 2 Yogyakarta. Dalam pelaksanaannya, siswa dibagi dalam kelompok beranggotakan lima orang.

Tahapan kegiatan pengabdian kepada masyarakat diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Tahap persiapan, pelaksanaan dan evaluasi (gambar 1). Tahap pertama yaitu persiapan dilakukan dengan melakukan diskusi dengan tim guru di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta. Diskusi ini dilakukan untuk menggali analisis situasi guna mengetahui permasalahan utama yang dihadapi mitra (SMA BOPKRI 2 Yogyakarta). Setelah mendapatkan informasi mengenai masalah utama mitra, tim pengabdian kepada masyarakat (dosen dan guru pengajar Biologi) mengidentifikasi program pengabdian yang relevan untuk menjawab permasalahan mitra. Berdasarkan hasil analisis situasi dan diskusi dengan mitra, pelatihan kultur jaringan tumbuhan merupakan program yang relevan dan diharapkan efektif dalam memberikan pembelajaran dan pengamalan belajar bioteknologi bagi siswa SMA BOPKRI 2 Yogyakarta di kelas X. Selain itu, pada tahap persiapan juga dilakukan pembuatan modul, media kultur, sterilisasi alat, bahan, persiapan bahan sterilan, dan bahan tanaman. Semua peralatan dan bahan yang akan digunakan selama pelatihan, dipersiapkan di laboratorium Bioteknologi Dasar II Fakultas Bioteknologi UKDW.
2. Tahap kedua yaitu pelaksanaan. Pelaksanaan pelatihan kultur jaringan tumbuhan berlangsung selama dua hari berlokasi di laboratorium IPA di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta. Kegiatan pelatihan ini melibatkan 71 siswa kelas X, guru pengajar Biologi di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta, dosen pengajar Kultur Jaringan Tumbuhan, asisten, dan laboran dari Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana. Pelaksanaan pelatihan kultur jaringan tumbuhan merupakan proses pembelajaran yang terintegrasi dengan pelaksanaan topik bioteknologi dasar di kelas X. Tahap pelaksanaan dibagi menjadi tiga sesi. Sesi pertama adalah pemberian materi (teori) pengantar kultur jaringan tumbuhan meliputi prinsip dasar, manfaat, sumber daya yang dibutuhkan, kelebihan, kelemahan, dan tahapan kerja (Tabel 1). Setelah diberikan teori, sesi kedua dilanjutkan proses demonstrasi kegiatan praktikum yang bertujuan untuk memberikan gambaran teknis bagi siswa kelas X sebelum memulai praktikum. Setelah demonstrasi yang dicontohkan oleh dosen, dilanjutkan sesi ketiga yaitu praktikum oleh masing-masing siswa dalam kelompok. Topik

praktikum kultur jaringan tumbuhan yang diberikan selama pelatihan yaitu: pembuatan media kultur dan inokulasi (penanaman) eksplan (bahan tanaman). Alat yang digunakan selama proses pembuatan medium kultur jaringan diantaranya adalah neraca analitik untuk penimbangan bahan medium MS, pH stick untuk mengukur pH (pH medium kultur jaringan berkisar antara 5-6), kompor listrik untuk melarutkan medium, tabung erlenmeyer dan batang pengaduk untuk wadah dan pengaduk selama pembuatan medium, gelas ukur untuk mengukur volume akuades, dan botol kultur untuk menyimpan medium yang telah dibuat, serta autoklaf untuk mensterilisasi medium (dilakukan di Universitas Kristen Duta Wacana). Selain itu, alat yang digunakan dalam inokulasi eksplan diantaranya adalah cawan petridish untuk tempat menyimpan eksplan dan dibutuhkan saat pemotongan eksplan, mata pisau bedah dan scalpel digunakan untuk memotong eksplan daun, dan lampu bunsen digunakan untuk menjaga kondisi meja kerja aseptis. Selain alat, bahan yang dibutuhkan selama praktikum diantaranya adalah eksplan daun dari tanaman Tapak Dara, medium MS instan sebagai sumber nutrisi eksplan, sukrosa sebagai sumber gula bagi eksplan, agar untuk memadatkan medium, NaOH dan HCl untuk mengatur pH, alkohol, klorox dan akuades steril untuk sterilisasi eksplan, kertas saring steril untuk membantu dalam mengeringkan dan alas dalam memotong eksplan, dan aluminium foil dan *plastic wrap* untuk menutup botol kultur.

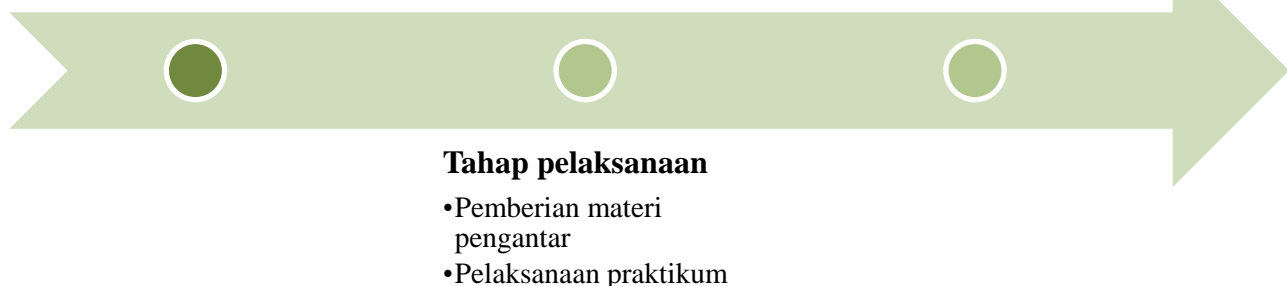
3. Tahap ketiga adalah evaluasi. Pada tahap ini, evaluasi dilakukan melalui observasi keterampilan berbasis indikator prosedural serta tanya jawab lisan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan siswa dalam menerapkan teknik kultur jaringan tumbuhan. Evaluasi juga dilakukan terkait teknis pelaksanaan kegiatan pelatihan, dimana setiap peserta diminta menyampaikan kesan dan pesan mengenai pelatihan kultur jaringan tumbuhan.

Tahap persiapan

- Analisis situasi (observasi)
- Identifikasi program pengabdian dan penentuan waktu serta teknis pelaksanaan
- Persiapan modul, alat dan bahan pelatihan

Tahap evaluasi

- Observasi pelaksanaan dan penjelasan tiap kelompok
- Evaluasi kegiatan praktikum



Gambar 2. Tahapan Kegiatan Pelatihan Kultur Jaringan Tumbuhan di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan analisis permasalahan yang dihadapi siswa SMA BOPKRI 2 Yogyakarta, maka bentuk kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang diberikan adalah berupa pelatihan dengan partisipasi aktif siswa. Pelatihan kultur jaringan tumbuhan merupakan salah satu bentuk aplikasi bioteknologi dasar. Pelatihan ini diberikan melalui pemberian materi pengantar dalam bentuk ceramah interaktif dan diskusi, demonstrasi kegiatan praktikum dan pelaksanaan praktikum secara partisipatif oleh siswa secara berkelompok. Pemberian materi pengantar di awal pelatihan bertujuan untuk memberikan pengetahuan kepada siswa dalam mempelajari dan memperkaya materi kultur jaringan tumbuhan sebagai bentuk aplikasi bioteknologi dasar yang telah dipelajari siswa saat pelajaran Biologi di kelas. Materi pengantar yang diberikan dijelaskan pada tabel 1. Setelah pemberian materi pengantar, kegiatan dilanjutkan dengan demonstrasi dan pelaksanaan praktikum. Topik praktikum yang diberikan adalah pembuatan media kultur dan inokulasi (penanaman eksplan) (Tabel 1)

Tabel 1. Materi (teori dan praktik) pelatihan kultur jaringan tumbuhan

No	Topik teori	Topik praktikum
1	Definisi, ruang lingkup dan prinsip dasar kultur jaringan tumbuhan	Pembuatan media kultur jaringan tumbuhan
2	Kelebihan dan kelemahan kultur jaringan tumbuhan	Inokulasi eksplan
3	Tahapan kerja kultur jaringan tumbuhan	
4	Fasilitas kultur jaringan tumbuhan (laboratorium, alat dan bahan)	
5	Aplikasi kultur jaringan tumbuhan di Indonesia	
6	Manfaat kultur jaringan tumbuhan	

Sebelum siswa melaksanakan praktik pembuatan medium dan inokulasi eksplan, dosen terlebih dahulu memberikan demontrasi kegiatan praktikum yang bertujuan untuk memberikan gambaran teknis sekaligus menyiapkan siswa sebelum melakukan kegiatan praktik secara langsung. Pelaksanaan praktikum bertujuan untuk mengembangkan keterampilan siswa dalam menerapkan kultur jaringan tumbuhan sebagai bentuk aplikasi bioteknologi tumbuhan melalui pembelajaran yang partisipatif dan kolaboratif. Selain itu, praktikum juga dapat membantu siswa dalam mengimplementasikan teori yang diperoleh dan membantu siswa dalam mengembangkan daya nalar terhadap pembelajaran bioteknologi, struktur tumbuhan dan kultur jaringan tumbuhan.

Kegiatan pengabdian yang diberikan dalam bentuk edukasi (teori dan praktikum) ini terbukti efektif membantu siswa dalam memahami teori mengenai kultur jaringan tumbuhan dan terampil melaksanakan praktikum. Hal ini terlihat selama kegiatan diskusi interaktif berlangsung, sebagian besar siswa aktif bertanya dan dapat menjawab pertanyaan mengenai teori yang telah diberikan selama pelatihan.



Gambar 3. Pemberian materi pengantar (A) Tahap evaluasi (B) pelatihan kultur jaringan tumbuhan bagi siswa kelas X SMA BOPKRI 2 Yogyakarta

Selain itu, partisipasi aktif setiap siswa selama pelatihan berlangsung ditunjukkan melalui keterlibatan masing-masing siswa dalam kelompok kerja dalam mengerjakan setiap tahapan prosedur kultur jaringan tumbuhan. Gambar 4 (A-B) menunjukkan keterlibatan siswa dalam pembuatan medium kultur jaringan tumbuhan (Murashige and Skoog) dan penanaman eksplan daun ke dalam medium kultur (Gambar 4C-D). Keterlibatan siswa secara aktif dalam praktikum ini dapat mendukung pembelajaran Bioteknologi yang efektif. Kegiatan pelatihan yang terintegrasi dengan pelajaran Bioteknologi ini perlu dilaksanakan secara berkelanjutan guna membantu siswa dalam memenuhi capaian pembelajaran Bioteknologi khususnya untuk topik kultur jaringan tumbuhan.



Gambar 4. Kegiatan Praktikum Kultur Jaringan Tumbuhan (A-B) Pembuatan Medium Kultur (C-D) Inokulasi Eksplan

Dalam rangka mengukur ketercapaian tujuan pelatihan, maka dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini juga dilakukan evaluasi kegiatan. Tahapan evaluasi dilakukan melalui observasi keterampilan berbasis indikator prosedural serta tanya jawab lisan untuk mengukur pemahaman konseptual siswa. Hasil evaluasi pelatihan kultur jaringan tumbuhan disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Perubahan Pengetahuan Dan Keterampilan Siswa Setelah Pelatihan Kultur Jaringan Tumbuhan

No	Indikator evaluasi	Sebelum pelatihan	Setelah pelatihan	Status ketercapaian
1	Mampu membuat medium MS sesuai prosedur	0%	100%	Tercapai
2	Mampu melakukan sterilisasi dan inokulasi eksplan ke dalam medium MS sesuai prosedur	0%	100%	Tercapai
3	Mampu menjelaskan tujuan, manfaat dan tahapan medium kultur jaringan tumbuhan	0%	100%	Tercapai
4	Mampu menjelaskan tujuan, manfaat dan tahapan sterilisasi dan inokulasi eksplan	0%	100%	Tercapai

Berdasarkan hasil pada tabel 2, seluruh indikator menunjukkan peningkatan keterampilan dan pengetahuan mengenai kultur jaringan tumbuhan dari 0% menjadi 100%. Sebelum pelatihan, siswa belum pernah melakukan praktik pembuatan medium dan inokulasi eksplan sehingga tidak memiliki pemahaman konseptual dan keterampilan prosedural secara runtut mengenai tahapan kultur jaringan tumbuhan. Setelah mengikuti pelatihan berbasis laboratorium mini, seluruh siswa dalam kelompok kerja mampu menyelesaikan pembuatan medium kultur sesuai prosedur, termasuk mampu melakukan penimbangan bahan medium meliputi unsur makronutrien, mikronutrien, pengecekan pH, dan pelarutan bahan-bahan. Selain itu, pada tahap inokulasi, siswa mampu menerapkan teknik kerja aseptis dengan benar dan menyelesaikan prosedur termasuk sterilisasi eksplan daun dan inokulasi eksplan ke dalam medium MS. Selain itu, siswa mampu menjelaskan tujuan, manfaat serta tahapan kerja pembuatan media kultur jaringan dan teknik sterilisasi serta inokulasi eksplan secara lisan saat sesi evaluasi. Hal ini menunjukkan bahwa praktik langsung tidak hanya meningkatkan keterampilan psikomotorik saja namun juga dapat memperkuat pemahaman konseptual siswa. Peningkatan menyeluruh pada aspek kognitif dan keterampilan ini mengindikasikan bahwa pendekatan partisipatif berbasis pengalaman efektif dalam mengatasi kesenjangan antara teori dan praktik dalam pembelajaran bioteknologi di tingkat SMA. Setelah tahapan evaluasi, kegiatan ditutup dengan foto bersama siswa dan wali kelas (Gambar 5A-B).

Efektivitas pelaksanaan kegiatan pelatihan kultur jaringan tumbuhan sebagai bentuk aplikasi Bioteknologi bagi siswa SMA ini juga sejalan dengan beberapa hasil kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang

dilaporkan oleh Kurnianingsih et al.(2020) yang membuktikan bahwa pelatihan kultur jaringan tumbuhan mampu meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mitra pengabdian tentang kultur jaringan tanaman yang diukur berdasarkan antusiasme peserta selama kegiatan pelatihan dan meningkatnya persentase jumlah peserta dengan kriteria baik untuk tingkat pengetahuan dari 0% menjadi 54.5%. Selain itu, Kasim et al.(2020) juga melaporkan bahwa kegiatan pelatihan kultur jaringan tumbuhan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Tadulako, secara efektif meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dan siswa SMK Negeri 3 Sigi (28 orang) dan SMA Negeri 5 Tondo Palu (25 orang) dalam melakukan teknik kultur jaringan. Selain mendukung efektivitas pembelajaran Bioteknologi bagi siswa SMA, kegiatan pelatihan kultur jaringan tumbuhan juga efektif dalam meningkatkan pengetahuan dan keterampilan guru SMA yang mengajar Bioteknologi di SMA. Hal ini dilaporkan oleh Nurcahyani et al.(2021), bahwa pelatihan kultur jaringan tumbuhan bagi Guru Biologi SMA kabupaten Tanggamus, Lampung menunjukkan peningkatan pengetahuan dan pemahaman dari 39,8% (sebelum kegiatan) menjadi 88.0% (setelah kegiatan). Yachya et al. (2022) juga melaporkan bahwa pelatihan kultur jaringan tumbuhan bagi Guru MGMP Biologi se- Jawa Timur efektif meningkatkan pemahaman sebesar 59,26% tentang materi teknis kultur jaringan meliputi tahap persiapan, tahap inisiasi, tahap multiplikasi, tahap aklimatisasi.



Gambar 5. Penutupan pelatihan kultur jaringan tumbuhan di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta

V. KESIMPULAN

Program pelatihan kultur jaringan tumbuhan di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta berhasil menjawab permasalahan mitra terkait keterbatasan praktikum Bioteknologi di sekolah. Melalui pendekatan pelatihan berbasis laboratorium mini, siswa memperoleh pengalaman langsung dalam menerapkan teknik kultur jaringan yang sebelumnya belum pernah diberikan. Keberhasilan program ditunjukkan oleh meningkatnya keterampilan seluruh siswa (dari 0% menjadi 100%) dalam membuat media kultur jaringan dasar yaitu Murashige and Skoog (MS) dan menginokulasi eksplan steril ke dalam medium MS sesuai dengan prosedur dan waktu yang diberikan. Selain itu, pelatihan ini juga meningkatkan pemahaman pengetahuan siswa (dari 0% menjadi 100%) dalam menjelaskan manfaat, tujuan dan tahapan pembuatan media MS dan inokulasi eksplan dengan tepat. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan yang diintegrasikan dengan pembelajaran bioteknologi di kelas efektif dalam memperkuat pemahaman konseptual dan keterampilan praktik siswa pada topik kultur jaringan tumbuhan. Untuk memastikan keberlanjutan program, diperlukan integrasi laboratorium mini ke dalam pembelajaran Biologi secara berkala serta pengembangan topik praktikum lanjutan, termasuk pengamatan hasil kultur, pendalaman teknik aseptis yang dilakukan langsung di *Laminar Air Flow* (LAF) laboratorium kultur jaringan Universitas dosen penyelenggara pengabdian dan proses aklimatisasi hasil kultur jaringan. Kolaborasi berkelanjutan antara sekolah dan perguruan tinggi juga direkomendasikan guna mendukung peningkatan kapasitas guru dan optimalisasi pembelajaran Bioteknologi berbasis praktik di SMA.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta yang telah memberikan pendanaan kegiatan mini lab di SMA BOPKRI 2 Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajiningrum, P. S., & Andriani, V. (2022). Pengenalan dan Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tanaman pada Guru MGMP Biologi SMA Se-Jawa Timur. *Jurnal Penamas Adi Buana* 6(1), 31–36.
- Bidabadi, S. S., & Mohan Jain, S. (2020). Cellular, molecular, and physiological aspects of in vitro plant regeneration. *Plants*, 9(6), 10–13. <https://doi.org/10.3390/plants9060702>

- Chandran, H., Meena, M., Barupal, T., & Sharma, K. (2020). Plant tissue culture as a perpetual source for production of industrially important bioactive compounds. *Biotechnology Reports*, 26, e00450. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00450>
- Firda, A. (2019). Analisis Kesulitan Belajar Siswa SMA pada Materi Kultur Jaringan Tumbuhan. *Bio-Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 73–77. <https://journal.unilak.ac.id/index.php/BL/article/view/2694>
- Kasim, H., Basri, Z., Amir, J., & Nursalam. (2020). Pelatihan Kultur Jaringan Kepada SMA dan SMK. *Mosintuvu: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(Desember 2020), 63–70. <http://jurnal.faperta.untad.ac.id/index.php/MOSINTUVU/article/view/632/622>
- Kurnianingsih, R., Ghazali, M., Rosidah, S., Muspiah, A., Astuti, S., & Nikmatullah, A. (2020). Pelatihan Teknik Dasar Kultur Jaringan Tumbuhan. *JMM (Jurnal Masyarakat Mandiri)*, 4(5), 888–896. <http://journal.ummat.ac.id/index.php/jmm/article/view/3049>
- Moda, K. F. (2022). Pelatihan Kultur Jaringan sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan di SMA Negeri 1 Glagah. 20180308022.
- Munawir. (2020). *Modul Pembelajaran SMA BIOLOGI: Bioteknologi Biologi Kelas XII*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.
- Nurchayani, E., Zulkifli, Z., & Kanedi, M. (2021). Pengenalan dan Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tumbuhan Bagi Guru Biologi SMA Se-Kabupaten Tanggamus Provinsi Lampung. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (JPKM) TABIKPUN*, 2(1), 39–46. <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v2i1.26>
- Ochatt, S. J., Atif, R. M., Patat-Ochatt, E. M., Jacas, L., & Conreux, C. (2010). Competence versus recalcitrance for in vitro regeneration. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 38(2), 102–108.
- Restiani, R. (2022). Pelatihan Kultur Jaringan Anggrek Sebagai Upaya Peningkatan Keterampilan Bioteknologi di SMA Santa Maria Yogyakarta. *Sendimas*. <https://sendimas2022.maranatha.edu/index.php/2022/2022/paper/viewFile/190/110>
- Restiani, R., Ariestanti, C. A., Purba, L. H. P. S., Retnowati, T. S., Matheos, J. H., Kaban, S. M. P., & Sekar, A. A. (2023). Pelatihan Kultur Jaringan Tumbuhan Bagi Siswa SMA Negeri 7 Yogyakarta. *Servirisma: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 81–90. <https://doi.org/10.21460/servirisma.2023.32.44>
- 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>
- Restiani, R., Galgani, G., Sekar, A. A., Marendeng, Y. K., Sinambela, G. R., & Vioenta, M. G. (2024). Edukasi Kultur Jaringan Tumbuhan bagi Siswa SMA. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Nusantara*, 5(2), 2357–2362.
- Sharma, H., & Vashistha, B. D. (2015). Plant tissue culture: a biological tool for solving the problem of propagation of medicinally important woody plants-A review. *International Journal of Advanced Research*, 3(2), 402–411.
- Srivastava, D. K., Thakur, A. K., & Kumar, P. (2022). Agricultural Biotechnology: Latest Research and Trends. In *Agricultural Biotechnology: Latest Research and Trends*. <https://doi.org/10.1007/978-981-16-2339-4>
- Wahyuni, F. D., Novianti, T., & Saraswati, H. S. (2020). Pengenalan Bioteknologi dan Metode Kultur Jaringan Persiapan Generasi Baru. *Jurnal Abdimas Universitas Esa Unggul*, 6(3), 204–208.
- Yachya, A., Sopandi, T., W.K, P. S., Binawati, D. K., Ngadiani, Ajiningrum, P. S., & Andriani, V. (2022). Pengenalan dan Pelatihan Teknik Kultur Jaringan Tanaman pada Guru MGMP Biologi SMA Se-Jawa Timur. *Jurnal Penamas Adi Buana*, 6(1), 31–36.
- Zulpadly, Z., Harahap, F., & Edi, S. (2016). Analisis Kesulitan Belajar Siswa Materi Bioteknologi SMA Negeri Se-Kabupaten Rokan Hilir. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 242–248. <https://doi.org/10.24114/jpb.v6i1.4327>