

**PENGEMBANGAN BUKU REFERENSI BERBASIS RISET
PERBANYAKAN TANAMAN ANGGREK *Dendrobium* sp. SECARA *IN VITRO***

Nabilah Syahirah Azhari¹, Fauziyah Harahap², Ashar Hasairin³

Universitas Negeri Medan^{1,2,3}

nabilah.8246173001@mhs.unimed.ac.id¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan buku referensi berbasis riset mengenai perbanyakan anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro* yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar pada mata kuliah Kultur Jaringan. Penelitian ini menerapkan metode *Research and Development* (R&D) dengan model 4-D yang mencakup tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Penyusunan buku didasarkan pada hasil penelitian multiplikasi tunas *Dendrobium* sp. melalui penggunaan kombinasi zat pengatur tumbuh *Indole-3-Butyric Acid* (IBA) dan *6-Benzylaminopurine* (BAP), serta kombinasi IBA dan kinetin pada media Murashige and Skoog (MS). Penilaian kelayakan produk dilakukan oleh dua ahli materi, satu ahli desain pembelajaran, dan satu ahli desain grafis, sedangkan uji kepraktisan melibatkan satu dosen pengampu mata kuliah dan 42 mahasiswa Program Studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi IBA dengan BAP maupun IBA dengan kinetin secara umum tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, dan waktu muncul tunas. Hasil validasi menunjukkan bahwa buku referensi memperoleh kategori layak hingga sangat layak dengan persentase penilaian sebesar 76,47% dan 98,82% dari ahli materi, 87,50% dari ahli desain pembelajaran, serta 80,00% dari ahli desain grafis. Sementara itu, hasil uji kepraktisan memperoleh persentase sebesar 84,00% dari dosen, 78,67% pada uji perorangan, 88,44% pada uji kelompok kecil, dan 77,20% pada uji kelompok besar yang termasuk dalam kategori praktis hingga sangat praktis. Berdasarkan hasil tersebut, buku referensi berbasis riset dinyatakan layak dan praktis digunakan sebagai sumber belajar pendukung dalam pembelajaran mata kuliah Kultur Jaringan.

Kata Kunci: Buku Referensi Berbasis Riset, *Dendrobium* Sp., Kultur Jaringan, Model Pengembangan 4-D, Multiplikasi Tunas

ABSTRACT

This study aimed to develop a research-based reference book on the in vitro propagation of Dendrobium sp. orchids as a learning resource for the Plant Tissue Culture course. This study employed a Research and Development (R&D) method using the Four-D (4-D) development model, which consists of define, design, develop, and disseminate stages. The reference book was developed based on

research findings on the shoot multiplication of *Dendrobium* sp. using combinations of the plant growth regulators Indole-3-Butyric Acid (IBA) and 6-Benzylaminopurine (BAP), as well as IBA and kinetin in Murashige and Skoog (MS) medium. Product feasibility was evaluated by two subject-matter experts, one instructional design expert, and one graphic design expert, while the practicality test involved one lecturer and 42 students from the Biology Education Study Program at the State Islamic University of North Sumatra. The results showed that the combinations of IBA with BAP and IBA with kinetin generally had no significant effect on shoot number, shoot length, leaf number, and shoot emergence time. The validation results showed that the developed reference book was categorized as feasible to highly feasible, with validation scores of 76.47% and 98.82% from the subject-matter experts, 87.50% from the instructional design expert, and 80.00% from the graphic design expert. Furthermore, the practicality evaluation obtained scores of 84.00% from the lecturer, 78.67% in the individual trial, 88.44% in the small-group trial, and 77.20% in the large-group trial, indicating that the book was practical to highly practical. Based on these findings, the research-based reference book was considered feasible and practical for use as a supplementary learning resource in the Plant Tissue Culture course.

Keywords: 4-D Development Model, *Dendrobium* Sp., Research-Based Reference Book, Shoot Multiplication, Tissue Culture

PENDAHULUAN

Keterampilan kultur jaringan merupakan salah satu kompetensi yang perlu dikuasai mahasiswa Program Studi Tadris Biologi sebagai bekal dalam bidang bioteknologi tanaman. Pembelajaran di perguruan tinggi dituntut untuk mengintegrasikan teori dan praktik guna membekali mahasiswa dengan pemahaman konseptual sekaligus kemampuan mengimplementasikan konsep melalui kegiatan laboratorium. Proses pembelajaran tersebut memungkinkan mahasiswa membangun pengetahuan berdasarkan pengalaman langsung sehingga pemahaman yang diperoleh menjadi lebih bermakna (Hasan, 2022).

Namun, pelaksanaan praktikum kultur jaringan di perguruan tinggi belum sepenuhnya didukung oleh sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Meskipun telah mengikuti praktikum, mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami tahapan kerja, penggunaan alat dan bahan, serta prosedur kultur jaringan secara sistematis. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan buku referensi yang mengintegrasikan konsep teoretis dengan hasil penelitian dan prosedur praktikum. Harahap dan Siregar (2021) menyatakan bahwa buku kultur jaringan yang digunakan mahasiswa masih memiliki beberapa kelemahan, seperti kualitas gambar yang kurang informatif, penggunaan bahasa yang sulit dipahami, serta minimnya penjelasan istilah ilmiah dan contoh aplikatif. Keterbatasan tersebut menyebabkan pemahaman mahasiswa terhadap teknik kultur

jaringan belum optimal. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan mahasiswa terhadap sumber belajar yang sistematis, kontekstual, dan berbasis riset dengan bahan ajar yang tersedia.

Hasil analisis kebutuhan terhadap mahasiswa Program Studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara memperkuat kondisi tersebut. Sebagian besar mahasiswa membutuhkan buku referensi yang lebih aplikatif dan terstruktur, masih mengalami kesulitan memahami alat, bahan, dan media kultur jaringan, serta memiliki minat untuk mempelajari teknik kultur jaringan menggunakan objek anggrek (*Dendrobium* sp.). Hasil wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Kultur Jaringan juga menunjukkan bahwa belum tersedianya buku referensi berbasis riset menjadi salah satu faktor yang menghambat mahasiswa dalam memahami dan melaksanakan praktikum secara mandiri.

Pengembangan buku referensi berbasis riset merupakan salah satu alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut karena mampu mengintegrasikan teori, prosedur praktikum, dan hasil penelitian ke dalam satu sumber belajar yang sistematis. Buku ini diharapkan dapat memperkaya literatur pembelajaran, meningkatkan kualitas pembelajaran berbasis laboratorium, serta membantu mahasiswa menghubungkan konsep ilmiah dengan praktik yang dilakukan secara langsung (Nasution & Nasution, 2022). Penelitian ini menggunakan tanaman anggrek (*Dendrobium* sp.) sebagai objek kajian karena memiliki nilai ekonomi tinggi dan relevan sebagai media pembelajaran kultur jaringan. Materi yang disajikan dalam buku dikembangkan berdasarkan hasil penelitian multiplikasi tunas *Dendrobium* sp. menggunakan kombinasi zat pengatur tumbuh *Indole-3-Butyric Acid* (IBA) sebagai auksin dengan *6-Benzylaminopurine* (BAP) dan kinetin sebagai sitokinin.

Penelitian Anwar et al. (2021) menunjukkan bahwa BAP efektif meningkatkan pertumbuhan tunas pada *Dendrobium bifalce*. Selain itu, Sarkar et al. (2024) melaporkan bahwa penambahan kinetin pada media Murashige and Skoog (MS) mampu mempercepat inisiasi tunas serta meningkatkan jumlah daun pada *Dendrobium moschatum*. Hasil-hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan sitokinin berperan penting dalam mendukung multiplikasi tunas anggrek secara *in vitro*, sehingga layak diintegrasikan ke dalam buku referensi berbasis riset sebagai sumber belajar yang kontekstual.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan pada pengembangan buku referensi berbasis riset yang mengintegrasikan hasil penelitian multiplikasi tunas anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro* dengan kebutuhan pembelajaran mata kuliah Kultur Jaringan. Buku yang dikembangkan tidak hanya menyajikan konsep teoretis, tetapi juga memuat prosedur, hasil riset, dan informasi aplikatif yang dapat membantu mahasiswa memahami praktik kultur jaringan secara lebih sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan buku referensi berbasis riset mengenai kultur jaringan tanaman anggrek (*Dendrobium* sp.) melalui model pengembangan 4-D. Buku yang dihasilkan diharapkan menjadi

sumber belajar yang layak dan praktis sehingga mampu meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan praktis mahasiswa dalam pelaksanaan kultur jaringan, khususnya pada tahap multiplikasi tunas.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan (*Research and Development/R&D*) yang menggunakan model pengembangan 4-D yang dikembangkan oleh Thiagarajan et al. (1974), meliputi tahap *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Tahap *define* dilakukan melalui analisis kebutuhan mahasiswa, analisis konsep, analisis tugas, dan perumusan tujuan pembelajaran. Tahap *design* meliputi penyusunan rancangan awal buku referensi berbasis riset. Selanjutnya, pada tahap *develop* dilakukan penyusunan buku berdasarkan hasil penelitian kultur jaringan, validasi oleh ahli materi, ahli desain pembelajaran, dan ahli desain grafis, serta uji coba kepada mahasiswa dan dosen. Tahap *disseminate* dilakukan secara terbatas di Program Studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara.

Subjek dalam penelitian ini meliputi dua orang ahli materi, satu orang ahli desain pembelajaran, satu orang ahli desain grafis, satu orang dosen pengampu mata kuliah Kultur Jaringan, dan 42 mahasiswa Program Studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Adapun objek yang dikembangkan berupa buku referensi berbasis riset mengenai multiplikasi tunas anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro*.

Data penelitian diperoleh melalui wawancara, angket analisis kebutuhan, lembar validasi ahli, dan angket respons pengguna. Seluruh instrumen menggunakan skala Likert lima tingkat. Data kuantitatif dianalisis dalam bentuk persentase kelayakan dan kepraktisan menggunakan rumus berikut.

$$\text{Kelayakan/Kepraktisan} = \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{jumlah skor maksimal}} \times 100\% \quad (1)$$

Kriteria penafsiran persentase kelayakan mengacu pada klasifikasi yang dikembangkan oleh Sugiyono (2013), yaitu 81–100% termasuk kategori sangat layak atau sangat praktis, 61–80% termasuk kategori layak atau praktis, 41–60% termasuk kategori cukup layak atau cukup praktis, 21–40% termasuk kategori tidak layak atau tidak praktis, dan 0–20% termasuk kategori sangat tidak layak atau sangat tidak praktis.

Dasar penyusunan isi buku referensi dilakukan melalui penelitian multiplikasi tunas anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro* menggunakan media MS. Penelitian disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 3 × 4 dengan dua riset, yaitu kombinasi IBA dan BAP serta kombinasi IBA dan kinetin. Faktor pertama adalah konsentrasi IBA yang terdiri atas 0; 0,1; dan 0,2 ppm, sedangkan faktor kedua adalah konsentrasi BAP atau kinetin yang terdiri atas 0; 0,5; 1; dan 1,5 ppm. Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak empat kali.

Rancangan kombinasi perlakuan pada penelitian yang menggunakan IBA dan BAP disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan IBA dan BAP

BAP (ppm)	IBA 0 ppm	IBA 0,1 ppm	IBA 0,2 ppm
0	I0B0	I1B0	I2B0
0,5	I0B1	I1B1	I2B1
1	I0B2	I1B2	I2B2
1,5	I0B3	I1B3	I2B3

Berdasarkan Tabel 1, kombinasi perlakuan IBA dan BAP terdiri atas 12 kombinasi perlakuan yang diperoleh dari tiga taraf konsentrasi IBA dan empat taraf konsentrasi BAP. Kombinasi tersebut digunakan untuk mengetahui pengaruh interaksi antara auksin dan sitokinin terhadap multiplikasi tunas anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro*.

Rancangan kombinasi perlakuan pada penelitian yang menggunakan IBA dan kinetin disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kombinasi Perlakuan IBA dan Kinetin

Kinetin (ppm)	IBA 0 ppm	IBA 0,1 ppm	IBA 0,2 ppm
0	I0K0	I1K0	I2K0
0,5	I0K1	I1K1	I2K1
1	I0K2	I1K2	I2K2
1,5	I0K3	I1K3	I2K3

Berdasarkan Tabel 2, kombinasi perlakuan IBA dan kinetin juga terdiri atas 12 kombinasi perlakuan yang diperoleh dari tiga taraf konsentrasi IBA dan empat taraf konsentrasi kinetin. Rancangan ini digunakan untuk membandingkan respons multiplikasi tunas anggrek (*Dendrobium* sp.) terhadap kombinasi IBA dengan jenis sitokinin yang berbeda.

Parameter yang diamati meliputi jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, dan waktu muncul tunas pertama selama 12 minggu pengamatan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dua arah setelah memenuhi uji normalitas dan homogenitas. Apabila terdapat pengaruh yang nyata pada taraf 1%, analisis dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

HASIL PENELITIAN

Tahap *define* bertujuan mengidentifikasi kebutuhan pengembangan buku referensi berbasis riset kultur jaringan tanaman anggrek (*Dendrobium* sp.). Hasil wawancara dengan dosen pengampu mata kuliah Kultur Jaringan menunjukkan bahwa sumber belajar yang digunakan masih berupa buku kultur jaringan umum dan belum membahas secara spesifik teknik multiplikasi tunas anggrek berdasarkan

hasil penelitian. Selain itu, mahasiswa masih mengalami kesulitan menghubungkan konsep teori dengan pelaksanaan praktikum.

Hasil analisis kebutuhan mahasiswa menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa memerlukan buku referensi yang lebih sistematis, aplikatif, dan berbasis hasil penelitian. Mahasiswa juga mengharapkan materi mengenai media kultur, zat pengatur tumbuh, serta tahapan multiplikasi tunas yang disertai dokumentasi dan data penelitian. Temuan tersebut menunjukkan bahwa pengembangan buku referensi berbasis riset diperlukan untuk mendukung pembelajaran kultur jaringan yang lebih kontekstual.

Tahap *design* menghasilkan rancangan awal buku referensi yang disusun berdasarkan hasil penelitian multiplikasi tunas anggrek *Dendrobium* sp. secara *in vitro*. Buku terdiri atas materi dasar kultur jaringan, laboratorium kultur jaringan, media kultur, zat pengatur tumbuh, teknik perbanyakan anggrek secara *in vitro*, hasil penelitian multiplikasi tunas, serta permasalahan yang sering dijumpai selama kultur jaringan. Buku disusun menggunakan ukuran kertas B5 dengan jenis huruf Montserrat ukuran 11 pt dan spasi 1,15. Penyajian materi dilengkapi gambar, tabel hasil penelitian, dan dokumentasi kegiatan laboratorium sehingga mampu menghubungkan konsep dengan praktik.

Penelitian kultur jaringan dilakukan menggunakan kombinasi IBA dan BAP, serta IBA dan kinetin pada media MS. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi IBA dan BAP tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, maupun waktu muncul tunas ($p > 0,01$). Ringkasan hasil uji hipotesis kombinasi IBA dan BAP terhadap multiplikasi tunas *Dendrobium* sp. disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Ringkasan Hasil Uji Hipotesis Kombinasi IBA dan BAP terhadap Multiplikasi Tunas *Dendrobium* sp.

Parameter	p-value	Keterangan
Jumlah tunas	0,494	Tidak berpengaruh nyata
Panjang tunas	0,871	Tidak berpengaruh nyata
Jumlah daun	0,486	Tidak berpengaruh nyata
Waktu muncul tunas	0,190	Tidak berpengaruh nyata

Berdasarkan Tabel 3, seluruh parameter pengamatan pada kombinasi IBA dan BAP memperoleh nilai p-value lebih besar dari 0,01. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kombinasi IBA dan BAP tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, maupun waktu muncul tunas pada multiplikasi tunas anggrek *Dendrobium* sp. secara *in vitro*.

Hasil analisis pada kombinasi IBA dan kinetin juga menunjukkan bahwa seluruh parameter pengamatan tidak berbeda nyata ($p > 0,01$). Ringkasan hasil uji hipotesis kombinasi IBA dan kinetin terhadap multiplikasi tunas *Dendrobium* sp. disajikan pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Ringkasan Hasil Uji Hipotesis Kombinasi IBA dan Kinetin terhadap Multiplikasi Tunas *Dendrobium* sp.

Parameter	p-value	Keterangan
Jumlah tunas	0,296	Tidak berpengaruh nyata
Panjang tunas	0,293	Tidak berpengaruh nyata
Jumlah daun	0,200	Tidak berpengaruh nyata
Waktu muncul tunas	0,948	Tidak berpengaruh nyata

Berdasarkan Tabel 4, seluruh parameter pengamatan pada kombinasi IBA dan kinetin juga menunjukkan nilai p-value lebih besar dari 0,01. Dengan demikian, kombinasi IBA dan kinetin tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, dan waktu muncul tunas pada eksplan anggrek *Dendrobium* sp.

Meskipun secara statistik kedua kombinasi perlakuan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata, terdapat kecenderungan bahwa penggunaan IBA 0 ppm memberikan respons pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan pemberian IBA 0,1 ppm maupun 0,2 ppm. Perlakuan I0K0 menghasilkan rata-rata jumlah tunas tertinggi, yaitu 2,00 tunas, dan panjang tunas tertinggi, yaitu 1,85 cm. Sementara itu, jumlah daun tertinggi diperoleh pada perlakuan I0K1,5 dengan rata-rata 5,00 helai daun. Pada parameter waktu muncul tunas, perlakuan I0B0,5 menunjukkan waktu kemunculan tunas tercepat, yaitu rata-rata 2,50 minggu setelah tanam (MST). Walaupun perbedaan tersebut tidak berpengaruh nyata secara statistik, hasil ini menunjukkan adanya kecenderungan bahwa kombinasi tanpa penambahan IBA dengan konsentrasi sitokinin yang sesuai mampu mendukung pembentukan tunas lebih cepat pada eksplan anggrek *Dendrobium* sp.

Pada tahap *develop*, buku referensi berbasis riset multiplikasi tunas anggrek *Dendrobium* sp. divalidasi oleh dua ahli materi, satu ahli desain pembelajaran, dan satu ahli desain grafis. Validasi bertujuan untuk menilai kelayakan isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan buku sebagai sumber belajar pada mata kuliah Kultur Jaringan. Hasil validasi buku referensi berbasis riset disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Validasi Buku Referensi Berbasis Riset

Validator	Persentase (%)	Kategori
Ahli materi I	76,47	Layak
Ahli materi II	98,82	Sangat layak
Ahli desain pembelajaran	87,50	Sangat layak
Ahli desain grafis	80,00	Layak

Berdasarkan Tabel 5, buku referensi berbasis riset memperoleh penilaian layak hingga sangat layak dari seluruh validator. Ahli materi I memberikan persentase kelayakan sebesar 76,47%, ahli materi II sebesar 98,82%, ahli desain pembelajaran sebesar 87,50%, dan ahli desain grafis sebesar 80,00%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kelayakan

dari aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan. Selanjutnya, buku direvisi berdasarkan saran para validator sebelum diujicobakan kepada pengguna.

Hasil uji kepraktisan buku referensi disajikan pada Tabel 6 berikut.

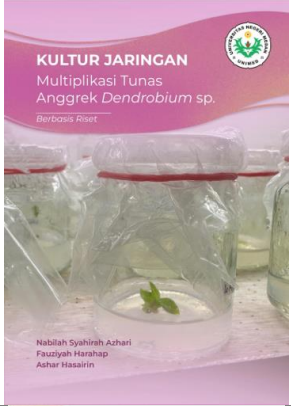
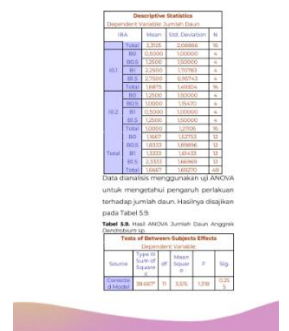
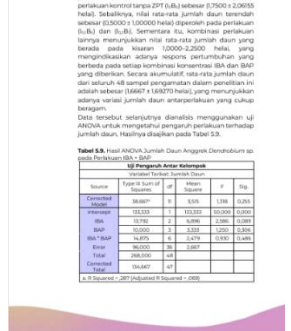
Tabel 6. Hasil Uji Kepraktisan Buku Referensi

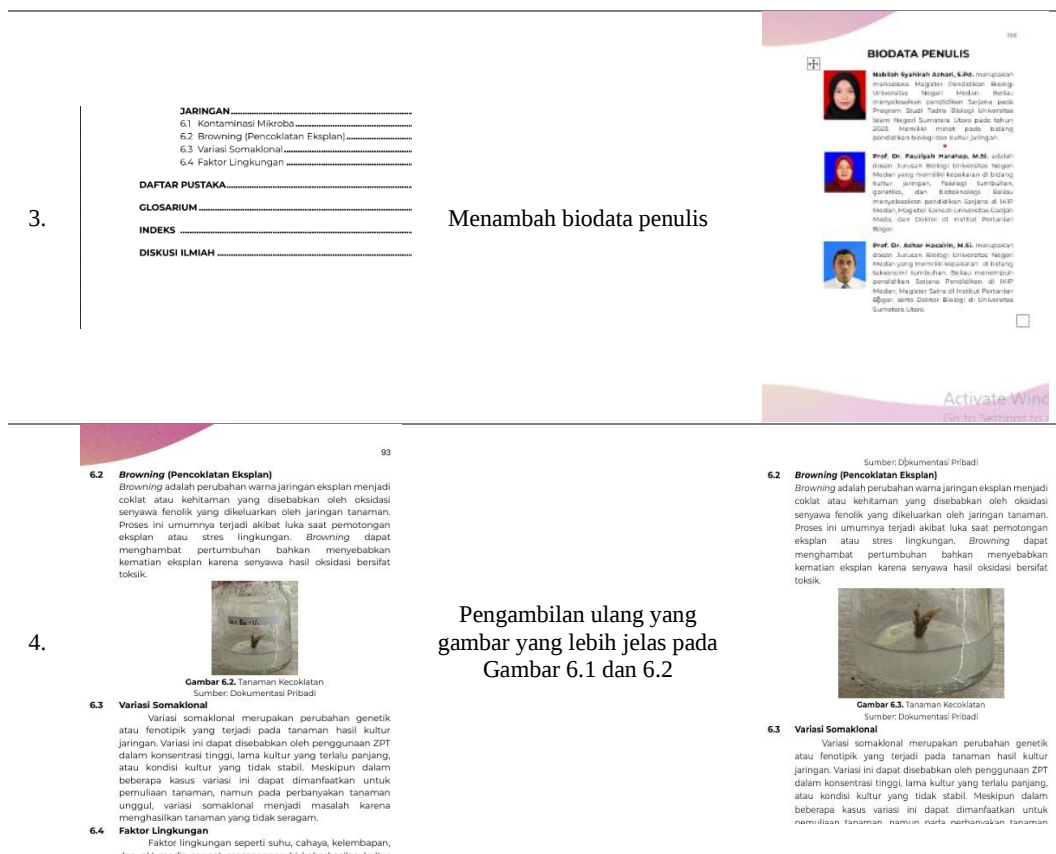
Responden	Persentase (%)	Kategori
Dosen	84,00	Sangat praktis
Uji perorangan (3 mahasiswa)	78,67	Praktis
Uji kelompok kecil (9 mahasiswa)	88,44	Sangat praktis
Uji kelompok besar (30 mahasiswa)	77,20	Praktis

Berdasarkan Tabel 6, buku referensi berbasis riset memperoleh kategori praktis hingga sangat praktis pada seluruh tahapan uji coba. Dosen memberikan penilaian sebesar 84,00% dengan kategori sangat praktis, sedangkan mahasiswa memberikan penilaian sebesar 78,67% pada uji perorangan, 88,44% pada uji kelompok kecil, dan 77,20% pada uji kelompok besar. Temuan tersebut menunjukkan bahwa buku referensi mudah digunakan, membantu mahasiswa memahami materi kultur jaringan, serta praktis diterapkan sebagai sumber belajar pendukung pada mata kuliah Kultur Jaringan.

Ringkasan revisi produk berdasarkan masukan validator dan pengguna disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Ringkasan Revisi Produk Berdasarkan Masukan Validator dan Pengguna

No	Sebelum Revisi	Saran Validator	Sesudah Revisi
1.		Mengganti ilustrasi sampul yang lebih representatif	
2.		Memperbaiki pengaturan spasi dan tata letak tabel	



Berdasarkan Tabel 7, revisi produk dilakukan berdasarkan masukan validator dan pengguna untuk meningkatkan kualitas buku referensi. Revisi yang dilakukan meliputi penyempurnaan aspek tampilan, penyajian, dan kelengkapan isi buku. Perbaikan tersebut bertujuan meningkatkan kualitas visual, keterbacaan, serta kelengkapan informasi sehingga buku referensi lebih layak digunakan sebagai sumber belajar pada mata kuliah Kultur Jaringan.

Tahap *disseminate* dilakukan secara terbatas (*limited dissemination*) dengan mendistribusikan buku referensi berbasis riset kepada dosen pengampu mata kuliah Kultur Jaringan dan mahasiswa Program Studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Penyebaran terbatas ini bertujuan untuk memperkenalkan produk kepada pengguna sasaran serta mendukung pemanfaatannya sebagai sumber belajar dalam pembelajaran kultur jaringan. Hasil validasi dan uji kepraktisan menunjukkan bahwa buku referensi yang dikembangkan telah memenuhi kriteria layak dan praktis, sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan ajar pendukung pada mata kuliah Kultur Jaringan.

PEMBAHASAN

Penerapan model pengembangan 4-D memungkinkan proses pengembangan buku referensi dilaksanakan secara sistematis melalui tahapan *define, design, develop, dan disseminate*. Pada tahap *define*, hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa mahasiswa masih mengalami kendala dalam menghubungkan

konsep kultur jaringan dengan kegiatan praktikum di laboratorium. Hal ini disebabkan oleh sumber belajar yang tersedia masih bersifat umum dan belum mengintegrasikan hasil penelitian yang relevan dengan materi pembelajaran. Kondisi tersebut mengindikasikan adanya ketidaksesuaian antara kebutuhan mahasiswa terhadap sumber belajar yang kontekstual dan bahan ajar yang tersedia. Oleh karena itu, pengembangan buku referensi berbasis riset menjadi salah satu solusi untuk menyediakan sumber belajar yang lebih sesuai dengan kebutuhan pembelajaran. Temuan ini didukung oleh Suhermi et al. (2025) yang menyatakan bahwa pembelajaran kontekstual dapat meningkatkan pemahaman konsep melalui keterkaitan antara materi pembelajaran dan pengalaman nyata. Sejalan dengan itu, Slamet (2022) menegaskan bahwa pengembangan bahan ajar perlu diawali dengan analisis kebutuhan pengguna agar sesuai dengan karakteristik mahasiswa serta capaian pembelajaran yang diharapkan.

Pada tahap *design*, buku referensi dirancang dengan memadukan materi dasar kultur jaringan, tahapan praktikum, serta hasil penelitian mengenai multiplikasi tunas anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro*. Penyusunan isi buku dilengkapi dengan ilustrasi, tabel, dokumentasi kegiatan penelitian, dan pembahasan hasil penelitian sehingga materi disajikan secara lebih komprehensif. Penyajian tersebut bertujuan untuk membantu mahasiswa memahami keterkaitan antara konsep teoretis dan penerapannya dalam kegiatan laboratorium. Pendekatan ini sejalan dengan Hasan (2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran berbasis riset mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis, keterampilan pemecahan masalah, serta sikap ilmiah mahasiswa melalui pemanfaatan hasil penelitian sebagai bagian dari sumber belajar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi IBA dan BAP tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap parameter jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, maupun waktu muncul tunas. Hasil serupa juga ditemukan pada kombinasi IBA dan kinetin, yang tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan, yaitu jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, dan waktu muncul tunas. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penambahan IBA pada konsentrasi yang diuji belum mampu mengoptimalkan pertumbuhan eksplan secara menyeluruh. Fenomena ini berkaitan dengan kemungkinan keberadaan auksin endogen yang telah mencukupi di dalam jaringan eksplan, sehingga aplikasi auksin eksogen berpotensi mengganggu keseimbangan hormonal yang diperlukan selama proses organogenesis. Dengan demikian, peningkatan konsentrasi IBA tidak selalu diikuti oleh peningkatan respons pertumbuhan. Hasil penelitian ini didukung oleh Widiayani et al. (2024) yang menyatakan bahwa keberhasilan kultur jaringan sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara auksin dan sitokinin dalam media kultur, di mana dominasi sitokinin umumnya lebih efektif dalam merangsang pembentukan tunas.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa kinetin cenderung memberikan respons pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan BAP. Perlakuan yang

menggunakan kinetin menghasilkan kecenderungan rata-rata jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, dan waktu muncul tunas yang lebih baik dibandingkan perlakuan yang menggunakan BAP. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa jenis sitokinin dapat memberikan respons fisiologis yang berbeda terhadap eksplan *Dendrobium* sp. Temuan ini mendukung hasil penelitian Sarkar et al. (2024) yang melaporkan bahwa kinetin pada media MS mampu mempercepat inisiasi tunas dan meningkatkan jumlah daun pada *Dendrobium moschatum*. Di sisi lain, Anwar et al. (2021) melaporkan bahwa BAP efektif meningkatkan pembentukan tunas pada *Dendrobium bifalce*. Perbedaan hasil tersebut menunjukkan bahwa efektivitas sitokinin dipengaruhi oleh spesies tanaman, jenis eksplan, konsentrasi zat pengatur tumbuh, serta interaksi antara hormon endogen dan hormon eksogen sebagaimana dikemukakan oleh Ayna et al. (2023).

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa media tanpa penambahan IBA atau IBA 0 ppm memberikan respons pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan media yang mengandung IBA 0,1 ppm maupun 0,2 ppm. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa pada fase multiplikasi tunas, keberadaan sitokinin lebih berperan dalam merangsang pembelahan sel dan pembentukan tunas dibandingkan penambahan auksin. Menurut Hutagaol dan Edi (2026), sitokinin berfungsi menginduksi pembelahan sel, diferensiasi jaringan, dan pembentukan tunas, sedangkan penambahan auksin yang tidak sesuai dapat menghambat proses tersebut akibat terganggunya keseimbangan hormon dalam jaringan tanaman.

Pada tahap *develop*, buku referensi yang dikembangkan memperoleh kategori layak hingga sangat layak berdasarkan hasil validasi ahli. Persentase kelayakan yang tinggi menunjukkan bahwa buku telah memenuhi aspek isi, penyajian, kebahasaan, dan kegrafikan sehingga layak digunakan sebagai sumber belajar. Hasil tersebut didukung oleh Septianingsih et al. (2025) yang menyatakan bahwa kualitas bahan ajar ditentukan oleh terpenuhinya aspek kelayakan isi, penyajian, dan keterbacaan agar mampu mendukung proses pembelajaran secara efektif.

Hasil uji kepraktisan juga menunjukkan bahwa buku referensi memperoleh kategori praktis hingga sangat praktis berdasarkan penilaian dosen maupun mahasiswa. Temuan ini menunjukkan bahwa buku mudah digunakan, mudah dipahami, serta mampu membantu mahasiswa mempelajari materi kultur jaringan secara mandiri. Penyajian materi yang sistematis, penggunaan bahasa yang komunikatif, serta penyajian hasil penelitian secara langsung menjadi faktor yang mendukung kepraktisan buku. Temuan tersebut sesuai dengan pendapat Ulfah et al. (2025) yang menyatakan bahwa produk pembelajaran yang berkualitas harus memenuhi aspek validitas dan kepraktisan sehingga dapat diterapkan secara efektif dalam proses pembelajaran.

Pada tahap *disseminate*, buku referensi disebarluaskan secara terbatas kepada dosen dan mahasiswa Program Studi Tadris Biologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Penyebaran terbatas dilakukan karena penelitian

difokuskan pada pengembangan dan pengujian produk sebelum implementasi yang lebih luas. Meskipun demikian, hasil validasi dan uji kepraktisan menunjukkan bahwa buku referensi berbasis riset memiliki potensi untuk digunakan sebagai sumber belajar pendukung pada mata kuliah Kultur Jaringan. Keunggulan utama buku ini terletak pada integrasi hasil penelitian multiplikasi tunas anggrek (*Dendrobium* sp.) ke dalam materi pembelajaran sehingga mahasiswa tidak hanya mempelajari konsep secara teoretis, tetapi juga memahami penerapan metode ilmiah dan interpretasi hasil penelitian. Dengan demikian, buku referensi yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan kualitas pembelajaran kultur jaringan serta menjadi alternatif sumber belajar berbasis riset di perguruan tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa kombinasi zat pengatur tumbuh IBA dengan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap multiplikasi tunas tanaman anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro* pada parameter jumlah tunas, panjang tunas, jumlah daun, dan waktu muncul tunas. Kombinasi IBA dengan kinetin juga tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter pengamatan tersebut. Meskipun demikian, terdapat kecenderungan bahwa perlakuan tanpa penambahan IBA memberikan respons pertumbuhan yang lebih baik dibandingkan perlakuan dengan penambahan IBA pada konsentrasi 0,1 ppm dan 0,2 ppm.

Buku referensi berbasis riset perbanyak tanaman anggrek (*Dendrobium* sp.) secara *in vitro* yang dikembangkan memperoleh tingkat kelayakan dalam kategori layak hingga sangat layak. Penilaian ahli materi menunjukkan persentase sebesar 76,47% dari ahli materi I dengan kategori layak dan 98,82% dari ahli materi II dengan kategori sangat layak. Penilaian ahli desain pembelajaran memperoleh persentase sebesar 87,50% dengan kategori sangat layak, sedangkan penilaian ahli desain grafis memperoleh persentase sebesar 80,00% dengan kategori layak.

Hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa buku referensi berbasis riset yang dikembangkan memperoleh respons praktis hingga sangat praktis dari pengguna. Dosen pengampu mata kuliah Kultur Jaringan memberikan persentase kepraktisan sebesar 84,00% dengan kategori sangat praktis. Respons mahasiswa menunjukkan persentase sebesar 78,67% pada uji perorangan dengan kategori praktis, 88,44% pada uji kelompok kecil dengan kategori sangat praktis, dan 77,20% pada uji kelompok besar dengan kategori praktis. Dengan demikian, buku referensi berbasis riset ini layak dan praktis digunakan sebagai sumber belajar pendukung pada mata kuliah Kultur Jaringan.

DAFTAR PUSTAKA

Anwar, A., Rizwan, M., Aldywaridha, & Gunawan, I. (2021). Pemberian BAP dan NAA pada media MS terhadap pertumbuhan planlet anggrek (*Dendrobium*

- bifalce*) secara *in vitro*. *AGRILAND: Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(3), 104–109. <https://doi.org/10.30743/agr.v9i3.4971>
- Ayna, Q., Isminingsih, S., Susiyanti, & Yenny, R. F. (2023). Multiplikasi tunas pada dua varietas pisang (*Musa acuminata* L.) dengan pemberian beberapa konsentrasi sitokinin. *Jurnal Agroekoteknologi*, 15(2), 17–31. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jav/article/view/22348>
- Harahap, F., & Siregar, D. F. (2022). Development of tissue culture textbook based on scientific literacy as a student learning source. *Jurnal Pelita Pendidikan*, 9(4), 175–185. <https://doi.org/10.24114/jpp.v9i4.25738>
- Hasan, M. (2022). *Buku pembelajaran berbasis riset: Dasar teori, perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi*. Tahta Media Group.
- Nasution, I. W., & Nasution, N. H. (2022). Pengembangan buku referensi berbasis riset. *BEST Journal: Biology Education, Sains and Technology*, 5(2), 518–523. <https://doi.org/10.30743/best.v5i2.6286>
- Sarkar, D., Sarkar, I., Chettri, S., & Ojha, S. (2024). *In vitro* seed propagation of *Dendrobium moschatum* as influenced by different plant growth regulators. *Journal of Applied Horticulture*, 26(2), 186–190. <https://doi.org/10.37855/jah.2024.v26i02.35>
- Septianingsih, R., Yunita, M. I., Jalaludin, A. A., & Setiadi, H. W. (2025). Analisis kelayakan bahan ajar cetak dan digital dalam pembelajaran di era teknologi pendidikan. *Jurnal IKA: Ikatan Alumni PGSD UNARS*, 16(2).
- Slamet, F. A. (2022). *Model penelitian pengembangan (R & D)*. Institut Agama Islam Sunan Kalijogo Malang. <https://perpustakaan.iaiskjmalang.ac.id/wp-content/uploads/2023/09/64-Model-Penelitian-Pengembangan-RD.pdf>
- Sugiyono. (2013). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Suhermi, L., Barokah, N., & Kamal, R. (2025). Pembelajaran kontekstual sebagai inovasi kreatif dalam menjadikan materi ajar lebih bermakna. *JISPENDIORA: Jurnal Ilmu Sosial, Pendidikan dan Humaniora*, 4(2), 94–103. <https://doi.org/10.56910/jispendiora.v4i2.2197>
- Thiagarajan, S., Semmel, D. S., & Semmel, M. I. (1974). *Instructional development for training teachers of exceptional children: A sourcebook*. Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota.
- Ulfah, M., Darmansyah, & Rehani. (2025). Instrumen pengujian produk pembelajaran: Pengujian validitas, praktikalitas, efektivitas. *At-Tarbiyah: Jurnal Penelitian dan Pendidikan Agama Islam*, 3(1), 43–51. <https://journal.staittd.ac.id/index.php/at/article/view/466>
- Widiayani, N., Jasadina, I. M., & Nasruddin. (2024). Pengaruh konsentrasi auksin dan sitokinin terhadap keberhasilan dan pertumbuhan stek tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Agrivigor*, 15(1), 40–59. <https://doi.org/10.20956/ja.v15i1.43233>