

Praktikum Creative Mini-Project Open Inquiry-Based Dalam Membangun Keterampilan Kerja Ilmiah dan Produk Kreatif Mahasiswa Calon Guru Biologi

I Wayan Merta^{1*}, AA. Sukarso¹, Dewa Ayu Citra Rasmi¹

¹Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram Indonesia

*Corresponding author: iwayan@unram.ac.id

Article History

Received : September 10th, 2025

Revised : September 27th, 2025

Accepted : October 28th, 2025

Abstract: Tren yang berkembang saat ini praktikum dijadikan sebagai metode pengembangan sains berorientasi inkuiri terbuka guna mengembangkan kreativitas secara mendalam. Rendahnya kreativitas mahasiswa seperti kemampuan menghasilkan produk kreatif akan dikembangkan dengan pendekatan mini project open inquiry-based dengan tujuan membekali mahasiswa keterampilan kerja ilmiah dan membangun kreativitasnya guna bisa menghasilkan produk kreatif. Penelitian ini dilakukan pada 49 orang mahasiswa calon guru Biologi yang memprogramkan mata kuliah Mikrobiologi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Quasi Eksperiment One Group Pre-test Post-test Design. Data penelitian diolah menggunakan Uji beda rata-rata (Uji Mann-Whitney) dan uji N-gain untuk melihat peningkatan yang terjadi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran praktikum Mikrobiologi berbasis Mini-Project dapat meningkatkan kecakapan bekerja ilmiah (N-gain, sedang) mahasiswa calon guru Biologi. Berdasarkan hasil asesmen formatif melalui asesmen proses dan produk dapat disimpulkan bahwa implementasi praktikum mini-project memengaruhi perkembangan keterampilan membuat dan menyelesaikan proyek, pemahaman teori praktikum, keterampilan laboratorium, sikap ilmiah dan kemampuan komunikasi verbal calon guru Biologi. Karakteristik sintak pedagogi Praktikum Mini-Project dapat membekali mahasiswa keterampilan dasar laboratorium, melatih bekerja ilmiah dan membekalkan kemampuan membuat rencana/rancangan proyek dalam bentuk Mini-Project. Selama implementasi Praktikum Creative Mini-Project mahasiswa bekerja dengan didasarkan pada rasa ingin tahu yang tinggi yang mendasari munculnya ide-ide kreatif untuk mengembangkan proyek. Berdasarkan temuan dalam penelitian ini, model praktikum mini-project berpotensi baik untuk digunakan sebagai model praktikum inovatif dengan didahului oleh guided inquiry sebagai scaffolding action sehingga mahasiswa benar-benar siap untuk melakukan mini-project.

Keywords: Praktikum Creative Mini-Project, Open Inquiry-Based, Kerja Ilmiah, Produk Kreatif Mahasiswa.

PENDAHULUAN

Pembelajaran berbasis inkuiri telah banyak dilakukan untuk mempengaruhi cara belajar siswa guna menghadapi masa depan siswa. Dengan menggunakan pendekatan inkuiri, pendidik dapat memicu keingintahuan siswa, meningkatkan motivasi, menginspirasi kreativitas, dan membawa siswa pada situasi belajar pada dunia nyata (LaManna, J. R., & Eason, P. K. 2011), Bretz, S. L., et al (2013). Guru yang menerapkan pembelajaran inkuiri dengan cara ini membantu berkembang pelajar seumur hidup. Selain itu, karena bertanya merupakan inti pembelajaran inkuiri, maka inkuiri juga membantu pendidik dalam

mengembangkan pembelajaran yang merangsang siswa untuk bertukar pikiran secara efektif, berpikir kritis dan kreatif, dan mengembangkan keterampilan proses sains yang diperlukan untuk memahami bagaimana melakukan investigasi sains. Melalui penggunaan pendekatan inkuiri, siswa dapat mengeksplorasi konten yang bermakna dengan mengajukan pertanyaan, membuat hipotesis, dan menemukan pengetahuan menggunakan bantuan terbatas. Jenis pembelajaran ini juga dapat menghasilkan produk yang lebih otentik dan bermakna untuk kehidupan siswa. Pembelajaran berbasis proyek adalah pendekatan pembelajaran yang dirancang untuk memberi kesempatan siswa untuk mengembangkan pengetahuan dan keterampilan

melalui proyek-proyek yang menantang dan permasalahan nyata yang mungkin dihadapi siswa (Horn, D., & Salvendy, G. 2006). Pembelajaran berbasis proyek mendorong siswa untuk mengembangkan pendekatan yang seimbang dan beragam untuk pemecahan masalah dunia nyata baik sendiri maupun dalam tim. Dibandingkan dengan eksperimen tradisional, siswa dalam pembelajaran proyek memperoleh keterampilan kerja laboratorium yang lebih akurat, mahir dalam memecahkan masalah, menganalisis data, memiliki kemampuan dalam memecahkan permasalahan keterbatasan instrumen, kolaborasi dengan anggota tim, dan komunikasi ilmiah (Millar, R., & Abrahams, I. 2012). Melihat peluang hasil-hasil pembelajaran yang menjanjikan dari inkuiri dalam pekerjaan proyek, optimis tujuan praktikum tidak saja sebagai cara melatih kerja ilmiah pada siswa tetapi juga mengandung aktivitas meneliti dan kemampuan investigasi akan memperbaiki pendekatan pembelajaran yang efektif dan inovatif. Mikrobiologi merupakan salah satu bidang ilmu dalam Biologi yang harus dipahami mahasiswa calon guru Biologi karena selain banyak terkait dengan kehidupan sehari-hari juga dapat dikaitkan dengan aspek kecakapan hidup (life skills). Hasil observasi pada kegiatan praktikum Mikrobiologi yang dilaksanakan selama ini di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Unram, menunjukkan banyak dilakukan menggunakan metode resep (cook book) sehingga kreativitas dan inovasi mahasiswa tidak berkembang. Kegiatan laboratorium seperti itu tidak mewakili proses eksplorasi ilmiah dan tidak memenuhi tantangan masa kini. Kini, kegiatan praktikum harus menyediakan kesempatan siswa untuk meningkatkan keterampilan memecahkan masalah, membuat investigasi, melakukan generalisasi yang sesuai tentang poin penting dalam sains, mendapatkan pengetahuan ilmiah dan membentuk sikap positif terhadap sains (Tamir, P. 1989). Standar nasional pendidikan sains telah menekankan pentingnya penyelidikan dalam kegiatan sains dengan mendorong guru untuk melibatkan siswa dalam penyelidikan ilmiah otentik (N R C. 2000). Memodifikasi model praktikum dengan memadukannya dengan kegiatan proyek yang selanjutnya disebut praktikum mini proyek menjadi alternatif pembelajaran praktikum yang diharapkan dapat memicu pembelajaran sesuai hakekat sains

sekaligus mengembangkan kreativitas mahasiswa.

METODE

Metode yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah metode campuran atau mixed method yang dikemukakan oleh Chang, K. E., et al., (2003) dengan desain embedded experimental one group pre-test post-test design. Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu pendahuluan (sebelum intervensi), implementasi (selama intervensi), dan interpretasi. Tahap sebelum intervensi peneliti melakukan studi literatur, analisis dokumen, analisis persepsi siswa, penyusunan rancangan pembelajaran, validasi dan uji coba. Tahap intervensi merupakan tahap mengimplementasikan hasil yang diperoleh dari hasil pendahuluan. Rancangan diimplementasikan pada pembelajaran praktikum dengan menggunakan Rancangan Quasi Eksperiment One Group Pre-test Post-test Design. Tahap interpretasi yaitu menginterpretasikan data kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh sehingga diperoleh kesimpulan, implikasi dan rekomendasi. Teknik Pengumpulan data dalam penelitian ini diambil dengan menggunakan instrumen berupa angket, lembar observasi wawancara, lembar judgment dan tes. Data yang diperoleh dalam hasil penelitian ini berupa data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif meliputi karakteristik, keterlaksanaan, kesulitan-kesulitan yang dihadapi, dan tanggapan mahasiswa setelah pembelajaran praktikum Mini projec open inquiry-based. Data kuantitatif dalam penelitian ini meliputi keterampilan bekerja ilmiah dan skor produk kreatif. Proses analisis data kualitatif menggunakan acuan pada prosedur yang diungkapkan Chang, K. E., et al., (2003). Semua data kualitatif kemudian dideskripsikan dan dilakukan triangulasi. Analisis data kuantitatif keterampilan bekerja ilmiah dilakukan dengan cara uji N-gain untuk mengetahui kategori peningkatan yang terjadi. Uji korelasi dilakukan terhadap keterampilan bekerja ilmiah dan produk kreatif siswa untuk melihat hubungan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil kemampuan bekerja ilmiah calon guru Biologi diperoleh melalui Tes Kemampuan Bekerja Ilmiah (TKBI) dan asesmen formatif. Asesmen formatif

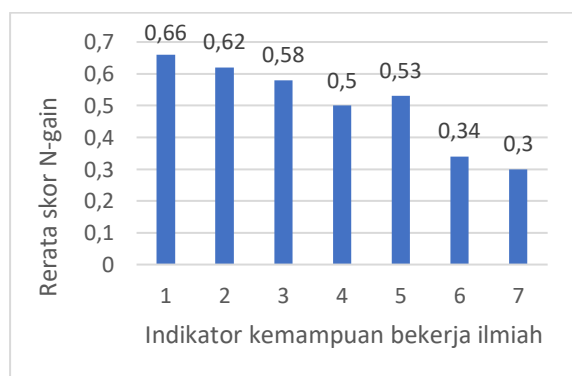
dikembangkan melalui asesmen formatif bekerja ilmiah dan asesmen formatif proses implementasi program berupa asesmen formatif kinerja lab, teori praktikum, sikap ilmiah, penilaian diri dan sebaya, dan asesmen creative mini project.

Berdasarkan hasil tes kemampuan bekerja ilmiah mahasiswa calon guru Biologi yang melaksanakan Praktikum Creative Mini-Project, diperoleh rangkuman data dan dirangkum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Rangkuman data Praktikum Creative Mini-Project

Komponen	Praktikum Mini-Project	
	Pretest	Posttest
Jumlah siswa	49	47
Rata-rata nilai	35,29	61,81
Standar deviasi	8,51	10,44
Nilai Minimum	16	37
Nilai Maksimum	78	82
Skor N-gain	0,49	
Uji Normalitas	0,50	0,59
	Normal	Normal
Uji homogenitas	0,002	0,12
	Tidak homogen	Homogen
Uji beda rata-rata (Uji Mann-Whitney) pretes dan postes kemampuan bekerja ilmiah dengan signifikan 0,05	t hitung = 0,000 t hitung < 0,005 Ho ditolak	

Berdasarkan uji statistika dengan Mann-Whitney pada tingkat ketelitian 95% atau signifikansi 0,05, diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara skor pretes dan postes kemampuan bekerja ilmiah. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan awal kemampuan bekerja ilmiah mahasiswa rendah, meningkat signifikan setelah melakukan praktikum mini-project. Hal ini menunjukkan bahwa Praktikum Mini-Project memberikan pengalaman berarti bagi mahasiswa calon guru Biologi dalam bekerja ilmiah. Berdasarkan capaian skor N-gain kemampuan bekerja ilmiah untuk setiap indikator, mengalami peningkatan dalam kategori sedang. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



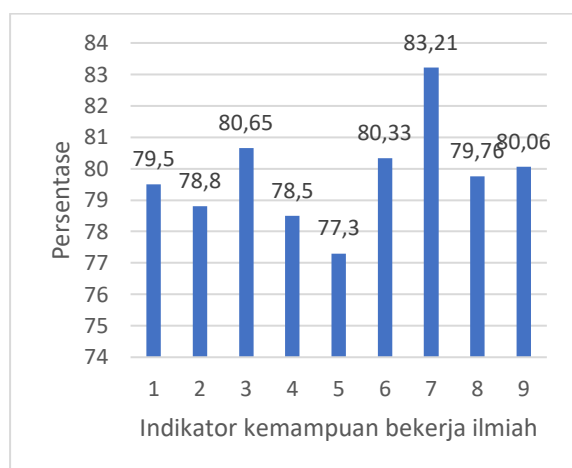
Gambar 1. Perbandingan skor N-gain kemampuan bekerja ilmiah mahasiswa antara kelas eksperimen dan kontrol.

Keterangan Indikator Kemampuan Bekerja Ilmiah: 1) Mencari sumber informasi ilmiah yang relevan dan memahami prinsip metode ilmiah; 2) Mengidentifikasi masalah; 3) Mengidentifikasi variabel; 4) Menyusun hipotesis dan membuat prediksi; 5) Membuat/mencang prosedur eksperimen; 6) Mengumpulkan, mengorganisasi dan menganalisis data; 7) Membuat kesimpulan dan mengkomunikasikan hasil penyelidikan.

Berdasarkan Gambar 1 rerata skor N-gain kemampuan bekerja ilmiah untuk setiap indikator berbeda antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, namun untuk indikator membuat kesimpulan dan mengkomunikasikan hasil penyelidikan tidak berbeda jauh. Beberapa penelitian yang menerapkan kegiatan laboratorium berbasis inkuiri, menyatakan bahwa walaupun siswa terlibat dalam proses penyelidikan ilmiah dunia nyata, namun siswa masih mengalami kesulitan memahami konten, terutama dalam menganalisis dan pemaknaan data dalam kesimpulan mereka. Bahkan setelah beberapa bulan melakukan penyelidikan empiris, siswa tidak menggunakan data dalam presentasi akhir dan hanya mengandalkan pengetahuan yang mereka miliki sebelumnya untuk membuat kesimpulan (Krajcik, J., et al. 1998), (Chang, K. E., et al., 2003). Hal ini berarti bahwa tingkat kemampuan menyimpan data hasil penyelidikan dalam memori jangka panjang siswa melalui aktivitas lab berbasis inkuiri masih rendah.

Dengan demikian untuk pengembangan program sejenis sangat diperlukan strategi *scaffolding* untuk proses internalisasi dan pemaknaan dari setiap tahapan inkuiri dalam diri mahasiswa, sehingga mereka dapat menjembatani aktivitas laboratorium yang dilakukan dengan pemahaman prinsip atau teori dasar dan prosedur laboratorium.

Asesmen formatif dilakukan terhadap produk rancangan kegiatan laboratorium mahasiswa selama pembekalan kemampuan bekerja ilmiah melalui *guided inquiry* dan merancang proyek individu. Hasil asesmen diperoleh persentase kemampuan bekerja ilmiah mahasiswa calon guru Biologi untuk setiap indikator terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Persentase kemampuan kerja ilmiah setiap indikator melalui asesmen formatif pada kelas eksperimen

Keterangan Indikator Kemampuan Bekerja Ilmiah: 1) Merumuskan masalah; 2) Mengajukan pernyataan penelitian; 3) Mengidentifikasi variabel; 4) Mengendalikan variabel; 5) Menyusun hipotesis; 6) Merancang prosedur penyelidikan; 7) Mengkomunikasikan data hasil pengamatan; 8) Menganalisis dan interpretasi data; 9) Menyimpulkan

Berdasarkan grafik Gambar 2 tampak bahwa persentase kemampuan bekerja ilmiah rata-rata cukup tinggi, aspek tertinggi pada mengkomunikasikan hasil, dan paling rendah pada menyusun hipotesis. Dengan demikian Praktikum Mini-Project memberikan kontribusi terhadap ketercapaian kinerja kerja ilmiah mahasiswa calon guru Biologi. Hal ini disebabkan karena mahasiswa terbiasa melakukan sains dalam konteks penyelidikan. Aktivitas laboratorium berbasis Praktikum Mini-Project memiliki peran khas dan sentral dalam kurikulum sains banyak manfaat dari keterlibatan siswa dalam kegiatan laboratorium sains. Apabila dikembangkan dengan benar, aktivitas laboratorium yang berpusat pada inkuiri memiliki potensi dapat meningkatkan pembelajaran bermakna siswa, pemahaman konseptual, dan pemahaman mereka tentang hakikat sains (Hofstein A. and Lunetta V.N., 2003), (Domin, D. S. 1999).

Selanjutnya data perkembangan kemampuan kerja ilmiah berdasarkan asesmen formatif tampak pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Rerata Skor Kemampuan Kerja Ilmiah Calon Guru Biologi Melalui Asesmen Formatif

No	Indikator Kerja Ilmiah	Pembiakkan Mikroba	Rancangan Proyek
1.	Merumuskan masalah	77,38	80,71
2.	Mengajukan pertanyaan penelitian	76,90	79,52
3.	Mengidentifikasi variabel	76,90	82,14
4.	Mengendalikan variabel	75,48	80,36
5.	Menyusun hipotesis	70,60	80,24
6.	Merancang prosedur penyelidikan	79,29	80,83
7.	Mengkomunikasi data hasil pengamatan	80,71	84,29
8.	Menganalisis dan interpretasi data	77,02	80,12
9.	Menyimpulkan	74,88	82,26
	Rerata	77,98	81,88

Berdasarkan Tabel 2 tampak bahwa secara keseluruhan terdapat kemajuan bekerja ilmiah calon guru Biologi pada setiap tahapan berdasarkan hasil asesmen formatif, mulai dari

tahap pembekalan dengan *guided inquiry* sampai merancang Mini-Project. Pada indikator menganalisis dan interpretasi data hasil asesmen, cenderung tidak meningkat secara nyata, hal ini

disebabkan kemampuan analisis dan interpretasi data banyak melibatkan proses berpikir tingkat tinggi, sehingga kemampuan tersebut masih perlu dilatih atau dibekalkan lebih intensif kepada mahasiswa.

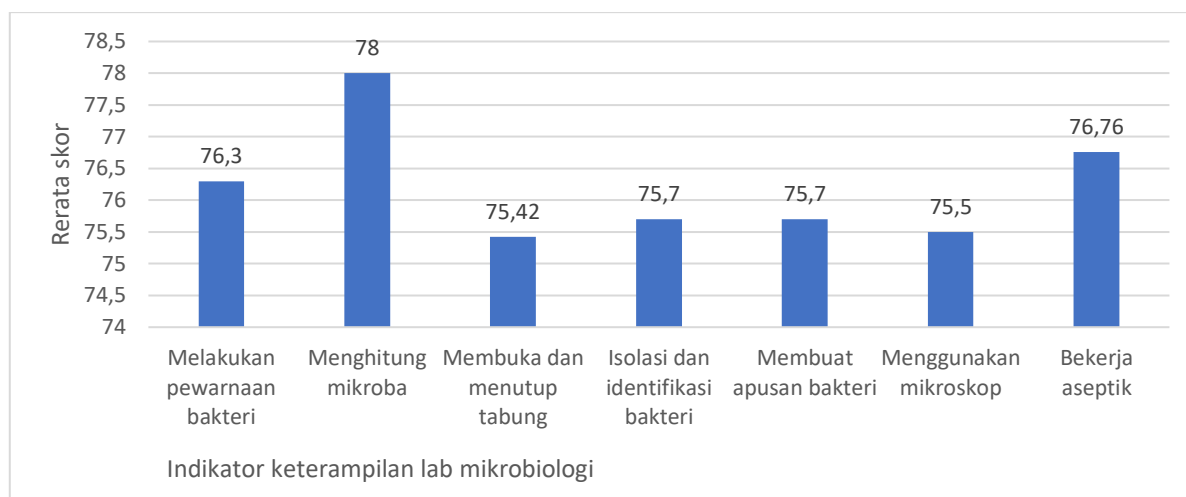
Berdasarkan hasil asesmen formatif, maka Praktikum Mini-Project memberikan kontribusi terhadap pembekalan kemampuan bekerja ilmiah mahasiswa calon guru Biologi. Hal ini disebabkan mahasiswa terlatih bekerja ilmiah dengan terlibat secara penuh dalam kegiatan penyelidikan ilmiah. Praktikum Mini-Project memberikan kesempatan belajar pada mahasiswa dengan berbagai aktivitas hands-on dan minds-on. Adanya aktivitas hands-on karena kegiatan berbasis inkuiri lab memungkinkan mahasiswa melakukan, memanipulasi dan mengobservasi suatu proses ilmiah (Lumpe, A. T., & Oliver, J. S. 1991). (Doppelt, Y. 2005). Kegiatan lab berbasis inkuiri memiliki potensi untuk mengembangkan kemampuan dan keterampilan siswa seperti: mengajukan pertanyaan ilmiah, membuat hipotesis, merancang dan melaksanakan mengomunikasikan serta mempertahankan argumentasi ilmiah (Krajcik, J., et al. 1998), (Gardner, S. M., & Gasper, B. J. 2013), penyelidikan ilmiah, merumuskan dan merevisi penjelasan ilmiah (Hofstein, A., et al 2008), (Kusnadi, K., et al. 2017). Menurut Hofstein A. and Lunetta V.N., (2003), Hanke, U. (2011), Domin, D. S. (1999) beberapa faktor kegagalan kegiatan lab dalam pembelajaran sains diantaranya adalah: 1) tidak memadainya prosedur kendali (seperti petunjuk praktikum dan instrumen asesmen); 2) tidak memadainya laporan tentang prosedur pengajaran dan asesmen yang digunakan; 3) teknik asesmen hanya mengukur hasil belajar siswa, yang tidak konsisten dengan tujuan pembelajaran. Dengan demikian bentuk asesmen, terutama asesmen formatif sangat memegang peranan penting dalam implementasi pembelajaran, terutama untuk meningkatkan belajar siswa (assessment for learning). Untuk pengembangan dan perbaikan program sejenis di masa depan, perlu penekanan pada asesmen formatif, terutama tahap refleksi dan umpan balik yang diberikan kepada setiap individu mahasiswa.

Asesmen merupakan bagian tak terpisahkan dengan kegiatan pembelajaran sains berbasis inkuiri (Qadar. R. 2015), (Runco, M. A. 2017). Pembelajaran sains berbasis inkuiri akan bermakna apabila diperlakukan sebagai kemampuan kerja ilmiah yang dikembangkan,

diterapkan dan diases selama proses pembelajaran dan sebagai hasil pembelajaran (Rustaman. N. Y. 2005), (Runco, M. A. 2014). Dewasa ini terjadi pergeseran paradigma pendidikan dalam aspek penilaian atau asesmen, beralih dari penilaian hasil atau produk belajar (assessment of learning), menjadi asesmen proses belajar sebagai umpan balik untuk meningkatkan proses belajar selanjutnya (assessment for learning). Untuk itu dalam pengembangannya program Praktikum Mini-Project perlu menerapkan model asesmen formatif, salah satunya adalah active assessment untuk mengases pengetahuan, proses (kinerja), sikap dan representasi produk belajar mahasiswa dengan memberikan umpan balik pada setiap proses tersebut Active assessment berdasarkan pada ide mahasiswa yang melakukan kegiatan inkuiri dalam setting kegiatan laboratorium, yang dapat dilakukan melalui asesmen formatif, diagnostik atau sumatif (Hanauer, D.I., et al 2009), (Thomas, J. W. 2000). Umpan balik terhadap asesmen setiap tahapan pembelajaran, dapat digunakan untuk memperbaiki proses belajar pada materi atau topik selanjutnya.

Selanjutnya untuk mengetahui kemampuan bekerja ilmiah calon guru biologi, maka dilakukan asesmen proses dan produk Praktikum Mini-Project. Asesmen dilakukan untuk mengakses perkembangan kemampuan bekerja ilmiah calon guru Biologi dalam aspek intelektual, keterampilan intelektual, sosial, dan sikap ilmiah selama implementasi Praktikum Mini-Project pada kelas eksperimen. Asesmen dilakukan dengan mengases kinerja mahasiswa melalui observasi langsung oleh observer terlatih dan mengases produk rancangan mahasiswa baik dari jurnal praktikum atau logbook yang dibuat mahasiswa secara individu.

Implementasi Praktikum Mini-Project juga telah menghasilkan produk akhir berupa representasi tulisan. Produk representasi tulisan kelompok berupa laporan proyek. Setiap produk tersebut selanjutnya diases menggunakan rubrik atau kriteria penilaian. Produk-produk adalah sebagai representasi tulisan atau visual dari implementasi program pembelajaran berbasis proyek (Hanauer, D.I., et al, 2009), (Treffinger, D. J., 1981). Data hasil asesmen formatif, melalui observasi selama kegiatan tahap pembekalan dan pelaksanaan proyek memperlihatkan gambaran skor keterampilan lab Mikrobiologi mahasiswa calon guru Biologi untuk setiap indikator seperti terlihat pada Gambar 3.

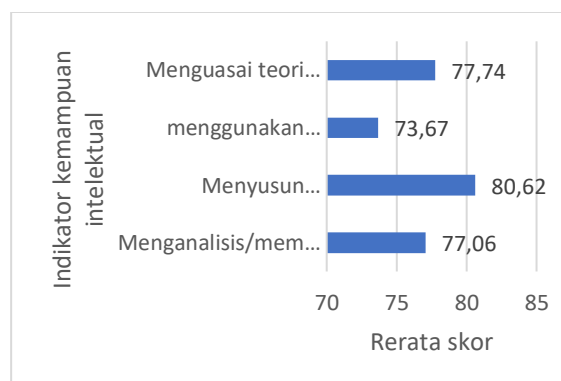


Gambar 3. rerata skor keterampilan laboratorium pada setiap indikator melalui asesmen formatif.

Berdasarkan Gambar 3 tampak bahwa setiap indikator keterampilan lab Mikrobiologi terlaksana dengan baik oleh calon Guru Biologi. Rerata skor keterampilan lab tertinggi tercapai pada indikator menghitung jumlah mikroba sebesar 78,0 dan bekerja aseptik sebesar 76,76, hal ini disebabkan kedua ketrampilan tersebut memiliki risiko kegagalan tinggi sehingga mahasiswa lebih terdorong untuk melakukan kegiatan dengan hati-hati dan penuh rasa ingin tahu yang tinggi. Sedangkan indikator keterampilan lab dengan rerata skor terendah yaitu membuka/menutup sumbat tabung yaitu 75,42. Hal ini disebabkan pada saat mahasiswa melakukan kinerja membuka dan menutup sumbat tabung berisi kultur mikroba, masih ada beberapa mahasiswa yang kurang terampil seperti ketika membuka sumbat tidak melewati mulut tabung secara aseptik, dan ada yang meletakkan sumbat di atas meja, sehingga dapat mengakibatkan kontaminasi kultur mikroba. Namun secara umum rerata capaian asesmen formatif keterampilan lab dalam kategori baik. Hal ini disebabkan Praktikum Mini-Project telah dapat membekalkan keterampilan lab tersebut yang sangat diperlukan untuk melaksanakan kegiatan proyek. Sejalan dengan penelitian pada mahasiswa Biologi pembelajaran inkuiri lab dapat memunculkan keterampilan spesifik lab Mikrobiologi yang sangat diperlukan untuk bekal melakukan inkuiri (Kusnadi, K., et al., 2017), (Cohen, J. B., et al 2015). Praktikum Mini-Project diawali dengan tahap pembekalan keterampilan lab Mikrobiologi, terutama bekerja aseptik, menggunakan mikroskop, membuat sediaan mikroskopik (apusan bakteri), melakukan pewarnaan bakteri, isolasi dan inokulasi mikroba

serta enumerasi mikroba. Semua keterampilan tersebut selanjutnya diaplikasikan dalam melaksanakan Praktikum Mini-Project. Dengan demikian mahasiswa dapat lebih terlatih keterampilan lab, karena kegiatan tersebut terus dilakukan secara berulang dan dilaksanakan dengan kegiatan mandiri dan kolaborasi kerja tim dalam pelaksanaan Praktikum Mini-Project. Kegiatan laboratorium berbasis Praktikum Mini-Project memiliki potensi kuat terhadap peningkatan pembelajaran siswa yang konstruktif, pemahaman konsep dan pemaknaan hakikat sains. Pembelajaran sains berbasis inkuiri mendorong seluruh siswa harus terlibat dalam pengalaman belajar yang dibutuhkannya untuk melek sains (N. R. C. 2000), (Xu, H., & Talanquer, V. 2013).

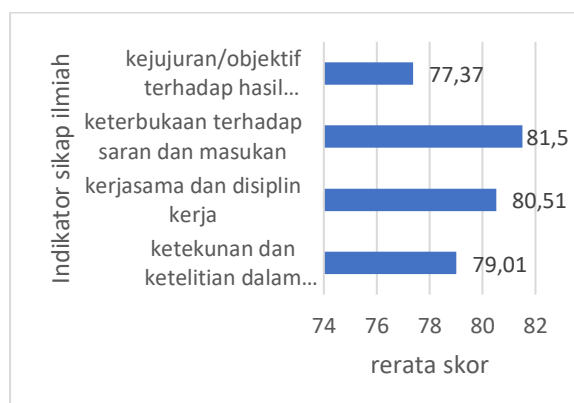
Dari data hasil asesmen formatif, melalui penilaian oleh observer yang terlatih, selama tahap pembekalan dan pelaksanaan Mini-Project diperoleh gambaran skor kemampuan pemahaman teori praktikum mahasiswa calon guru Biologi untuk setiap indikator seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rerata skor kemampuan intelektual pada setiap indikator

Gambar 4 menunjukkan rerata skor pemahaman teori praktikum mahasiswa calon guru Biologi melalui asesmen formatif. Skor tertinggi pada indikator menyusun prosedur kegiatan praktikum yaitu 80,62. Sedangkan indikator dengan skor terendah yaitu menggunakan sumber rujukan ilmiah sebesar 73,67. Permasalahan yang sering ditemukan pada kegiatan laboratorium sains berbasis project adalah siswa mengalami kesulitan menghubungkan kegiatan aktivitas lab dengan pemahaman teori praktikum itu sendiri. Pada implemntasi Praktikum Mini-Project setiap sebelum kegiatan, dilakukan tes awal (Pretest) untuk mengetahui pemahaman awal siswa terkait kegiatan praktikum atau Mini-Project yang akan dilakukan. Adanya pretest ini diharapkan dapat memicu mahasiswa untuk banyak membaca dan mencari sumber informasi ilmiah. Disamping itu setiap mahasiswa diharuskan membuat jurnal praktikum atau jurnal mini-project sebelum kegiatan. Pada beberapa kali setelah kegiatan praktikum atau mini-project mahasiswa juga diberi tugas untuk membuat diagram Vee Heuristik, yang harus menghubungkan antara konsep atau prinsip ilmiah dengan prosedur dan data yang diperoleh. Selanjutnya pemahaman teori praktikum selama tahapan Praktikum Mini-Project menunjukkan bahwa tahap guided inquiry sama halnya dengan keterampilan lab pemahaman teori praktikum cenderung menurun, namun pada pelaksanaan proyek inkuiri mengalami peningkatan.

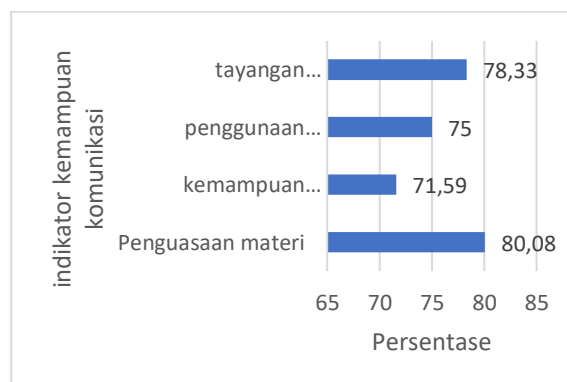
Data hasil asesmen formatif, melalui observasi dan penilaian oleh observer terlatih selama kegiatan tahap pembekalan dan Mini-project diperoleh gambaran rerata skor sikap ilmiah calon guru Biologi untuk setiap indikator seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Rerata skor ketercapaian indikator sikap ilmiah melalui asesmen formatif

Gambar 5 menunjukkan skor ketercapaian sikap ilmiah calon Guru Biologi melalui asesmen formatif. Skor sikap ilmiah tertinggi pada indikator keterbukaan terhadap saran dan masukan yaitu 81,5. Sedangkan indikator ketercapaian sikap ilmiah dengan skor terendah yaitu kejujuran/obyektif terhadap hasil pengamatan sebesar 77,37. Selama kegiatan mahasiswa menunjukkan sikap ilmiah sebagai ilmuwan, yaitu jujur dan objektif terhadap hasil, keterbukaan terhadap saran, kerjasama dan disiplin kerja serta ketekunan dan ketelitian. Dengan demikian Praktikum Mini-Project telah memberikan bekal sikap ilmiah yang baik, mahasiswa secara kolaboratif bekerja dalam konteks seperti seorang ilmuwan mempelajari fenomena alam.

Data hasil asesmen formatif, melalui observasi dan penilaian oleh observer terlatih selama kegiatan tahap pembekalan dan Mini-project diperoleh rerata skor kemampuan komunikasi lisan mahasiswa masing-masing sebesar 77,35 dan 79,23. Selanjutnya gambaran pencapaian kemampuan komunikasi lisan calon guru Biologi untuk setiap indikator terlihat pada Gambar 6. Keterampilan berkomunikasi merupakan bagian dari indikator bekerja ilmiah. Mahasiswa disamping mengomunikasikan hasil project dalam bentuk laporan dan juga komunikasi lisan. Indikator atau kriteria kemampuan komunikasi lisan mahasiswa, dapat dilihat dari kemampuan berargumentasi, penguasaan materi, penggunaan ungkapan lisan (kejelasan suara) serta tayangan media presentasi.

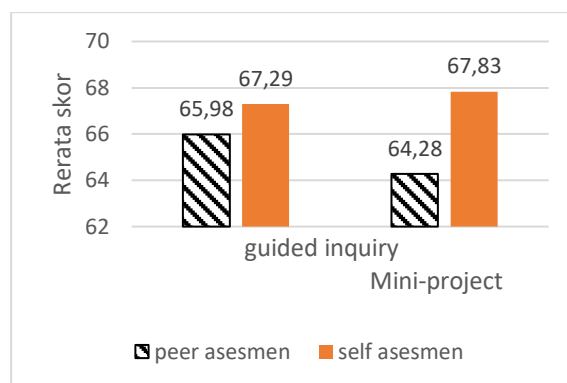


Gambar 6. Rerata skor kemampuan komunikasi lisan pada setiap indikator melalui asesmen formatif.

Berdasarkan Gambar 6 rerata skor kemampuan komunikasi lisan mahasiswa mengalami peningkatan pada saat presentasi hasil praktikum (77,35) dengan presentasi hasil

Mini-project (79,23). Hal ini memperlihatkan bahwa keterampilan komunikasi lisan mahasiswa melalui Praktikum Mini-Project cukup terlatih dalam menyampaikan ide, membuat tayangan media presentasi, keterbukaan terhadap saran, kemampuan argumentasi dan kejelasan ungkapan lisan. Gambar 6 menunjukkan rerata skor kemampuan komunikasi lisan calon Guru Biologi melalui asesmen formatif. Skor tertinggi tercapai pada indikator tertinggi penguasaan materi yaitu 80,08. Sedangkan indikator kemampuan komunikasi lisan dengan skor terendah yaitu kemampuan berargumentasi sebesar 71,59%. Selama implementasi Praktikum Mini-Project mahasiswa cenderung lebih terlibat dalam aktivitas kinerja secara individu atau kelompok, sehingga kemampuan argumentasi kurang terasah, terutama saat komunikasi lisan. Hal ini perlu pengembangan dan perbaikan program lebih lanjut untuk dapat mengasah dan melatih keterampilan berargumentasi mahasiswa. Berdasarkan pengamatan, umumnya mahasiswa belum dapat menghubungkan hasil temuan proyeknya dengan penalaran logis dan rasional, serta tidak dapat mempertahankan pendapatnya. (Jimenez-Aleixandre, M. P., et al 2000), (Yang, K. K., et al 2016) menyatakan bahwa argumentasi relevan dengan pendidikan sains, sejak inkuiri ilmiah berhubungan dengan klaim pengetahuan, keyakinan dan tindakan untuk memahami alam. Kemampuan argumentasi yang rendah pada siswa disebabkan karena siswa tidak mampu menghubungkan data untuk memperkuat argumen dan penjelasan mereka. Siswa cenderung akan mengabaikan data apabila bertentangan dengan keyakinan siswa sendiri (Kuhn, D. 1993), (Bretz, S. L., et al 2013). Tanpa pemahaman tentang argumentasi yang baik siswa akan lebih memilih untuk menggunakan konsepsi intuitif dan keterampilan penalaran daripada menggunakan data (AAAS. 1989), (N. R. C. 2000). Hal ini sejalan dengan temuan hasil asesmen formatif bahwa sikap ilmiah mahasiswa terutama dalam kejujuran dan objektivitas terhadap data hasil pengamatan skor terendah.

Berdasarkan hasil penilaian diri dan penilaian sebaya diperoleh data kemampuan bekerja ilmiah calon guru Biologi selama pembekalan inkuiri dan pelaksanaan Mini-project, diperoleh data seperti pada Gambar 7.

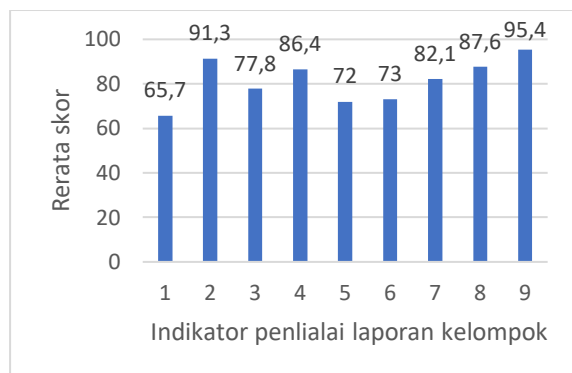


Gambar 7. Rerata skor self dan peer assessment kemampuan bekerja ilmiah calon guru Biologi

Gambar 7 memperlihatkan data rerata skor kemampuan bekerja ilmiah hasil penilaian diri dan sebaya, pada tahap pembekalan dengan guided inquiry dan tahap pelaksanaan proyek. Baik tahap pembekalan maupun Mini-project berdasarkan self-assessment kemampuan bekerja ilmiah lebih tinggi dibandingkan peer assessment, hal ini menunjukkan bahwa setiap individu merasa dirinya terlibat penuh dalam setiap kegiatan inkuiri mulai dari merumuskan masalah, mengajukan pertanyaan, melakukan observasi, merancang dan melaksanakan penyelidikan, menganalisis dan interpretasi data, membuat kesimpulan dan mengomunikasikan hasil penyelidikan. Semua data hasil kegiatan ini harus dicatat dalam jurnal praktikum secara individual. Siswa yang terlibat dalam inkuiri ilmiah akan memiliki keyakinan dan kepercayaan diri yang tinggi sebagai pebelajar sains (N. R. C. 2000). (Ault, J. F., et al. 2011).

Representasi produk tulisan ilmiah yang sering dijadikan tagihan dalam kegiatan laboratorium adalah laporan. Laporan hasil praktikum mini-project menjadi tagihan untuk melihat kemampuan mahasiswa melaporkan hasil data proyek secara kelompok. Rerata skor penilaian laporan praktikum mini-project disajikan pada Gambar 8. Kriteria penilaian laporan praktikum mini-project meliputi aspek berikut: 1) format laporan: memuat nama anggota, judul dan tanggal, waktu kegiatan terorganisasi dengan baik; 2) Tujuan mini-project : dipaparkan dengan jelas, memuat variabel penelitian; 3) deskripsi alat dan bahan: mendeskripsikan spesifikasi alat/bahan baik jenis maupun jumlahnya; 4) prosedur kerja: memuat tahapan atau langkah-langkah proyek yang detail; 5) data hasil pengamatan: memuat data lengkap, bentuk tabel/grafik dengan satuan yang tepat; 6) Analisis data: analisis data secara komprehensif

dan mengidentifikasi semua variabel; 7) Penyajian tabel/grafik/gambar: menampilkan tabel/grafik/gambar dengan jelas, lengkap dan tepat; 8) kesimpulan; relevan dengan tujuan, jelas berdasarkan analisis data; dan 9) ketepatan (akurasi): proses pengukuran dilakukan dengan akurat dan teliti.



Gambar 8. Rerata nilai hasil penilaian laporan praktikum mini-project

Keterangan: 1 = Format laporan; 2 = Tujuan; 3 = Deskripsi alat dan bahan; 4 = Prosedur kerja; 5 = Data hasil pengamatan; 6 = Analisis data; 7 = Penyajian data, grafik/gambar; 8 = Kesimpulan; 9 = ketepatan.

Gambar 8 menunjukkan bahwa penilaian laporan mini-proyek dilihat dari beberapa indikator. Rerata nilai tertinggi yaitu tercapai pada indikator ketepatan/akurasi, sedangkan terendah pada indikator format laporan. Hal ini disebabkan umumnya mahasiswa tidak mengikuti standar penulisan laporan, waktu kegiatan tidak terorganisir dengan baik. Melalui Praktikum Mini-Project mahasiswa terbiasa dilatih membuat jurnal praktikum atau logbook mini-project, sehingga mereka mampu membuat laporan seperti mendeskripsikan tujuan, mendeskripsikan alat dan bahan, menyusun prosedur kerja, mentabulasi dan analisis data, serta membuat kesimpulan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis data dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa program pembelajaran praktikum Mikrobiologi berbasis Mini-Project dapat meningkatkan kecakapan bekerja ilmiah (N-gain, sedang) mahasiswa calon guru Biologi. Berdasarkan hasil asesmen formatif melalui asesmen proses dan produk dapat disimpulkan bahwa implementasi praktikum mini-project memengaruhi perkembangan keterampilan membuat dan

menyelesaikan proyek, pemahaman teori praktikum, keterampilan laboratorium, sikap ilmiah dan kemampuan komunikasi verbal calon guru Biologi. Disamping itu Praktikum Mini-Project dapat mendorong mahasiswa bekerja dalam tim secara kolaboratif antara mahasiswa dengan sesamanya, antara mahasiswa dengan asisten praktikum dan antara mahasiswa dengan dosen pembimbing. Secara umum karakteristik sintak pedagogi Praktikum Mini-Project dengan pembekalan bertahap dimulai dengan tahap inisiasi mahasiswa calon guru Biologi terhadap permasalahan Mikrobiologi, kemudian membekali mahasiswa keterampilan dasar laboratorium, melatih bekerja ilmiah dan melalui inkuiri terbimbing (guided inquiry) dan membekalkan kemampuan membuat rencana/rancangan proyek secara individu dan kelompok dalam bentuk Mini-Project. Selama implementasi Praktikum Creative Mini-Project mahasiswa bekerja dengan didasarkan pada rasa ingin tahu yang tinggi yang mendasari munculnya ide-ide kreatif untuk mengembangkan proyek.

REFERENSI

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). *Science for all American*. A project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology. Washington, DC: AAAS.
- Ault, J. F., Renfro, B. M., & White, A. K. (2011). Using a Molecular-Genetic Approach to Investigate Bacterial Physiology in a Continuous, Research-Based, Semester-Long Laboratory for Undergraduates †. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 12(2), 185–193.
- Bretz, S. L., Fay, M., Bruck, L. B., & Towns, M. H. (2013). What faculty interviews reveal about meaningful learning in the undergraduate chemistry laboratory. *Journal of Chemical Education*, 90(3), 281–288.
- Chang, K. E., Sung, Y. T., & Lee, C. L. (2003). Web-based collaborative inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(1), 56–69.
- Cohen, J. B., Pham, M. T., & Andrade, E. B. (2015). The Nature and Role of Affect in Consumer Behavior. *Handbook of Consumer Psychology*, January 1991. <https://doi.org/10.4324/9780203809570.c>

- [h11](#)
- Domin, D. S. (1999). A Review of Laboratory Instruction Styles. *Journal of Chemical Education*, 76(2-4), 543-547. <https://doi.org/10.1021/ed076p543>
- Doppelt, Y. (2005). Assessment of project-based learning in a Mechatronics context. *Journal of Technology Education*, 16(2), 7-24.
- Gardner, S. M., & Gasper, B. J. (2013). Engaging Students in Authentic Microbiology Research in an Introductory Biology Laboratory Course is Correlated with Gains in Student Understanding of the Nature of Authentic Research and Critical Thinking. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 14(1): 25-34.
- Hanauer, D.I., Hatfull G.F., Jacobs, S.D. (2009). *Active Assessment: Assessing Scientific Inquiry*. New York: Springer.
- Hanke, U. (2011). Effects of Creative Dispositions on the Design of Lessons. *The Open Education Journal*, 4(1), 113-119.
- Hofstein, A., Kipnis, M., & Kind, P. (2008). Enhancing students' meta-cognition and argumentation skills. *Science education issues and developments*, 59.
- Hofstein A. and Lunetta V.N., (2003), The laboratory in science education: foundation for the 21 century, *Science education*, 88, 28-54.
- Horn, D., & Salvendy, G. (2006). Product creativity: Conceptual model, measurement and characteristics. *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 7(4), 395-412.
- Jimenez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000), "Doing the lesson" or doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757-792.
- Krajcik, J., Blumenfeld, P. C., Marx, R. W., Bass, K. M., Fredricks, J., & Soloway, E. (1998). Inquiry in project-based science classrooms: Initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3-4), 313-350.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science education*, 77(3), 319-337.
- Kusnadi, K., Rustaman, N. Y., Redjeki, S., & Aryantha, I. N. P. (2017). Enhancing Scientific Inquiry Literacy of Prospective Biology Teachers through Inquiry Lab Project in Microbiology. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 895, No. 1, p. 012136). IOP Publishing.
- LaManna, J. R., & Eason, P. K. (2011). Building Creative Scientists in the Classroom Laboratory: Applications for Animal Behavior Experiments. *The American Biology Teacher*, 73(4), 228-231.
- Lumpe, A. T., & Oliver, J. S. (1991). Dimensions of hands-on science. *The American Biology Teacher*, 345-348.
- Millar, R., & Abrahams, I. (2012). Practical work - Research Database, The University of York. *School Science Review*, 91(334), 59-64.
- National Research Council. (2000). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy of Science.
- Qadar. R. (2015). Pengembangan Asesmen Terintegrasi Pembelajaran Inkuiri Pada Perkuliahan Optika Calon Guru Fisika Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia. Tidak diterbitkan.
- Runco, M. A. (2017). Comments on Where the Creativity Research Has Been and Where Is It Going. *Journal of Creative Behavior*, 51(4), 308-313.
- Runco, M. A. (2014). Big C, Little c Creativity as a False Dichotomy: Reality is not Categorical. *Creativity Research Journal*, 26(1), 131-132.
- Rustaman. N. Y. (2005). *Perkembangan Penelitian Pembelajaran Berbasis Inkuiri Dalam Pendidikan Sains*. Makalah Seminar Nasional II HISPPPII. FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.
- Tamir, P. (1989). Training Teachers to Teach Effectively in the Laboratory. *Science Education*, 73(1), 59-69.
- Thomas, J. W. (2000). *A Review of Research on Project-Based Learning*. http://www.bie.org/research/study/review_of_project_based_learning_2000
- Treffinger, D. J. (1981). Analysis of Creative Products: Review and Synthesis. *The Journal of Creative Behavior*, 15(3), 158-178.
- Xu, H., & Talanquer, V. (2013). Effect of the level of inquiry on student interactions in chemistry laboratories. *Journal of Chemical Education*, 90(1), 29-36.
- Yang, K. K., Lee, L., Hong, Z. R., & Lin, H. S. (2016). Investigation of effective strategies

for developing creative science thinking.
*International Journal of Science
Education*, 38(13), 2133–2151.