

Implementasi *Research-Based Learning* Untuk Mengoptimalkan *Research Skills* Mahasiswa

Arum Sanjayanti¹, Mashudi Alamsyah², Maya Fadhilah³

^{1,2,3} Pendidikan Biologi, Universitas Indraprasta PGRI

¹arumsanja08@gmail.com, ²mashudi.alamsyah@gmail.com ³mayafadhilah04@gmail.com

Abstrak

Keterampilan penelitian (*research skills*) merupakan kompetensi esensial bagi mahasiswa Biologi untuk memahami dan mengaplikasikan konsep dalam mata kuliah Anatomi Tumbuhan. Namun, mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam merancang eksperimen, mengumpulkan data, menganalisis hasil, serta menyusun artikel ilmiah secara sistematis. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas penerapan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa, sekaligus memperdalam pemahaman konsep anatomi tumbuhan secara aplikatif. Jenis dan desain penelitian ini adalah quasi-eksperimen dengan desain *non-equivalent control group*. Desain ini dipilih untuk membandingkan hasil *research skills* mahasiswa antara kelas yang menerapkan *Research-Based Learning* (RBL) dan kelas yang menggunakan metode pembelajaran konvensional (*lecture-based*). Populasi penelitian diambil seluruh mahasiswa biologi yang mengambil mata kuliah Anatomi Tumbuhan, sampel diambil 2 kelas paralel dengan jumlah 40 mahasiswa secara *purposive sampling*. Instrumen penelitian berupa tugas praktik membuat artikel ilmiah yang diukur dengan skor numerik interval (1–5) dan lembar kuisioner yang diukur dengan skala *Likert*. Teknik analisis secara kuantitatif menggunakan *Independent samples t-test* dan uji N-gain untuk mengukur efektivitas penerapan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa. Implementasi *Research-Based Learning* (RBL) pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan terbukti mampu mengoptimalkan keterampilan riset (*research skills*) mahasiswa. Hasil kuisioner setelah implementasi *Research-Based Learning* (RBL) mayoritas mahasiswa merasa puas dan terbantu dalam meningkatkan kemampuan *research skills*. Kesimpulannya, implementasi *Research-Based Learning* (RBL) menjadi strategi pembelajaran yang efektif untuk mengoptimalkan *research skills* mahasiswa Biologi, sekaligus membekali dengan kemampuan ilmiah yang aplikatif dan berorientasi pada penelitian.

Kata kunci: Mahasiswa, *Research-Based Learning* (RBL), *Research skills*,

PENDAHULUAN

Keterampilan meneliti (*research skills*) merupakan salah satu kompetensi inti yang harus dimiliki oleh mahasiswa Biologi agar mampu memahami fenomena biologis secara mendalam dan melakukan praktik ilmiah secara sistematis. *Research skills* sebagai serangkaian tindakan yang dapat diajarkan dan dipraktikkan untuk menetapkan fakta, merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, dan menganalisis data untuk menarik kesimpulan. Definisi ini menekankan bahwa keterampilan penelitian mencakup lebih dari sekadar keterampilan teknis praktis, tetapi juga mencakup kemampuan berpikir kritis dan analitis dalam proses penelitian (Vieno et al., 2022). *Research skills* menurut Vieno et al., (2022) memiliki tujuh kriteria antara lain; (a) penilaian kritis (*critical appraisal*), (b) sintesis informasi (*information synthesis*), (c) pengambilan keputusan (*decision making*), (d) pemecahan masalah (*problem solving*), (e) pengumpulan data (*data collection*), (f) analisis data (*data analysis*), dan (g) komunikasi ilmiah (*communication*), keterampilan-keterampilan tersebut tidak hanya penting dalam konteks akademik, tetapi juga dapat diterapkan dalam berbagai jalur karier di masa depan. Akan tetapi, dalam membelajarkan keterampilan meneliti (*research skills*) terdapat tantangan dan hambatan antara lain; keterbatasan sumber daya dan mentorship, keterbatasan literatur ilmiah, integrasi kurikulum tidak optimal. hal demikian bisa diberikan solusi sebagai berikut; (a) Universitas perlu meningkatkan alokasi sumber daya untuk penelitian, termasuk akses ke fasilitas dan teknologi terbaru, (b) menyediakan program mentorship yang efektif dan dukungan akademik untuk membantu mahasiswa dalam proses penelitian, (c) mengintegrasikan keterampilan penelitian secara sistematis dalam kurikulum untuk memastikan pengembangan kompetensi mahasiswa, (d) meningkatkan akses mahasiswa ke jurnal dan sumber literatur ilmiah melalui kerjasama dengan perpustakaan dan institusi penelitian (Altakhaineh et al., 2025; Zhang et al., 2023). Berdasarkan hal demikian, keterampilan penelitian (*research skills*) menjadi kompetensi esensial bagi mahasiswa Biologi untuk memahami dan mengaplikasikan konsep dalam mata kuliah Anatomi Tumbuhan.

Mata kuliah Anatomi Tumbuhan merupakan salah satu mata kuliah dasar dalam bidang biologi yang mempelajari struktur internal tumbuhan secara mendalam, mulai dari tingkat sel, jaringan, hingga organ. Fokus utamanya adalah memahami bagaimana susunan jaringan dalam akar, batang, daun, bunga, buah, dan biji terbentuk serta berfungsi, serta bagaimana struktur tersebut beradaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Pada perkuliahan ini, mahasiswa diajak untuk mengkaji

hubungan erat antara struktur dan fungsi, sehingga mereka tidak hanya mengenal bentuk jaringan, tetapi juga memahami peranannya dalam proses fisiologis tumbuhan seperti transportasi air, fotosintesis, penyimpanan cadangan makanan, dan perlindungan terhadap cekaman lingkungan. Proses pembelajaran pada mata kuliah ini memiliki karakter praktikum yang sangat kuat. Mahasiswa tidak hanya mempelajari teori melalui kuliah tatap muka, tetapi juga melakukan berbagai kegiatan laboratorium seperti pembuatan preparat irisan jaringan, pewarnaan untuk menonjolkan komponen tertentu, pengamatan menggunakan mikroskop cahaya atau mikroskop digital, hingga pendokumentasian hasil pengamatan dalam bentuk gambar atau foto mikrograf. Kegiatan ini menuntut keterampilan teknis yang teliti, kesabaran dalam mengolah sampel, serta ketepatan dalam mengidentifikasi dan mendeskripsikan bagian-bagian jaringan. Karakteristik penting lainnya adalah pendekatan ilmiah yang diterapkan dalam setiap tahapan pembelajaran. Mahasiswa dibiasakan untuk bekerja secara sistematis, mulai dari perencanaan pengamatan, pengumpulan data, hingga penarikan kesimpulan. Oleh karena itu, selain mengasah keterampilan observasi dan identifikasi, mata kuliah ini juga membentuk sikap ilmiah seperti ketelitian, kedisiplinan, kejujuran dalam pencatatan data, serta kemampuan analisis kritis. Karena sifatnya yang deskriptif dan analitis, Anatomi Tumbuhan menjadi mata kuliah penghubung antara berbagai cabang ilmu biologi, seperti botani, fisiologi tumbuhan, taksonomi, ekologi, bahkan bioteknologi, sehingga pemahaman yang diperoleh dapat diaplikasikan pada penelitian dan pengembangan di bidang pertanian, kehutanan, dan konservasi lingkungan (Weigelt et al., 2021; Preston et al., 2022; Li et al., 2022; Chen et al., 2024; Zhang et al., 2022).

Salah satu pendekatan pembelajaran yang terbukti efektif untuk mengembangkan keterampilan penelitian pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan adalah *Research-Based Learning* (RBL). *Research-Based Learning* (RBL) menekankan proses pembelajaran berbasis penelitian, di mana mahasiswa aktif dalam merumuskan pertanyaan penelitian, merancang metode, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyajikan temuan secara ilmiah (Brew & Saunders, 2020). Lebih lanjut, karakteristik *Research-Based Learning* (RBL) dalam melibatkan mahasiswa sebagai berikut; (a) mahasiswa terlibat secara langsung dalam proses penelitian dan pengambilan keputusan; bukan sekadar menerima informasi; (b) menekankan pembelajaran melalui proses membangun pengetahuan sendiri, berbasis pengalaman dan interaksi sosial; (c) mahasiswa terhubung dengan masalah nyata, kontekstual, dan autentik; RBL tidak hanya mengembangkan aspek kognitif, tetapi juga sikap dan keterampilan profesional (Susiani et al., 2019; Wessels et al., 2021; Arifin et al., 2022). Pembiasaan pembelajaran *Research-Based Learning* (RBL) akan sangat berdampak positif bagi pola berpikir siswa yaitu (a) meningkatkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan komunikasi matematis; (b) mendorong kreativitas dan kemampuan pemecahan masalah kompleks. RBL mendorong keterampilan berpikir tingkat tinggi seperti inkuiri kritis dan solusi kreatif dalam konteks LPTK (Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan); (c) meningkatkan kualitas pembelajaran secara umum. Pembelajaran ini berbasis penelitian meningkatkan pencapaian akademik, kesiapan melanjutkan studi tingkat lanjut, pemecahan masalah, kesadaran sosial, dan kemampuan adaptasi teknologi di pendidikan tinggi; (d) memberikan pengalaman belajar yang autentik & kontekstual. RBL menumbuhkan proses berpikir ilmiah mulai dari identifikasi masalah, kajian literatur, hipotesis, metodologi, analisis data hingga publikasi karya ilmiah, yang berdampak positif pada kemandirian belajar dan pemahaman komprehensif (Maghfiroh et al., 2024; Basri et al., 2025).

Namun berdasarkan banyak kelebihan dari *Research-Based Learning* (RBL) ternyata terdapat tantangan dan hambatan ketika dalam aplikasinya di kehidupan sehari-hari antara lain; (a) kemampuan dan kesiapan guru atau dosen dalam menerapkan masih terbatas RBL terbatas, rendahnya kemampuan pendidik dan ketidakcocokan model dengan karakteristik materi pembelajaran, (b) guru dituntut memiliki wawasan luas dan keterampilan manajemen kelas, yang tidak selalu tersedia dalam kapasitas sekolah, (c) keterbatasan sumber daya dan waktu, (d) RBL membutuhkan banyak sumber belajar (jurnal, elektronik, video, AR) dan bisa memakan banyak waktu terutama bila manajemen kelas kurang efisien, (e) potensi ketergantungan teknologi dan risiko plagiarisme. Pemanfaatan AI seperti ChatGPT juga membawa risiko: ketergantungan, plagiarisme, dan berkurangnya kreativitas jika tidak digunakan secara bijak (Yanti et al., 2024; Carroll et al., 2023; Mafugu & Abel, 2022; Sanderson & Mafugu, 2022; Sareen & Mandal, 2024; Carroll et al., 2023; Orton et al., 2025; Cotton et al., 2024; Bin et al., 2023; Evangelista, 2025; Leaton et al., 2025).

Berdasarkan hal demikian terdapat solusi & rekomendasi untuk mengoptimalkan RBL antara lain; (1) melakukan pelatihan dan peningkatan kapasitas pendidik. Institusi perlu menyediakan pelatihan untuk penguasaan RBL, termasuk literasi teknologi dan strategi pengelolaan kelas efisien, (2) pengembangan dan akses terhadap berbagai sumber belajar. Sekolah dan Universitas harus menginvestasikan akses jurnal, media digital, teknologi seperti AR agar siswa dapat eksplorasi sumber belajar lebih luas serta kolaborasi antar-lembaga dapat mengatasi keterbatasan infrastruktur. (3) penggunaan AI yang etis dan mendukung kreativitas. AI seperti ChatGPT sebaiknya dijadikan alat bantu (misalnya untuk menyunting, menyintesis literatur), bukan pengganti berpikir manusia. Penting juga membangun kebijakan akademik terkait penggunaan AI agar menjamin kreativitas dan integritas akademik. (4) Integrasi *Research-Based Learning* (RBL) dalam kurikulum dan adaptasi sistem pendidikan. *Research-Based Learning* (RBL) perlu diintegrasikan secara sistematis dalam kurikulum, bukan sebagai tambahan. Model ini ideal diterapkan pada mata pelajaran atau modul yang mendukung inkuiri dan penelitian. Contohnya, di LPTK, *Research-Based Learning* (RBL) digunakan sebagai solusi revitalisasi keterhubungan antara pengajaran, penelitian, dan pengabdian masyarakat (Molligan & Pérez, 2024; Alnsour et al., 2025). Pentingnya kompetensi-kompetensi dalam *Research-Based Learning* dalam dunia akademik sangat dibutuhkan dalam praktik ilmiah dan dunia kerja saat ini dan masa depan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka peneliti melakukan penelitian mengetahui efektivitas penerapan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa Biologi pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan, sekaligus menilai dampaknya terhadap pemahaman konsep secara aplikatif. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi dosen dan institusi pendidikan tinggi dalam merancang strategi pembelajaran yang berbasis penelitian untuk pengembangan kompetensi ilmiah mahasiswa.

METODE

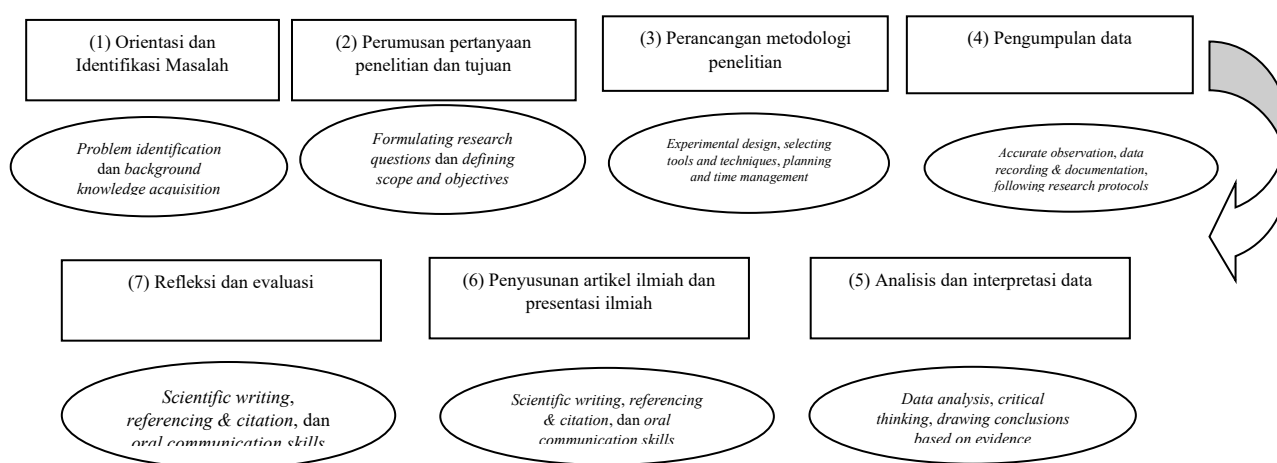
Jenis dan desain penelitian ini adalah quasi-eksperimen dengan desain *non-equivalent control group*. Desain ini dipilih untuk membandingkan hasil *research skills* mahasiswa antara kelas yang menerapkan *Research-Based Learning* (RBL) dan kelas yang menggunakan metode pembelajaran konvensional (*lecture-based*). Populasi penelitian diambil seluruh mahasiswa biologi yang mengambil mata kuliah Anatomi Tumbuhan, sampel diambil 2 kelas paralel dengan jumlah 40 mahasiswa secara *purposive sampling*. Dua kelas paralel: kelompok eksperimen (RBL) dan kelompok kontrol (pembelajaran konvensional/praktikum terstruktur). Instrumen penelitian berupa tugas praktik membuat artikel ilmiah dalam mini riset hasil praktikum anatomi tumbuhan diukur dengan skor numerik interval (1–5) dan lembar kuisioner yang diukur dengan skala *Likert*. Teknik analisis secara kuantitatif menggunakan *Independent samples t-test* dan uji N-gain untuk mengukur efektivitas penerapan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa. Tahapan *Research-Based Learning* (RBL) keterkaitan hubungan dengan *research skills* sebagai berikut; (1) orientasi dan identifikasi masalah, dosen memperkenalkan topik, konteks nyata, atau fenomena biologis yang relevan. Point tersebut akan membentuk *research skills problem identification* (kemampuan mengenali topik penelitian) dan *background knowledge acquisition* (memahami konteks ilmiah). (2) Perumusan pertanyaan penelitian dan tujuan, mahasiswa merumuskan pertanyaan dan penelitian. Point tersebut akan membentuk *research skills (formulating research questions dan defining scope and objectives)*. (3) Perancangan metodologi penelitian, mahasiswa merancang metode pengumpulan data yang sesuai. Point tersebut akan membentuk *research skills (experimental design, selecting tools and techniques, planning and time management)*. (4) Pengumpulan data (*data gathering*), mahasiswa melaksanakan prosedur penelitian pengamatan anatomi tumbuhan (bunga, buah, dan biji) di laboratorium. Point tersebut akan membentuk *research skills (accurate observation, data recording & documentation, following research protocols)*. (5) Analisis dan interpretasi data, mahasiswa mengolah data mentah menjadi informasi bermakna. Point tersebut akan membentuk (*data analysis, critical thinking, drawing conclusions based on evidence*). (6) Penyusunan artikel ilmiah dan presentasi ilmiah, mahasiswa menyusun hasil penelitian dalam format ilmiah. Point tersebut akan membentuk *research skills (scientific writing, referencing & citation, dan oral communication skills)*. (7) Refleksi dan evaluasi, mahasiswa dan dosen melakukan evaluasi proses dan hasil. Point tersebut akan membentuk *research skills (self-assessment, metacognition (kesadaran akan proses berpikir), continuous improvement mindset)*.

Group	Pretest	Treatment	Posttest
Eksperimen	O ₁	X	O ₂
Control	O ₁	-	O ₂

Gambar 1: Desain Penelitian *Non-Equivalent Control Group*

Keterangan; O : Pretest dan Posttest *research skills* mahasiswa

X: Penerapan *Research-Based Learning* (RBL)



Gambar 2: Tahapan *Research-Based Learning* (RBL) keterkaitan hubungan dengan *research skills*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kajian ini merupakan penelitian quasi eksperimen yang bertujuan untuk efektivitas penerapan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa Biologi pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan. Kemampuan sebelum dan sesudah diberi perlakuan yang dilakukan pada kelas *Research-Based Learning* (RBL) eksperimen dan kelas yang menggunakan metode pembelajaran konvensional (*lecture-based*) kontrol dapat dilihat hasil pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Rentang Nilai *Pretest* dan *Posttest* Kelas Kontrol + Eksperimen

No.	Rentang Nilai	Pretest	Posttest
1	20-40	2	0
2	40-60	20	5
3	60-80	13	15
4	80-100	5	20

Berdasarkan hasil jumlah rentang nilai *pretest* dan *posttest* kelas kontrol + eksperimen yang ditunjukkan pada tabel 1, dapat dilihat bahwa pada *pretest* paling banyak di rentang nilai 40-60 sebanyak 20 mahasiswa, kemudian mengalami kenaikan pada *posttest* di rentang nilai 80-100 sebanyak 20 mahasiswa. Temuan dari tabel 1 memperlihatkan bahwa implementasi *Research-Based Learning* (RBL) lebih unggul dibandingkan metode *lecture-based learning* dalam hal mengembangkan keterampilan riset mahasiswa Biologi pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan. Pada kelas eksperimen, penerapan RBL mampu mendorong mahasiswa untuk lebih aktif dalam setiap tahapan proses pembelajaran, mulai dari 1) orientasi dan identifikasi masalah, dosen memperkenalkan topik, konteks nyata, atau fenomena biologis yang relevan. Point tersebut akan membentuk *research skills problem identification* (kemampuan mengenali topik penelitian) dan *background knowledge acquisition* (memahami konteks ilmiah). (2) Perumusan pertanyaan penelitian dan tujuan, mahasiswa merumuskan pertanyaan dan penelitian. Point tersebut akan membentuk *research skills (formulating research questions and defining scope and objectives)*. (3) Perancangan metodologi penelitian, mahasiswa merancang metode pengumpulan data yang sesuai. Point tersebut akan membentuk *research skills (experimental design, selecting tools and techniques, planning and time management)*. (4) Pengumpulan data (*data gathering*), mahasiswa melaksanakan prosedur penelitian pengamatan anatomi tumbuhan (bunga, buah, dan biji) di laboratorium. Point tersebut akan membentuk *research skills (accurate observation, data recording & documentation, following research protocols)*. (5) Analisis dan interpretasi data, mahasiswa mengolah data mentah menjadi informasi bermakna. Point tersebut akan membentuk (*data analysis, critical thinking, drawing conclusions based on evidence*). (6) Penyusunan artikel ilmiah dan presentasi ilmiah, mahasiswa menyusun hasil penelitian dalam format ilmiah. Point tersebut akan membentuk *research skills (scientific writing, referencing & citation, dan oral communication skills)*. (7) Refleksi dan evaluasi, mahasiswa dan dosen melakukan evaluasi proses dan hasil. Point tersebut akan membentuk *research skills (self-assessment, metacognition* (kesadaran akan proses berpikir), *continuous improvement mindset*. Hal ini tercermin dari hasil *posttest* yang menunjukkan peningkatan jumlah mahasiswa mendapatkan nilai lebih tinggi dalam membuat artikel ilmiah dalam mini riset. Sementara itu, pada kelas *pretest* yang menggunakan metode pembelajaran konvensional (*lecture-based learning*), peningkatan kemampuan mahasiswa relatif tidak sebesar yang terjadi pada kelas eksperimen. Pendekatan ceramah tradisional belum mampu memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan aplikatif terkait *research skills*. Hal ini disebabkan karena pada pembelajaran konvensional, mahasiswa cenderung berperan pasif, hanya mendengarkan penjelasan dosen tanpa banyak kesempatan untuk mengeksplorasi, berdiskusi, maupun melakukan praktik penelitian secara langsung.

Berdasarkan hasil analisis secara kuantitatif menggunakan *Independent samples t-test* dan uji N-gain untuk mengukur efektivitas penerapan pendekatan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa diperoleh data Uji t pada tabel 2, tabel 3, dan tabel 4 sebagai berikut;

Tabel 2 : Rata-rata Pretest dan Posttest Uji *Independent samples t-test*

	posttest	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pretest	1.00	40	59.7750	18.41750	2.91206
	2.00	40	77.8000	12.41835	1.96351

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata *pretest* dan *posttest* mahasiswa setelah penerapan *Research-Based Learning* (RBL) pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan. Nilai rata-rata *pretest* mahasiswa tercatat sebesar 59,78, yang menggambarkan kemampuan awal mahasiswa dalam aspek *research skills* masih berada pada kategori sedang. Pada tahap ini, mahasiswa umumnya telah memiliki pemahaman dasar mengenai anatomi tumbuhan, namun kemampuan untuk mengintegrasikan konsep-konsep ilmiah dengan keterampilan penelitian, seperti merumuskan masalah, menyusun hipotesis, merancang percobaan, dan menganalisis data, masih terbatas. Kemudian, setelah diberikan perlakuan berupa penerapan pendekatan *Research-Based Learning* (RBL), terjadi peningkatan yang signifikan pada hasil *posttest*, di mana rata-rata nilai mahasiswa mencapai 77,80. Peningkatan ini menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri memberikan dampak positif terhadap pengembangan *research skills* mahasiswa. Mahasiswa menjadi lebih aktif dalam mengeksplorasi materi, melakukan pengamatan langsung terhadap spesimen anatomi tumbuhan, serta terbiasa mengajukan pertanyaan kritis dan mencari jawaban melalui proses ilmiah.

Uji *Independent Samples t-test* yang dilakukan memperkuat temuan tersebut, di mana terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest*. Hasil uji ini membuktikan bahwa penerapan *Research-Based Learning* (RBL) secara efektif meningkatkan keterampilan penelitian mahasiswa. Temuan ini selaras dengan penelitian-penelitian terbaru yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri mampu menggeser peran mahasiswa dari sekadar penerima informasi pasif menjadi pembelajar aktif yang membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman langsung (*hands-on* dan *minds-on learning*). (Thomas et al., 2025; Waked et al., 2024; Arifin et al., 2025; Appel et al., 2024; Ang et al., 2021; Chaerunisa et al., 2023). Efektivitas pendekatan *Research-Based Learning* (RBL) dalam mata kuliah Anatomi Tumbuhan dapat di latar belakang oleh beberapa faktor. Pertama, kegiatan *inquiry* memungkinkan mahasiswa melakukan observasi mendalam terhadap struktur tumbuhan, menghubungkannya dengan konsep teoretis, serta menguji hipotesis melalui percobaan sederhana di laboratorium. Kedua, mahasiswa dilatih untuk menganalisis data hasil pengamatan secara sistematis, sehingga menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan reflektif. Ketiga, interaksi diskusi kelompok yang diintegrasikan dalam tahapan *inquiry* mendorong mahasiswa untuk berkolaborasi dalam memecahkan masalah, yang pada akhirnya meningkatkan kualitas hasil belajar mereka.

Tabel 3: Hasil Signifikan Uji *Independent samples t-test*

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means					
		F	Sig.	T	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Difference	Error95% Confidence Interval of the Difference
									LowerUpper
pretest	Equal variances assumed	7.883	.006	-5.132	78	.000	-18.02500	3.51219	-25.01724-11.03276
	Equal variances not assumed			-5.132	68.388	.000	-18.02500	3.51219	-25.03275-11.01725

Berdasarkan hasil analisis data kuantitatif melalui uji *Independent Samples t-test* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,000 atau lebih kecil dari taraf signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$). Hal ini berarti terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* mahasiswa setelah penerapan *Research-Based Learning* (RBL). Dengan kata lain, penerapan RBL terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan *research skills* mahasiswa pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan. Nilai signifikansi yang mencapai 0,000 ini mengindikasikan bahwa peningkatan nilai rata-rata dari *pretest* sebesar 59,77 menjadi *posttest* sebesar 77,80 bukan terjadi secara kebetulan, melainkan merupakan hasil dari perlakuan pembelajaran yang diberikan. Kebermaknaan perbedaan ini menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis inkuiri mampu menjawab kebutuhan pembelajaran pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan yang menekankan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan proses sains. Melalui tahapan inkuiri mulai dari merumuskan pertanyaan penelitian, mengembangkan hipotesis, merancang dan melakukan investigasi, menganalisis data, hingga menarik kesimpulan mahasiswa dilatih untuk terlibat aktif dalam proses ilmiah. Aktivitas ini berimplikasi pada berkembangnya kemampuan mahasiswa dalam berpikir kritis, melakukan observasi sistematis, mengolah informasi, serta mengkomunikasikan hasil penelitian. Lebih lanjut, signifikansi hasil penelitian ini mendukung temuan-temuan sebelumnya yang menegaskan bahwa *Research-Based Learning* efektif dalam meningkatkan keterampilan abad 21, khususnya *research skills* yang menjadi salah satu kompetensi penting bagi mahasiswa biologi (Antonio & Prudente, 2024; Dini et al, 2023; Fitriani, et al., 2024; Rahayu et al., 2024). Penerapan pendekatan ini tidak hanya meningkatkan pemahaman teoretis mahasiswa mengenai anatomi tumbuhan, tetapi juga memperkuat keterampilan mereka dalam merancang dan melaksanakan penelitian sederhana, yang menjadi bekal penting untuk pengembangan diri di bidang akademik maupun profesi.

Berdasarkan hasil Ngain efektivitas penerapan pendekatan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Ngain *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills*

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
Ngain_score	80	-48.00	-.24	-6.8958	9.45822
Ngain_Persen	80	-4800.00	-23.75	-689.5803	945.82198
Valid N (listwise)	80				

Tabel 3 menunjukkan hasil analisis data melalui perhitungan *Normalized Gain* (*N-gain*) memberikan gambaran yang jelas mengenai efektivitas penerapan *Research-Based Learning* (RBL) dibandingkan dengan metode pembelajaran konvensional. Nilai rata-rata *N-gain* yang diperoleh pada kelas eksperimen yang menggunakan RBL adalah sebesar 6,8958. Meskipun nilainya tidak terlalu tinggi atau kategori sedang, skor ini menunjukkan adanya peningkatan keterampilan penelitian mahasiswa setelah mendapatkan perlakuan pembelajaran berbasis inkuiri. Dengan adanya peningkatan ini, dapat disimpulkan bahwa *Research-Based Learning* (RBL) mampu memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan *research skills* mahasiswa, terutama dalam aspek kemampuan merancang penelitian sederhana, mengajukan hipotesis, melakukan observasi mikroskopis pada preparat anatomi tumbuhan, serta menganalisis hasil pengamatan secara kritis. Alasan mengapa *Research-Based Learning* (RBL) cukup efektif (kategori sedang) dalam membantu meningkatkan *research skills* mahasiswa Biologi pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan, tetapi belum mencapai kategori sangat efektif, dapat dijelaskan dari beberapa sudut: (a) karakteristik mahasiswa, sebagian mahasiswa masih terbiasa dengan pembelajaran konvensional (ceramah, praktikum terstruktur) sehingga adaptasi ke RBL yang menuntut kemandirian, analisis, dan eksplorasi mandiri membutuhkan waktu.

(b) Kesiapan awal mahasiswa dalam kemampuan berpikir kritis, literasi riset, dan keterampilan menulis ilmiah belum merata, sehingga hasil belajar cenderung bervariasi. (b) Mata kuliah anatomi tumbuhan memiliki banyak konsep abstrak, detail mikroskopis, serta keterampilan teknis laboratorium (pembuatan preparat, identifikasi struktur). Hal ini membuat sebagian waktu habis untuk aspek teknis, sehingga pengembangan *research skills* (merumuskan masalah, analisis data, menyusun artikel) tidak maksimal. (c) Penerapan RBL dalam satu semester umumnya masih berupa mini riset berbasis praktikum. Hal ini hanya melatih sebagian aspek *research skills* (misalnya pengumpulan data & penyusunan artikel ilmiah), belum mendalam pada tahapan kompleks seperti publikasi atau peer review. (d) Waktu perkuliahan relatif terbatas, sehingga tahapan riset seperti eksplorasi literatur dan desain penelitian hanya disentuh secara sederhana. (e) Dosen sudah berperan sebagai fasilitator, tetapi intensitas bimbingan penelitian masih terbatas pada pertemuan kelas, bukan *mentoring* intensif layaknya riset penuh. (f) Mahasiswa kadang masih lebih fokus pada nilai akhir daripada proses riset, sehingga motivasi intrinsik untuk meneliti belum sepenuhnya berkembang. Temuan hasil penelitian tersebut sejalan dengan peneli lainnya yaitu *Research-Based Learning* (RBL) terbukti cukup efektif (kategori sedang) karena mahasiswa mengalami peningkatan kemampuan merumuskan masalah, menganalisis data, dan menyusun laporan ilmiah. Namun, terdapat point tidak sangat efektif karena tingkat kemandirian riset masih rendah., kompleksitas riset yang dilaksanakan masih terbatas dan Fasilitas, waktu, dan kesiapan mahasiswa belum optimal untuk mencapai level riset yang setara dengan penelitian ilmiah penuh (Bektesh et al., 2023; Leonetti et al., 2023; Gopalakrishnan et al., 2024)

Berdasarkan lembar kuisioner kepuasan mahasiswa setelah penerapan pendekatan *Research-Based Learning* (RBL) dalam meningkatkan *research skills* mahasiswa Biologi pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan. Kepuasan mahasiswa terhadap penerapan *Research-Based Learning* (RBL) diukur menggunakan skala *Likert* terhadap beberapa indikator: keterlibatan aktif, kemudahan memahami materi, kemampuan merancang penelitian, dan kemampuan menyusun artikel ilmiah. ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut;

Tabel 4. Hasil kuisioner kepuasan mahasiswa terhadap penerapan *Research-Based Learning* (RBL)

Indikator	Rata-rata Skor
Keterlibatan aktif	4,6
Kemudahan memahami materi	4,3
Kemampuan merancang penelitian	4,5
Kemampuan menyusun artikel ilmiah	4,4
Rata-rata keseluruhan	4,45

Berdasarkan hasil kuisioner kepuasan mahasiswa terhadap penerapan *Research-Based Learning* (RBL) yang dilakukan melalui skala *Likert* pada beberapa indikator utama, diperoleh gambaran yang cukup positif dengan rata-rata keseluruhan mencapai 4,45. Nilai ini menunjukkan bahwa sebagian besar mahasiswa merasa puas terhadap pengalaman belajar yang diberikan melalui pendekatan RBL. Indikator dengan skor tertinggi adalah keterlibatan aktif dengan nilai rata-rata 4,6. Hal ini menegaskan bahwa RBL mampu menempatkan mahasiswa sebagai subjek pembelajaran yang aktif, bukan sekadar penerima informasi pasif. Melalui kegiatan merumuskan masalah, melakukan eksplorasi data, hingga mempresentasikan hasil temuan, mahasiswa merasa lebih terlibat dalam proses pembelajaran. Kondisi ini sesuai dengan karakteristik RBL yang menekankan *student-centered learning*, sehingga mahasiswa lebih terdorong untuk berpikir kritis, berdiskusi, dan mengambil inisiatif dalam setiap tahapan penelitian kecil yang dilakukan. Selanjutnya, indikator kemampuan merancang penelitian juga memperoleh skor tinggi, yaitu 4,5. Temuan ini mengindikasikan bahwa RBL efektif dalam membekali mahasiswa dengan pengalaman praktis merancang sebuah penelitian, mulai dari perumusan masalah, penyusunan tujuan, hingga pemilihan metode yang sesuai. Pengalaman ini tidak hanya meningkatkan pemahaman teoretis mahasiswa tentang metodologi penelitian, tetapi juga memperkuat keterampilan praktis yang dibutuhkan dalam bidang akademik maupun profesional. Pada indikator kemampuan menyusun artikel ilmiah, skor rata-rata yang diperoleh adalah 4,4. Skor ini cukup tinggi dan menunjukkan bahwa melalui RBL mahasiswa belajar bagaimana mengkomunikasikan hasil penelitian dalam bentuk tulisan ilmiah yang sistematis. Proses ini sangat penting karena melatih mahasiswa dalam keterampilan akademik esensial, seperti menyusun abstrak, menuliskan landasan teori, menginterpretasikan data, serta menarik kesimpulan berdasarkan temuan. Dengan demikian, mahasiswa tidak hanya terampil dalam aspek praktis penelitian, tetapi juga dalam aspek komunikasi ilmiah. Sementara itu, indikator kemudahan memahami materi memperoleh skor 4,3, yang meskipun lebih rendah dibandingkan indikator lainnya, tetap berada pada kategori tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan RBL membantu mahasiswa dalam memahami materi perkuliahan, meskipun pada praktiknya terdapat tantangan karena RBL menuntut mahasiswa untuk belajar secara mandiri, mencari sumber informasi tambahan, dan melakukan sintesis pengetahuan. Namun, justru dengan tantangan tersebut mahasiswa memperoleh pengalaman belajar yang lebih mendalam (*deep learning*) dibandingkan pembelajaran konvensional (Maghfiroh et al., 2024; Rizki, 2025; Suriyah et al, 2024; Sari & Arta, 2025). Hasil penelitian tersebut selaras dengan penelitian dari Wijnia et al., (2024); Rehman et al., (2024); Urdanivia et al, (2023. Kepuasan tinggi pada hasil kuisioner sering beriringan dengan peningkatan keterlibatan (*engagement*), motivasi intrinsik, dan keinginan untuk melanjutkan eksplorasi ilmiah di luar tugas kelas. Secara kognitif, RBL mendorong mahasiswa untuk mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi: merumuskan masalah, merancang metodologi, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menarik kesimpulan berbasis bukti. Ketika mahasiswa aktif melakukan tahapan-tahapan riset tersebut, terjadi transfer pengetahuan yang lebih kuat (*deep learning*) dibandingkan pembelajaran pasif; pengalaman belajar yang “*hands-on*” dan “*minds-on*” membantu internalisasi prosedur ilmiah dan pengembangan literasi riset. Temuan empiris dan tinjauan sistematik dalam beberapa tahun terakhir konsisten menunjukkan bahwa model pembelajaran berbasis proyek atau inkuiri meningkatkan hasil pembelajaran, sikap afektif, serta keterampilan berpikir kritis.

Secara keseluruhan, skor rata-rata 4,45 menunjukkan bahwa mahasiswa memiliki tingkat kepuasan yang tinggi terhadap penerapan RBL, hasil ini dapat menjadi indikator bahwa RBL berhasil menciptakan pengalaman belajar yang bermakna, menumbuhkan keterampilan riset, serta membekali mahasiswa dengan kompetensi akademik yang relevan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

KESIMPULAN

Implementasi *Research-Based Learning* (RBL) pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan terbukti mampu mengoptimalkan keterampilan riset (*research skills*) mahasiswa. Hal ini tercermin dari hasil *posttest* yang menunjukkan peningkatan jumlah mahasiswa mendapatkan nilai lebih tinggi dalam membuat artikel ilmiah dalam mini riset. Sementara itu, pada kelas *pretest* yang menggunakan metode pembelajaran konvensional (*lecture-based learning*), peningkatan kemampuan mahasiswa relatif tidak sebesar yang terjadi pada kelas eksperimen. Pendekatan ceramah tradisional belum mampu memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan aplikatif terkait *research skills*. Hal ini disebabkan karena pada pembelajaran konvensional, mahasiswa cenderung berperan pasif, hanya mendengarkan penjelasan dosen tanpa banyak kesempatan untuk mengeksplorasi, berdiskusi, maupun melakukan praktik penelitian secara langsung. Sedangkan hasil analisis data kuantitatif melalui uji *Independent Samples t-test* menunjukkan bahwa nilai signifikansi (2-tailed) yang diperoleh adalah 0,000 atau lebih kecil dari taraf signifikansi yang ditetapkan ($\alpha = 0,05$). Hal ini berarti terdapat perbedaan yang sangat signifikan antara hasil *pretest* dan *posttest* mahasiswa setelah penerapan model *Research-Based Learning* (RBL). Dengan kata lain, penerapan RBL terbukti memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan *research skills* mahasiswa pada mata kuliah Anatomi Tumbuhan. Hasil kuisioner setelah implementasi *Research-Based Learning* (RBL) mayoritas mahasiswa merasa puas dan terbantu dalam meningkatkan kemampuan *research skills*. Hal ini mengindikasikan bahwa RBL dapat dijadikan strategi pembelajaran alternatif yang relevan dalam mendukung capaian pembelajaran, khususnya untuk menghasilkan lulusan biologi yang memiliki kemampuan riset yang kuat serta siap menghadapi tantangan akademik maupun profesional di bidang biologi dan pendidikan sains. Walaupun selama proses pembelajaran terdapat tantangan, seperti keterbatasan waktu, sarana penelitian, serta kesiapan mahasiswa dalam melakukan penelitian mandiri, model *Research-Based Learning* (RBL) tetap memberikan kontribusi positif terhadap penguatan literasi sains dan kesiapan mahasiswa dalam menghadapi permasalahan biologi nyata. Hasil ini memberikan implikasi bahwa pendekatan pembelajaran inkuiri layak dijadikan strategi utama dalam perkuliahan biologi untuk menghasilkan mahasiswa yang tidak hanya memahami konsep secara mendalam, tetapi juga memiliki kemampuan penelitian yang mumpuni dan mampu menanamkan budaya ilmiah yang esensial untuk keberlanjutan pembelajaran biologi

DAFTAR PUSTAKA

- Alnsour, M. M., Qouzah, L., Aljamani, S., Alamoush, R. A., & AL-Omiri, M. K. (2025). AI in education: enhancing learning potential and addressing ethical considerations among academic staff—a cross-sectional study at the University of Jordan. *International Journal for Educational Integrity*, 21(1), 16.
- Altakhaineh, A. R. M., Qallab, I., Sabbah, A. S., & Dlu, A. G. A. (2025). Obstacles to the acquisition of research skills by Jordanian undergraduates from the perspective of academic staff and students. *Social Sciences & Humanities Open*, 12, 101719.
- Ang, K. C., Afzal, F., & Crawford, L. H. (2021). Transitioning from passive to active learning: Preparing future project leaders. *Project Leadership and Society*, 2, 100016.
- Antonio, R. P., & Prudente, M. S. (2024). Effects of Inquiry-Based Approaches on Students' Higher-Order Thinking Skills in Science: A Meta-Analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(1), 251-281.
- Appel, N. T., Tanveer, A., Brownell, S., & Blattman, J. N. (2024). Engaging undergraduate students in course-based research improved student learning of course material. *CBE—Life Sciences Education*, 23(3), ar41.
- Arifin, Z., Saputro, S., & Kamari, A. (2025). The effect of inquiry-based learning on students' critical thinking skills in science education: A systematic review and meta-analysis. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 21(3), em2592.
- Arifin, Z., Sukristyanto, A., Widodo, J., & Rahman, M. R. (2022). Implementation, outcomes, and effectiveness of research-based learning: a systematic literature review. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 10(4), 153-163.
- Basri, H., Indahwati, R., & Septiadi, D. D. (2025). Dampak Research-Based Learning Berbasis ChatGPT Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif dalam Menyelesaikan Masalah Mahasiswa. *Bima Journal of Elementary Education*, 3(1), 10-17.
- Bektesh, E., Gollopeni, B., & Avdiu, E. (2023). The challenges of conducting online inquiry-based learning among tertiary level education. *JOTSE*, 13(1), 91-103.

- Bin-Nashwan, S. A., Sadallah, M., & Bouteraa, M. (2023). Use of ChatGPT in academia: Academic integrity hangs in the balance. *Technology in Society*, 75, 102370.
- Brew, A., & Saunders, C. (2020). Making sense of research-based learning in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 87, 102935.
- Carroll, L. J., Reeping, D., Finelli, C. J., Prince, M. J., Husman, J., Graham, M., & Borrego, M. J. (2023). Barriers instructors experience in adopting active learning: Instrument development. *Journal of Engineering Education*, 112(4), 1079-1108.
- Carroll, L. J., Reeping, D., Finelli, C. J., Prince, M. J., Husman, J., Graham, M., & Borrego, M. J. (2023). Barriers instructors experience in adopting active learning: Instrument development. *Journal of Engineering Education*, 112(4), 1079-1108.
- Chaerunisa, Z. F., Ramli, M., & Sugiharto, B. (2023). Students' Inquiry Skills Progression Based on STEM Approach and Inquiry Lab. *Journal of Biological Education Indonesia (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(2), 206-216.
- Chen, G., Qin, Y., Wang, J., Li, S., Zeng, F., Deng, F., & Chen, Z. H. (2024). Stomatal evolution and plant adaptation to future climate. *Plant, cell & environment*, 47(9), 3299-3315.
- Cotton, D. R., Cotton, P. A., & Shipway, J. R. (2024). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in education and teaching international*, 61(2), 228-239.
- Dini, A., Rahmatan, H., & Nurmaliah, C. (2023). Application of the E-module combined with the Guided Inquiry Learning Model to Increase Student Motivation and Learning Outcomes on the Structure and Function of Plant Tissues. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(6), 4768-4776.
- Evangelista, E. D. L. (2025). Ensuring academic integrity in the age of ChatGPT: Rethinking exam design, assessment strategies, and ethical AI policies in higher education. *Contemporary Educational Technology*, 17(1), ep559.
- Fitriani, H., Asy'ari, M., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Samsuri, T. (2024). Enhancing Prospective Biology Teachers' Critical Analysis Skills: An Evaluation of Plant Anatomy and Development Textbook Effects. *Journal of Turkish Science Education*, 21(3), 533-548.
- Gopalakrishnan, S., Vaithiyanathan, P., Elangovan, H., Kandasamy, S., & Ganesan, H. (2024). Readiness and perceived barriers for self-directed learning among medical students and faculty members: An observational study. *Muller Journal of Medical Sciences and Research*, 15(1), 22-27.
- Leaton Gray, S., Edsall, D., & Parapadakis, D. (2025). AI-Based Digital Cheating At University, and the Case for New Ethical Pedagogies. *Journal of Academic Ethics*, 1-18.
- Leonetti, C. T., Lindberg, H., Schwake, D. O., & Cotter, R. L. (2023). A call to assess the impacts of course-based undergraduate research experiences for career and technical education, allied health, and underrepresented students at community colleges. *CBE—Life Sciences Education*, 22(1), ar4.
- Li, T., Ren, J., He, W., Wang, Y., Wen, X., Wang, X., & Fan, C. (2022). Anatomical structure interpretation of the effect of soil environment on fine root function. *Frontiers in Plant Science*, 13, 993127.
- Mafugu, T., & Abel, S. (2022). Lecturer support in the implementation of a new curriculum during the COVID-19 pandemic. *Interchange*, 53(2), 243-259.
- Maghfiroh, A. M., Astutik, S., Suratno, S., Kurnianto, F. A., & Nurdin, E. A. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Resource Based Learning (RBL) Berbasis Geoliteracy Terhadap Kemampuan Berpikir Spasial Siswa SMA. *Majalah Pembelajaran Geografi*, 7(1), 30-39.
- Maghfiroh, A. M., Astutik, S., Suratno, S., Kurnianto, F. A., & Nurdin, E. A. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Resource Based Learning (RBL) Berbasis Geoliteracy Terhadap Kemampuan Berpikir Spasial Siswa SMA. *Majalah Pembelajaran Geografi*, 7(1), 30-39.
- Molligan, J., & Pérez-López, E. (2024). Artificial intelligence in academia: opportunities, challenges, and ethical considerations. *Biochemistry and Cell Biology*, 103, 1-3.
- Orton, G., Barnes, M. A., Syed, S. B., Reid, J. W., & Smith, A. C. (2025). Challenges for activating undergraduate research: a summary from the 2021 American Society for Microbiology Conference for Undergraduate Educators. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 26(1), e00099-24.
- Preston, J. C., Sinha, N. R., Torii, K. U., & Kellogg, E. A. (2022). Plant structure and function: Evolutionary origins and underlying mechanisms. *Plant Physiology*, 190(1), 1-4.

- Rahayu, U., Anam, R. A. S., Sekarwinahyu, M., Sapriati, A., Sudarso, Y., & Sausan, I. (2024). Exploring of Inquiry Skills of Teacher Students: Biology, Physics, and Elementary School Teacher Education. *European Journal of Education and Pedagogy*, 5(1), 48-53.
- Rehman, N., Huang, X., Mahmood, A., AlGerafi, M. A., & Javed, S. (2024). Project-based learning as a catalyst for 21st-Century skills and student engagement in the math classroom. *Heliyon*, 10(23).
- Rizki, N. A. (2025). Penerapan Research-Based Learning (RBL) dalam Pengembangan Kompetensi Analisis Data Mahasiswa. *Jurnal Inovasi Refleksi Profesi Guru*, 2(1), 7-13.
- Sanderson, A., & Mafugu, T. (2022). Lecturer Support in the Implementation of a New Curriculum During the COVID-19 Pandemic.
- Sareen, S., & Mandal, S. (2024). Challenges of blended learning in higher education across global north-south: A systematic and integrative literature review. *Social Sciences & Humanities Open*, 10, 101011.
- Sari, A. W., & Arta, D. J. (2025). Implementasi Deep Learning: Suatu Inovasi Pendidikan. *WASPADA (Jurnal Wawasan Pengembangan Pendidikan)*, 13(1), 121-126.
- Suriyah, P., Novianti, D. E., Noeruddin, A., & Mariana, D. (2024). based learning (RBL) based on digital learning environment (DLE) in the context of TPACK proficiency among prospective mathematics teachers viewed from creative thinking ability: A quasi-experimental study. In *Proceeding International Conference on Digital Education and Social Science* (Vol. 2, No. 1, pp. 354-370).
- Susiani, T. S., Hidayah, R., & Salimi, M. (2019, June). Based Learning (RBL): How to improve problem solving skills?. In *3rd International Conference on Current Issues in Education (ICCIE 2018)* (pp. 411-417). Atlantis Press.
- Thomas, M. B., Muscat, A., Zuccolo, A., Luguetti, C. N., & Watt, A. (2025). Navigating Pedagogical Innovation in Higher Education: Education Academics' Experiences with Active and Inquiry-Based Learning in Intensive Teaching. *Innovative Higher Education*, 1-27.
- Urdanivia Alarcon, D. A., Talavera-Mendoza, F., Rucano Paucar, F. H., Cayani Caceres, K. S., & Machaca Viza, R. (2023, May). Science and inquiry-based teaching and learning: a systematic review. In *Frontiers in Education* (Vol. 8, p. 1170487). Frontiers Media SA.
- Vieno, K., Rogers, K. A., & Campbell, N. (2022). Broadening the definition of 'research skills' to enhance students' competence across undergraduate and master's programs. *Education sciences*, 12(10), 642.
- Waked, A., Pilotti, M., & Abdelsalam, H. M. (2024). Differences that matter: inquiry-based learning approach to research writing instruction. *Scientific Reports*, 14(1), 27941.
- Weigelt, A., Mommer, L., Andrzejek, K., Iversen, C. M., Bergmann, J., Bruelheide, H., ... & McCormack, M. L. (2021). An integrated framework of plant form and function: the belowground perspective. *New Phytologist*, 232(1), 42-59.
- Wessels, I., Rueß, J., Gess, C., Deicke, W., & Ziegler, M. (2021). Is research-based learning effective? Evidence from a pre-post analysis in the social sciences. *Studies in Higher Education*, 46(12), 2595-2609.
- Wijnia, L., Noordzij, G., Arends, L. R., Rikers, R. M., & Loyens, S. M. (2024). The effects of problem-based, project-based, and case-based learning on students' motivation: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 36(1), 29.
- Yanti, F. A., Ruyani, A., Yunitasari, Y., Thohir, M. A., & Kinasih, A. (2024). Implementation Process of Research Based Learning (RBL) for Doctoral Education Program Students: An Exploratory Case Study. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 14(1).
- Zhang, M., Doi, L., Awua, J., Asare, H., & Stenhouse, R. (2023). Challenges and possible solutions for accessing scholarly literature among medical and nursing professionals and students in low-and-middle income countries: A systematic review. *Nurse Education Today*, 123, 105737.
- Zhang, Q., Ying, Y., & Ping, J. (2022). Recent advances in plant nanoscience. *Advanced Science*, 9(2), 210341