



HAKIKAT DAN PERAN KEGIATAN LABORATORIUM DALAM PEMBEALAJARAN: ANALISIS MODEL PRAKTIKUM COOKBOOK LABORATORIUM PADA INQUIRY LAB

Lina Inayah¹, Adam Malik²

^{1&2} Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, UIN Sunan Gunung Djati Bandung

Corresponding author : linainayah29@gmail.com , adammalik@uinsgd.ac.id

ARTICLE INFO

Keywords:

Laboratory activities,
cookbook , inquiry lab

Kata Kunci:

Kegiatan laboratorium,
cookbook, inkuiri lab

ABSTRACT

The laboratory plays a crucial role in physics education, which is based on observation and experimentation. Principles and laws of physics are largely derived through a scientific approach, involving induction and generalization. In traditional teaching, the laboratory was used to confirm information from teachers, but its role has now expanded to train 21st-century skills. This research uses a descriptive qualitative approach with literature research and systematic reviews to understand the impact of laboratory activities on training and developing scientific skills. The laboratory in physics education serves various functions, including verifying information, training practical skills, fostering conceptual understanding, and strengthening higher-order thinking skills. The inquiry-based approach in the laboratory allows students to actively engage in experiments and think like scientists, with different levels ranging from discovery learning to hypothetical inquiry. The cookbook model of practicum, which is structured and easy to supervise, is effective for training laboratory skills on a large scale.

Laboratorium memiliki peran penting dalam pendidikan fisika, yang didasarkan pada pengamatan dan eksperimen. Prinsip dan hukum fisika banyak diperoleh melalui pendekatan ilmiah, yang melibatkan induksi dan generalisasi. Dalam pembelajaran tradisional, laboratorium digunakan untuk mengonfirmasi informasi dari guru, namun kini perannya telah meluas untuk melatih keterampilan abad ke-21. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan riset pustaka dan tinjauan literatur untuk memahami dampak kegiatan laboratorium dalam melatih dan mengembangkan keterampilan sains. Laboratorium dalam pendidikan fisika memiliki berbagai fungsi, termasuk memverifikasi informasi, melatih keterampilan praktis, menumbuhkan pemahaman konsep, dan memperkuat keterampilan berpikir tingkat tinggi. Pendekatan inkuiri dalam laboratorium memungkinkan siswa untuk terlibat aktif dalam eksperimen dan berpikir layaknya ilmuwan, dengan berbagai level, mulai dari discovery learning hingga hypothetical inquiry. Praktikum model cookbook, yang terstruktur dan mudah diawasi, efektif untuk melatih keterampilan laboratorium dalam skala besar.

PENDAHULUAN

Hakikat kegiatan laboratorium adalah memberikan pengalaman belajar praktis bagi siswa dengan mengintegrasikan teori dan praktik. Dalam lingkungan laboratorium, siswa dapat mengamati, bereksperimen, dan menguji hipotesis secara langsung, yang membantu mereka memahami konsep-konsep ilmiah dengan lebih mendalam. Kegiatan laboratorium memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan teknis, berpikir kritis, dan kemampuan *problem solving*. Selain itu, kegiatan ini menekankan kerja tim dan komunikasi, di mana siswa dapat berkolaborasi dan berbagi ide.

Fisika sebagai ilmu alam didasarkan pada pengamatan dan eksperimen. Banyak prinsip dan hukum dalam fisika diperoleh melalui proses ilmiah, dengan pendekatan induksi dan generalisasi yang bersumber dari pengamatan dan eksperimen (Shi et al., 2020). Dalam paradigma pembelajaran tradisional, laboratorium digunakan untuk mengonfirmasi pengetahuan yang disampaikan guru di kelas (Balodah et al., 2016).

Namun, kini laboratorium menjadi bagian terintegrasi dari kegiatan pembelajaran di kelas, berperan sebagai salah satu metode yang mendorong penyelidikan dan penemuan dalam memahami konsep-konsep fisika (Tobin, 2018; Fan et al., 2018). Fungsi laboratorium dapat dioptimalkan untuk membentuk sikap ilmiah, memperkuat pengetahuan, dan mengembangkan keterampilan (Zwickl et al., 2013). Selain itu, kegiatan di laboratorium memotivasi siswa untuk terus mengembangkan pengetahuan dan keterampilan melalui pengalaman langsung, yang akan terekam dalam memori jangka panjang dan lebih sulit dilupakan (Olabode et al., 2018).

METODE

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif. Teknik yang digunakan dalam penelitian ini adalah riset pustaka, tinjauan literatur sistematis, dan studi terhadap berbagai makalah yang dipublikasikan di jurnal-jurnal. Tujuannya adalah untuk mendukung pembahasan mengenai dampak dan implikasi hasil penelitian yang berkaitan dengan kegiatan laboratorium dalam melatih dan mengembangkan berbagai keterampilan abad 21.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam konteks pendidikan di era revolusi industri 4.0, kegiatan laboratorium bertujuan untuk menanamkan nilai dan sikap ilmiah, memahami dan memperkuat konsep, melatih serta mengembangkan kompetensi, menumbuhkan motivasi dan ketertarikan pada sains, serta meningkatkan keterampilan berpikir untuk diterapkan dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, laboratorium memberikan kesempatan kepada siswa untuk melakukan eksperimen layaknya ilmuwan (Tores et al., 2013; Shi et al., 2020).

Jenis Kegiatan Laboratorium Peran dan orientasi kegiatan laboratorium dalam pembelajaran sains, khususnya fisika, dapat meliputi beberapa hal: Memverifikasi informasi yang telah disampaikan di kelas. Melatih keterampilan praktis siswa, baik saat pembelajaran di kelas maupun di luar kelas. Menjadi metode pembelajaran untuk

menumbuhkan pemahaman konsep selama sesi inti pembelajaran tatap muka. Memperkuat dan memperkaya pemahaman materi fisika, sekaligus membekali siswa dengan keterampilan berpikir tingkat tinggi, yang biasanya dilakukan setelah sesi tatap muka di kelas (Wilcox & Lewandowski, 2017; Wieman and Holmes, 2015; Zwickl et al., 2012; Millar, 2004). Kegiatan laboratorium menjadi bagian penting dalam pembelajaran IPA. Lazarowitz & Tamir, yang dikutip oleh Wiyanto (2006).

Kegiatan laboratorium pada dasarnya dirancang untuk membantu siswa mengembangkan pemahaman, kemampuan kognitif, kemampuan berpikir kreatif, dan sikap ilmiah melalui partisipasi dalam aktivitas laboratorium (Novack, Gangoli, Hodson, dalam Suma 2005). Laboratorium adalah salah satu metode pengajaran paling penting untuk memberikan pembelajaran yang efektif dan bermakna dalam pendidikan sains. Tamir (Koray & Köksal, 2009) menyatakan bahwa kegiatan laboratorium didasarkan pada partisipasi aktif siswa dalam pengumpulan data dan analisis fakta-fakta dari hasil eksperimen.

Menurut Wenning (2014), terdapat enam tingkat dalam model inkuiri, mulai dari level rendah hingga yang membutuhkan kemampuan intelektual tinggi, yaitu:

- (1) *discovery learning*,
- (2) *interactive demonstration*,
- (3) *inquiry lesson*,
- (4) *inquiry labs*,
- (5) *real-world application*, dan
- (6) *hypothetical inquiry*.

Aktivitas siswa dalam laboratorium inkuiri membantu mereka mempelajari dan memahami proses ilmiah dan keterampilan berpikir seperti ilmuwan, serta mengenali karakteristik penelitian ilmiah. Dalam proses pembelajaran, siswa memiliki kendali dengan menjawab pertanyaan yang diberikan dalam lembar kerja siswa (LKS). Indikator-indikator yang menjadi materi pertanyaan dalam LKS meliputi:

- (1) mendorong keterlibatan mental,
- (2) mendorong penggunaan keterampilan berpikir tingkat tinggi,
- (3) fokus pada pengumpulan dan interpretasi data,
- (4) membimbing siswa menemukan konsep, prinsip, dan hukum baru melalui kreasi dan kontrol dalam eksperimen, serta
- (5) mendorong siswa untuk menerapkan prosedur ilmiah.

Kemampuan analisis memiliki peranan penting dalam mencapai tujuan belajar dan dianggap sebagai keterampilan dasar yang harus dimiliki siswa. Kemampuan ini melibatkan keterampilan memecah suatu struktur menjadi komponen-komponen untuk memahami cara struktur tersebut diorganisir. Analisis melibatkan pemisahan materi menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, mencari hubungan di antara bagian-bagian tersebut, mengenali komponen-komponen kunci, memahami hubungan dan struktur antara komponen, serta membedakan fakta dari imajinasi. Namun, sejauh ini kemampuan analisis sering diabaikan sebagai faktor penentu keberhasilan belajar (Sofan Amri dan Iif Khoiru Ahmadi, 2010).

Pembelajaran inkuiri adalah metode yang menekankan proses berpikir kritis dan analitis untuk menemukan jawaban atas pertanyaan atau masalah yang dihadapi. Wenning (2012) membagi model pembelajaran inkuiri menjadi enam tahap: *discovery*

learning, interactive demonstration, inquiry lesson, inquiry laboratory, real-world application, dan hypothetical inquiry. Di era pengetahuan yang terus berubah, berkembang, dan semakin maju, dibutuhkan sumber daya manusia dengan keterampilan intelektual tingkat tinggi (Galbreath, 1999). Hal ini menuntut pendekatan pembelajaran yang dapat mendorong pengembangan keterampilan analisis dan pemikiran kritis di antara siswa, sehingga mereka siap menghadapi tantangan masa depan.

Keterampilan intelektual tingkat tinggi ditandai dengan kemampuan bernalar yang logis, sistematis, kritis, teliti, dan kreatif, serta sikap yang baik dalam mengkomunikasikan ide dan memecahkan masalah. Keterampilan ini bisa dikembangkan melalui pendidikan. Di era pengetahuan, modal intelektual, terutama kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*), menjadi kebutuhan penting bagi tenaga kerja yang kompeten di abad ke-21 (Snyder dan Snyder, 2008). Pembelajaran sains pada dasarnya mencakup produk, proses, dan sikap, yang mengharuskan siswa melakukan penemuan dan pemecahan masalah. Sains memiliki peran strategis karena dapat digunakan untuk mengembangkan potensi dan kemampuan siswa dalam aspek kognitif, psikomotorik, dan afektif (Mundilarto, 2005). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Swiden (2013), dan Mundilarto (2010), yang menunjukkan bahwa model pembelajaran *Inquiry Lab* dapat meningkatkan motivasi dan prestasi belajar siswa.

Tajudin (2013) menunjukkan bahwa model pembelajaran *Inquiry Lab* dapat meningkatkan hasil belajar dan pemahaman sains. Proses pembelajaran *Inquiry* terdiri dari beberapa langkah, yaitu orientasi, perumusan masalah, perumusan hipotesis, pengumpulan data, pengujian hipotesis, dan perumusan kesimpulan. Dalam pembelajaran ini, siswa dihadapkan dengan masalah yang harus dipecahkan secara kelompok, menciptakan suasana belajar di mana siswa aktif berpartisipasi dalam proses pembelajaran. Pembelajaran ini tidak hanya menuntut siswa menguasai materi atau pengetahuan, tetapi juga memahami bagaimana pembelajaran dapat bermanfaat dalam kehidupan sehari-hari (Ulandari et al., 2019). Metode *Inquiry* adalah teknik yang digunakan pengajar untuk mengajar di depan kelas, di mana pengajar memberikan tugas penelitian suatu masalah kepada siswa. Salah satu model pembelajaran yang menekankan pada keterampilan proses sains, kemampuan berpikir, dan penyelidikan ilmiah adalah model pembelajaran *Inquiry Terbimbing* (Amijaya et al., 2018).

Kegiatan pembelajaran di laboratorium memiliki peran yang spesial dan penting dalam proses belajar-mengajar. Melalui laboratorium, siswa terlibat langsung dalam pembelajaran. Laboratorium (laboratorium inkuiri) juga dapat meningkatkan keterampilan proses sains, pemahaman konsep, dan pengetahuan tentang karakteristik Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), khususnya kimia. Di era globalisasi, keterampilan proses sains menjadi sangat penting bagi siswa. Menurut Nandang (2009: 1), globalisasi menuntut siswa untuk mampu menyelesaikan masalah spesifik dan mengoptimalkan kemampuan kognitif serta berbagai kompetensi lainnya. Pendapat ini juga didukung oleh Haryono (2006: 1). Semiawan (1987: 15) menyebutkan bahwa ada beberapa alasan mengapa keterampilan proses penting dalam pembelajaran. Salah satunya adalah bahwa siswa lebih mudah memahami

konsep yang rumit dan abstrak jika diberikan contoh konkret atau benda nyata. Dengan demikian, siswa belajar secara aktif dan kreatif dalam mengembangkan keterampilan mereka untuk memahami konsep-konsep yang dipelajari.

Wenning (2010:12) dalam jurnal berjudul "*Levels Of Inquiry: Using Inquiry Spectrum Learning Sequences To Teach Science*" memperkenalkan model pembelajaran berbasis inkuiri yang disebut Hierarki Inkuiri atau level-level kegiatan inkuiri. Model ini terdiri dari enam level: *Discovery Learning, Interactive Demonstration, Inquiry Lesson, Inquiry Laboratory, Real-World Application*, dan *Hypothetical Inquiry*. Setiap level memiliki karakteristik yang berbeda sesuai dengan tingkat kecerdasan siswa dan pengontrolan oleh pengajar. Siswa dengan kemampuan intelektual yang lebih tinggi, seperti di tingkat SMA dan universitas, lebih cocok menggunakan level *Inquiry Laboratory* hingga *Hypothetical Inquiry*. Pembelajaran berbasis inkuiri menuntut siswa untuk aktif mengumpulkan ide-ide dan menciptakan pengetahuan mereka sendiri (Khan dan Iqbal, 2010). Metode pembelajaran dengan pendekatan praktikum berbasis inkuiri menekankan aktivitas siswa secara maksimal, memanfaatkan semua panca indra untuk menemukan jawaban atas pertanyaan yang diajukan, sehingga siswa terlibat langsung dalam memecahkan masalah yang diberikan oleh guru (Hussain, 2011). Pendekatan ini dapat meningkatkan keterampilan proses sains pada siswa.

Cookbook Laboratory adalah salah satu bentuk/desain praktikum yang dikembangkan di lembaga pendidikan. Praktikum jenis ini dinilai efektif karena asisten laboratorium dapat dengan mudah memimpin dan mengawasi aktivitas praktikum, serta dapat dijalankan dalam skala besar dengan jumlah peserta didik yang banyak (Lo, 2013). Nama "*cookbook*" berasal dari istilah buku resep yang digunakan sebagai panduan memasak, dan konsep ini diadaptasi untuk bentuk praktikum di mana praktikan mengikuti petunjuk yang telah disediakan. Dalam praktiknya, praktikan hanya mengikuti instruksi yang tertulis, harus menyelesaikan eksperimen dalam waktu yang telah ditetapkan, dan diharapkan memperoleh hasil yang sesuai dengan panduan (Kirschner & Meester, 1988). Kirschner dalam "*The Laboratory in Higher Science Education: Problems, Premises, and Objectives*" menjelaskan beberapa karakteristik dari praktikum model *cookbook*, antara lain: Bersifat verifikasi Langkah kegiatan terstruktur Merupakan studi perbandingan Pola kegiatan praktikum meliputi pemberian konsep, verifikasi, dan perbandingan. Lo (2013) menjelaskan bahwa ada beberapa keuntungan dari praktikum model *cookbook*, yaitu: Langkah kegiatan yang terstruktur, sehingga praktikan tahu apa yang harus dilakukan terlebih dahulu. Praktikum ini mudah dilakukan dan diawasi saat jumlah praktikan besar. Lebih hemat dalam penggunaan bahan, karena praktikan cukup mengambil jumlah yang dibutuhkan untuk percobaan. Lebih efektif karena tidak memakan waktu yang banyak.

SIMPULAN

Kegiatan laboratorium dalam era revolusi industri 4.0 memainkan peran yang krusial dalam pendidikan. Dengan kemampuan untuk menanamkan nilai dan sikap ilmiah, laboratorium membantu siswa memahami konsep dan melatih keterampilan

yang diperlukan di abad ke-21. Laboratorium memungkinkan siswa untuk mengalami eksperimen secara langsung, seolah-olah mereka adalah ilmuwan, dan juga membantu mengasah keterampilan berpikir kritis dan analitis yang sangat penting untuk sukses di dunia modern. Dalam pembelajaran sains, laboratorium memiliki beragam peran, mulai dari memverifikasi informasi yang diberikan di kelas hingga melatih keterampilan praktis siswa. Pendekatan inkuiri ini dapat meningkatkan motivasi, keterampilan proses sains, dan hasil belajar siswa. Di sisi lain, praktikum model *cookbook* merupakan pendekatan laboratorium yang efektif karena terstruktur dan mudah diawasi. Pendekatan ini memungkinkan eksperimen dalam skala besar dengan langkah-langkah yang jelas, sehingga siswa dapat mencapai hasil yang diharapkan dengan efisien. Secara keseluruhan, kegiatan laboratorium adalah komponen esensial dalam pendidikan sains. Dengan strategi yang tepat, laboratorium bisa menjadi tempat di mana siswa dapat mengembangkan pemahaman, keterampilan, dan sikap ilmiah yang akan membantu mereka berhasil dalam pendidikan, kehidupan, dan karier di masa depan.

REFERENSI

- Amijaya, L. S., Ramdani, A., & Merta, I. W. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Hasil Belajar dan Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Jurnal Pijar Mipa*, 13(2), 94–99. <https://doi.org/10.29303/jpm.v13i2.468>
- Ango, M. L. (2002) Mastery of Science Process Skills and Their Effective use in The Teaching of Science. *International Journal of Educology*, 16(1), 11-30.
- Aziz, R., Abdullah, M., Tajudin, A., & Mahmood, R. (2013). The effect of leadership styles on the business performance of SMEs in Malaysia. *International journal of economics business and management studies*, 2(2), 45-52.
- Baladogh, S. M., Elgamal, A. F., & Abas, H. A. (2016). Virtual lab to develop achievement in electronic circuits for hearing-impaired students. *Education and Information Technologies*, 22(5), 2071–2085
- Bertsch, C., Kapelari, S., & Unterbruner, U. (2014). From cookbook experiment to inquiry based primary science : influence of inquiry based lesson on interest and conceptual understanding. *Inquiry in Primary Science Education (IPSE)*, 1(1), 20-31.
- Chita, R. Y., Subiki, & Sudarti. (2015). Pengaruh Model Inkuiri Disertai Metode Outbond Terhadap Hasil belajar Fisika Siswa Kelas X MA Al Hidayah Jember. *Artikel Ilmiah Mahasiswa*, 2(1), 1-6.
- Dwiyanti, G. dan Siswaningsih, W.(2005). *Keterampilan Proses Sain Siswa SMU Kelas II pada Pembelajaran Kesetimbangan Kimia melalui Metode Praktikum*, Laporan Penelitian FPMIPA UPI, Bandung: UPI.

- Galbreath, J. (1999). Preparing the 21st Century Worker: The Link Between. Computer-Based Technology and Future Skill Sets. *Educational Technology*.
- Haryono.(2006). Model Pembelajaran Berbasis Peningkatan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Pendidikan Dasar*.
- Hussain, A., Azeem, M., dan Shakoor, A., (2011), Physic Teaching Methods: Scientific Inquiry vs Traditional Lecture. *International Journal of Humanisties and Social Science*, Vol 1, No 19, Hal: 269-276.
- Khan, M. dan Iqbal, M., (2010), Effect of Inquiry Lab Teaching Method on The Development of Scientific Skill Through The Teaching of Biology in Pakistan. *Journal Strength for Today and Bright Hope for Tomorrow*, Vol 11, No 1, Hal: 169-178.
- Kirschner, P. A., & Meester, M. A. (1988). The Laboratory in higher science education: Problems, premises, and objective. *Journal of Higher Education*, 17, 81-89.Lo, H.-C. (2012, February 29).
- Koray, O. and Koksai, M.S. (2009). The Effect of Creative and Critical Thinking based Laboratory Applications on Creative and Logical thinking Ability of Prospective Teachers. *Asia pasific Forum on Science Larning and Teaching*.10(1): 104-114
- Lo, Hao-Chang. (2013). Design of Online Report Writing Based on Constructive and Cooperative Learning for a Course on Traditional General Physics Experiments. *Journal of Educational Technology & Society*, 16(1), 380–391. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.16.1.380>
- Longo, C. M. (2011, September). Design Inquiry-Oriented Science Lab Activities. *Association for Middle Level Education*, 43(1), 6-15.
- Millar, R. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science, high school science laboratories: Role and vision*, National Academy of Sciences. Washington, DC.
- Mundilarto. (2005). *Optimalisasi Peran Hasil Penelitian Pendidikan dalam Peningkatan Kualitas Calon Guru Fisika*. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Yogyakarta: UNY.
- Nandang.(2009). *Pendidikan Sains di Sekolah dan Kebutuhan Masyarakat*. Diakses dari <http://nandang.blogdetik.com/>
- Olusola, D. Y., Kayode, F. O., & Sunday, A. O. (2018). Relative effectiveness of elaboratory and real laboratory in improving students' performance in secondary school practical biology in ondo state. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*, 5(1), 104-109.
- Rakhmawan, A., Setiabudi, A., & Mudzakkir, A. (2015). Perancangan pembelajaran literasi sains berbasis inkuiri. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA* , 1(1), 143-152. ISSN 2477-2038

- Semiawan. dkk. (1987). Pendekatan Keterampilan Proses. Jakarta: PT. GramediaShi,
- W. Z., Ma, L., & Wang, J. (2020). Effects of inquiry-based teaching on Chinese university students' epistemologies about experimental physics and learning performance. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 289-297.
- Snyder, L. G., & Snyder, M. J. (2008). Teaching Critical Thinking and Problem. Solving Skill. *The Delta Phi Epsilon Journal*. Volume L, No. 2, Spring.
- Sofan Amri dan Iif Khoirul Ahmadi. (2010). *Proses Pembelajaran Kreatif dan Inovatif dalam Kelas*. Jakarta: Prestasi Pustaka.
- Suma, K. 2005. Efektivitas Kegiatan Laboratorium Konstruktivis Dalam Meningkatkan Penguasaan Konsep-Konsep Arus Searah Mahasiswa Calon Guru. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 38(2): 159- 171.
- Susilawati, Susilawati, & Sridana, N. (2015). Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Siswa. *BIOTA : Jurnal Tadris IPA Biologi FITK IAIN Mataram*, VIII(1), 27-36.
- Sutanto, A. V., Suciati, & Nurmiyati. (2015). Penerapan bounded inquiry laboratory untuk meningkatkan keterampilan proses sains peserta didik kelas XI MIA 2 SMAN 1 Sukaherjo. *BIO-PEDAGOGI*, 4(2), 5-9. ISSN 2252-6897
- Tobin, R. G. (2018). Do active learning approaches in recitation sections improve student performance? A case study from an introductory mechanics course. *The Physics Teacher*, 56(1), 36-39.
- Tores, T., Milicic, B., Soto, C. & Sanjosé, V. (2013). Generating students' information seeking questions in the scholar lab: What benefits can we expect from inquiry teaching approaches. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 9(3), 259-272.
- Ulandari, N., Putri, R., Ningsih, F., & Putra, A. (2019). Efektivitas Model Pembelajaran Inquiry terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Teorema Pythagoras. *Jurnal Cendekia : Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(2), 227-237. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v3i2.99>
- Wenning, C. J. (2012). "Levels of Inquiry: Using Inquiry Spectrum Learning Sequence to Teach Science". *Journal of Physics teacher Education Online*
- Wenning, C. J. (2007). Assessing inquiry skills as a component of scientific literacy. *Journal Of Physics Teacher Education Online*. 4(2), 21-24. Available at: <http://www.phy.ilstu.edu/jp teo>
- Wieman, C. (2015). Comparative cognitive task analyses of experimental science and instructional laboratory courses. *The Physics Teacher*, 53(6), 349-351.
- Wilcox, B. R., & Lewandowski, H. J. (2017). Developing skills versus reinforcing concepts in physics labs: Insight from a survey of students' beliefs about

experimental physics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010108-1-9.

Wiyanto. (2006). *Menyiapkan Guru Sains Mengembangkan Kompetensi Laboratorium*. Semarang: Unnes Press

Zwickl, B. M., Finkelstein, N., & Lewandowski, H. J. (2012). *The process of transforming an advanced lab course: Goals, curriculum, and assessments*. Department of Physics, University of Colorado Boulder