



Pengembangan Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa Madrasah Aliyah (MA)

Sudirman¹, Hindriana, A.F.²

¹Madrasah Aliyah Negeri 2 Indramayu, Indramayu, Indonesia

²Universitas Kuningan, Kuningan Jawa Barat, Indonesia

Received: 22 April 2023

Revised: 12 Mei 2023

Accepted: 22 Mei 2023

Abstract

This research is motivated by the current students' scientific reasoning abilities which are still low. The low reasoning ability of students is caused by a lack of teachers in applying reasoning abilities in learning in the classroom. To overcome these problems, virtual practicum is one of the learning efforts to improve students' scientific reasoning abilities through the application of science and technology in education. This study aims to determine students' scientific reasoning abilities through the development of virtual practicum. This research method is a research and development method or Research and Development (R & D) to develop the media used for virtual practicum food testing. The research sample consisted of two classes consisting of an experimental class and a control class. The results of the study showed a significant increase in students' scientific reasoning abilities in the experimental class after implementing virtual practicum on the food test when compared to the control class using conventional practicum, because the use of virtual practicum applications was new for students so they became more enthusiastic and enthusiastic about learning. The development of this virtual practicum is very well implemented in Madrasas for the practicum learning process, especially if the Madrasa has limited tools and materials as well as laboratories or Madrasas can collaborate between virtual practicum and conventional practicum

Keywords: *Development of Virtual Practicum, Learning Media, Student Scientific Reasoning*

(*) Corresponding Author: sudirmancrrb2018@gmail.com

How to Cite: Sudirman, & Hindriana A.F. (2023). Pengembangan Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Kemampuan Penalaran Ilmiah Siswa Madrasah Aliyah (MA). <https://doi.org/10.5281/zenodo.8079990>

PENDAHULUAN

Pendidikan IPA adalah salah satu aspek pendidikan yang menggunakan laboratorium sebagai salah satu alat mencapai tujuan pendidikan (Ali. *et al*, 2013). Hasil penelitian pendidikan IPA menunjukkan fakta bahwa (1) metode yang paling dominan dalam pembelajaran IPA adalah ceramah, dengan guru sebagai pengendali dan aktif menyampaikan informasi, (2) buku ajar sebagai inti dari pembelajaran IPA, dan tujuan utama guru adalah menyampaikan semua isi buku itu, (3) metode penugasan dan latihan dalam IPA berada pada urutan kedua setelah ceramah, (4) demonstrasi merupakan metode dalam IPA yang berada pada urutan ketiga dari aktivitas IPA yang biasa digunakan, (5) karena khawatir tidak bisa menghabiskan materi pelajaran, teknik inquiri diabaikan dan jarang digunakan. Hal ini menyebabkan kualitas hasil pembelajaran IPA relatif rendah dan tentunya berdampak terhadap prestasi siswa, kemampuan pemecahan masalah, minim keterampilan, dan sebagainya (Ali. *et al*, 2013)

Kemampuan penalaran siswa saat ini dinilai masih rendah. Rendahnya kemampuan penalaran siswa disebabkan karena kurangnya guru dalam mengaplikasikan kemampuan penalaran dalam pembelajaran di kelas. Penalaran



ilmiah adalah kemampuan berpikir sistematis dan logis untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan metode ilmiah, meliputi proses mengevaluasi fakta, membuat prediksi dan hipotesis, menentukan dan mengontrol variabel, merancang dan melakukan eksperimen, mengumpulkan data, menganalisis data dan mengambil kesimpulan. Penalaran ilmiah sangat penting untuk dilatihkan karena merupakan landasan dari proses penemuan dan juga menjadi dasar bagi perkembangan keterampilan lain seperti keterampilan, berpikir kritis (berpikir tingkat tinggi) dan pemecahan masalah (Nugraha *et al*, 2017). Menurut Stiggin (1994), penalaran menurut kerangka Marzano di bagi menjadi lima dimensi yaitu dimensi satu sikap dan persepsi yang baik terhadap pembelajaran, dimensi dua memperoleh dan mengintegrasikan pengetahuan, dimensi tiga memperluas dan memperdalam pengetahuan, dimensi empat menggunakan pengetahuan dengan bermakna dan dimensi lima Productive habits of mind. Menurut Marzano et al (1994) siswa dapat memperluas dan memperdalam pengetahuan mereka dengan menambahkan ciri-ciri informasi baru dan membuat koneksi-koneksi selanjutnya. Dalam hal ini siswa perlu menganalisis apa yang telah mereka pelajari sebelumnya dengan lebih dalam. Aktifitas yang berhubungan dengan kegiatan memperluas dan memperdalam pengetahuan yaitu meliputi membandingkan, mengklasifikasi, membuat induksi, membuat deduksi, menganalisis

Pada umumnya pembelajaran yang diterapkan di Madrasah Aliyah (MA) masih bersifat satu arah atau berupa transfer pengetahuan dari guru ke siswa yang menitikberatkan pada penguasaan materi dan belum menuju pada aspek kecakapan hidup (*life skill oriented*), sehingga hasil pendidikan hanya tampak dari kemampuan siswa menghafal fakta dalam jangka pendek. Kegiatan pembelajaran cenderung pasif karena umumnya sampai saat ini masih di dominasi oleh metode yang monoton seperti memberikan materi melalui metode ceramah. Metode ceramah dianggap membosankan dan akan berdampak kejenuhan terhadap materi pembelajaran yang diberikan. Selain itu kemampuan siswa dalam mengolah informasi masih kurang sehingga bisa berdampak materi yang diberikan tidak dapat tersimpan lama (*long term memory*).

Suasana pembelajaran perlu dibuat menarik hingga bisa membuat siswa mudah mengerti materi yang disampaikan, hal ini tentu pengajar mencoba banyak cara untuk membuat suasana belajar menjadi lebih menyenangkan. Salah satu cara agar suasana belajar dan mengajar menarik dan menyenangkan dengan menggunakan media pembelajaran, karena media pembelajaran adalah salah satu hal penting dalam proses belajar. **Media pembelajaran** merupakan salah satu metode atau alat yang digunakan dalam kegiatan proses belajar mengajar. Hal ini dilakukan untuk merangsang pola belajar, mendukung keberhasilan proses belajar mengajar, dan memungkinkan kegiatan belajar mengajar dapat mencapai tujuannya secara efektif. Menurut Rayanda Asyar (2012), media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat menyampaikan atau menyalurkan pesan dari sumber secara terencana, sehingga terjadi lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif.

Selain itu media yang disajikan berfungsi juga untuk memperjelas makna suatu materi yang disampaikan, sehingga dapat mencapai tujuan pembelajaran dengan lebih baik (Kustandi dan Sucipto, 2016).

Salah satu media pembelajaran yang digunakan untuk membantu praktikum adalah pengembangan praktikum virtual. Media yang dikembangkan peneliti ini termasuk kedalam media interaktif, yang berisi video dimana pengguna (siswa) bisa mengendalikannya sendiri, dalam hal ini pengguna diajak untuk turut serta berperan aktif dan memberikan respon terhadap sekuensi penyajian materi (Arsyad, 2017). Media interaktif memiliki unsur audio-visual (termasuk animasi) dan disebut interaktif karena media ini dirancang dengan melibatkan respon pemakainya secara aktif yang berisi materi pembelajaran dimana peserta didik bisa mengontrol media sesuai dengan yang dikehendaki. Media interaktif menstimulus siswa untuk lebih aktif dan membentuk pola pikir yang lebih teratur dan kontinyu. Adapun desain atau model media interaktif yang dikembangkan termasuk model simulasi percobaan atau eksperimen. Sebagaimana dikemukakan oleh Kustandi dan Sutjipto (2016), model pembelajaran berbasis komputer terdiri dari model tutorial, *drills and practice*, simulasi, percobaan, dan permainan. Model percobaan atau eksperimen, mirip dengan simulasi, namun isi kegiatannya lebih bersifat eksperimen, misalnya laboratorium IPA. Model ini menyajikan alat dan bahan, kemudian user melakukan eksperimen sesuai petunjuk. Akhir dari percobaan, pengguna diminta untuk menjelaskan konsep atau fenomena dari hasil eksperimen.

Pembelajaran berbasis laboratorium praktikum virtual merupakan salah satu penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi (iptek) dalam pendidikan. Pembelajaran berbasis virtual dapat memberikan keleluasaan (flexibility) terhadap waktu dan tempat dalam melakukannya serta hambatan lain yang berkenaan dengan alat maupun bahan yang sulit didapat, mudah diatasi dalam media virtual (Adrian *et al.*, 2015) Menurut Imran (2012) laboratorium virtual atau bisa disebut dengan istilah virtual lab adalah serangkaian alat-alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (software) komputer berbasis multimedia interaktif, yang dioperasikan dengan komputer dan dapat mensimulasikan kegiatan di laboratorium seakan-akan pengguna berada pada laboratorium sebenarnya. Laboratorium virtual merupakan simulasi komputer yang mengandung petunjuk spesifik, prosedur, metode analisis data dan penyajian data algoritma (Flowers *et al.*, 2011).

Praktikum yang berbasis laboratorium virtual mampu mengkonkretkan konsep yang abstrak menjadi lebih mudah untuk dipahami. Laboratorium virtual potensial untuk memberikan peningkatan secara signifikan dan pengalaman belajar yang lebih efektif. Survei yang dilakukan oleh Stuckey dan Mickell (2007) terhadap mahasiswa biologi umum dengan melakukan kegiatan pembelajaran berbasis praktikum virtual menyatakan bahwa praktikum virtual dapat membangun ketertarikan dan dapat meningkatkan motivasi mahasiswa dalam belajar, serta meningkatkan pemahaman mereka tentang konten biologi yang sedang dipelajari.

Menurut Yasin (2022) pembelajaran berbasis praktikum virtual dapat membantu siswa dalam memahami materi atau konsep yang diajarkan, membuat pembelajaran menjadi lebih menarik, sehingga rasa ingin tahu siswa meningkat, serta dapat meningkatkan kemampuan berpikir siswa, sikap ilmiah dan penguasaan konsep siswa.

Imran (2012), menyebutkan beberapa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium virtual, yaitu: a. mengurangi keterbatasan waktu, jika tidak ada cukup waktu untuk mengajari seluruh peserta didik di dalam laboratorium hingga mereka paham b. mengurangi hambatan geografis, jika terdapat siswa atau mahasiswa yang berlokasi jauh dari pusat pembelajaran c. ekonomis, tidak membutuhkan bangunan lab, alat-alat dan bahan-bahan seperti pada laboratorium nyata d. meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang sehingga dapat menghilangkan keraguan dalam pengukuran laboratorium e. meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena siswa dapat melakukan praktikum kapan saja tanpa di bebani waktu f. meningkatkan keamanan dan keselamatan kerja, karena tidak berinteraksi dengan alat dan bahan kimia yang nyata.

Media pembelajaran berupa praktikum virtual yang dikembangkan oleh peneliti adalah salah satu media pembelajaran yang membantu proses pembelajaran sehingga hasil dari proses pembelajaran itu sendiri meningkat. Beberapa penelitian yang terkait dengan praktikum virtual antara lain: (Hidayat,2015; Adita, 2016; Gaffar,2016; Suryanda,2017). Dari hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa media praktikum virtual yang digunakan dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan hasil belajar baik secara kognitif, efektif, maupun psikomotorik.

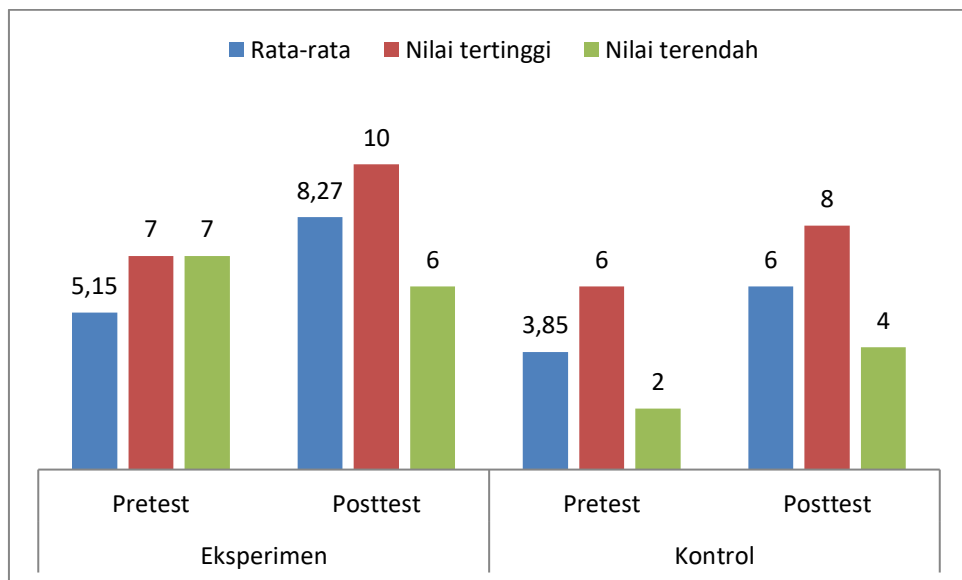
METODE

Metode penelitian adalah metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R & D), yaitu metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiono, 2014). Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berupa media praktikum virtual yang digunakan untuk proses pembelajaran praktikum uji makanan untuk meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah siswa. Penelitian ini dilakukan pada dua kelas yang berbeda yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kedua kelas pada penelitian ini diberikan perlakuan yang berbeda. Kelas eksperimen diberi perlakuan dengan praktikum virtual sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan pembelajaran dengan real praktikum (praktikum konvensional). Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas dan variabel terikat, yang termasuk variabel bebas adalah praktikum virtual dan yang termasuk variabel terikat adalah kemampuan penalaran ilmiah. Adapun sampel dari penelitian ini adalah kelas XI IPA1 dan IPA2 dari populasi kelas XI IPA (IPA1, IPA2, dan IPA3). Dengan teknik pengumpulan data berupa test soal pilihan ganda. Tes digunakan untuk menilai dan mengukur kemampuan penalaran ilmiah siswa. Data yang didapat dari test berupa data kuantitatif dianalisis dengan uji statistik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran kemampuan penalaran ilmiah siswa dilakukan sebelum dan sesudah proses pembelajaran dengan menggunakan instrumen kemampuan penalaran ilmiah siswa yang terdiri dari 10 soal pilihan ganda berdasarkan indikator pemrosesan penalaran ilmiah yaitu penalaran yang di kemukakan oleh Marzano (1993). Level pemrosesan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan kategori membandingkan, mengklasifikasikan, induksi, deduksi, membangun dukungan, analisis kesalahan, dan abstraksi. membandingkan, mengklasifikasikan, induksi, deduksi, membangun dukungan, analisis kesalahan, dan abstraksi.

Kemampuan penalaran ilmiah siswa pada materi uji makanan diperoleh dari hasil pre-test dan pos-test. Data pre-test menggambarkan kemampuan penalaran awal siswa, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Sedangkan data post-test merupakan kemampuan penalaran ilmiah siswa setelah proses pembelajaran baik pada kelas eksperimen maupun kontrol. Nilai pre-test dan post-test kekmampuan penalaran ilmiah siswa disajikan pada gambar 1 dibawah ini:

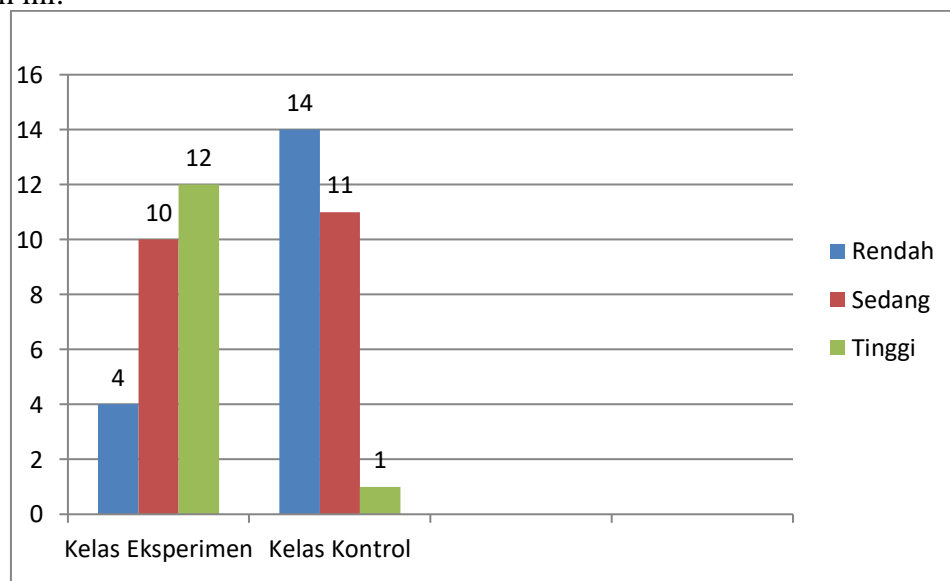


Gambar 1. Hasil Penalaran Ilmiah

Berdasarkan gambar 1 diatas terlihat bahwa rata-rata nilai pretest kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol, begitu juga nilai rata-rata post-test kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol. Hal ini berarti ada perbedaan yang signifikan antara kelas eksperimen dan kontrol pada hasil pre-test maupun post-test Data diatas kemudian diuji dengan uji normalitas, uji homogenitas, uji hipotesis, dan uji N-gain dengan menggunakan SPSS versi 25.

Berdasarkan hasil uji statistic menggunakan Uji Independent Sample Test diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, hal ini berarti H_0 ditolak, yang menunjukkan bahwa terdapat perbedaan kemampuan peningkatan penalaran ilmiah siswa antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol pada materi uji makanan di kelas XI IPA Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 2 Indramayu, dengan penalaran ilmiah siswa dengan implemntasi praktikum virtual lebih tinggi daripada praktikum konvensional.

Hasil perhitungan uji N-Gain untuk kelas eksperimen yang berkatagori rendah ada 4 siswa, sedang 10 siswa, dan tinggi 12 siswa, dengan nilai rata-rata N-gain score sebesar 0,642 termasuk dalam kategori sedang. Sementara N-gain score untuk kelas kontrol yang berkatagori rendah ada 14 siswa, sedang 11 siswa, dan tinggi 1 siswa dengan nilai rata-rata N-gain score sebesar 0.338 termasuk dalam kategori sedang. Hasil perhitungan N-gain tersebut disajikan pada gambar2 di bawah ini.



Gambar 2. Nilai N-gain pada Kelas Eksperimen dan Kontrol

Dari gambar 2 di atas menunjukkan bahwa pemahaman kemampuan penalaran ilmiah siswa kelas eksperimen lebih baik dari kelas kontrol, artinya implementasi pengembangan praktikum virtual mampu meningkatkan penalaran ilmiah siswa. Siswa memiliki kemampuan menyimpulkan berdasarkan bukti yang diambil saat melakukan praktikum virtual karena siswa mampu melihat persamaan dan perbedaan serta menemukan hal-hal penting dari fenomena yang diamati. Praktikum memberikan kesempatan pada siswa untuk terlibat dan mengalami proses penyelidikan ilmiah. Penyelidikan ilmiah disini tidak hanya melakukan penyelidikan dan pengumpulan data, yang lebih menekankan pada 'hands-on', tetapi harus ada komponen 'minds-on'. Siswa mengalami seluruh proses inkuiri ilmiah dimana siswa harus memahami pertanyaan yang mereka ajukan, terlibat dalam

proses merancang percobaan, mengumpulkan data, kemudian menganalisis dan menafsirkan data untuk menetapkan jenis klaim apa yang dapat didukung oleh data (Osborne, 2015).

Hasil perhitungan persentase kegiatan penalaran menunjukkan bahwa nilai rata-rata pada setiap aspek kegiatan berdasarkan indikatornya bervariasi, seperti terlihat pada tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Persentase Penalaran Ilmiah Per-Indikator

Katagori Penalaran	No. Soal	Kelas Kontrol	Kelas eksperimen
		Posttest (%)	Posttest (%)
Membandingkan	1	69,23	100,00
	2	84,61	100,00
Analisis kesalahan	3	69,23	84,615
	6	53,85	96,15
Mengklasifikasi	4	61,54	92,31
Membangun dukungan	5	61,54	73,08
	10	61,54	65,38
Mengabtraksi	7	42,31	69,23
Deduksi	8	53,85	73,08
Induksi	9	42,31	73,08
Rata-rata		60,00	82,70

Berdasarkan tabel 1 di atas terlihat nilai rata-rata penalaran ilmiah siswa pada kelas eksperimen sebesar 82,27 % dan pada kelas kontrol sebesar 60,00%. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan penalaran ilmiah pada kelas eksperimen lebih tinggi dari kelas kontrol

Nilai kegiatan penalaran yang paling tinggi pada kelas eksperimen yaitu pada indikator membandingkan. Kegiatan dengan indikator membandingkan pada praktikum virtual dapat diamati secara jelas pada perubahan warna yang lebih konsisten dan ajeg, sehingga siswa mampu membandingkan keduanya dengan baik. Kemudahan membandingkan warna karena praktikum virtual yang dikembangkan memperhatikan degradasi warna hasil pengujian yang berbeda dengan mengatur degradasi warna. Kegiatan membandingkan merupakan suatu metode pengkajian atau penyelidikan dengan mengadakan perbandingan di antara dua objek kajian atau lebih untuk menambah dan memperdalam pengetahuan tentang objek yang dikaji. Obyek yang di kaji pada kegiatan praktikum adalah bahan makanan tahu dan tempe dan dengan praktikum virtual siswa mampu menambah dan memperdalam pengetahuanya. Kegiatan membandingkan tidak terlepas dari kemudahan mengamati dan memanupulasi

obyek, data atau fenomena, sebagaimana pendapat Soni dan Katkar (2014) mengatakan bahwa laboratorium virtual merupakan sebuah pengalaman interaktif dimana siswa mengamati dan memanipulasi objek sistem yang dihasilkan, data, atau fenomena dalam rangka untuk memenuhi tujuan pembelajaran.

Indikator penalaran dengan nilai rendah pada kelas eksperimen yaitu pada kegiatan membangun dukungan. Rendahnya nilai ini dikarenakan siswa salah persepsi dalam menganalisis jawaban dengan indikator membangun dukungan dengan jawaban yang hampir mirip menjadi penyebab siswa salah memilih jawaban. Untuk menjawab soal dengan kemiripan jawaban diperlukan ketrampilan berpikir kritis yang merupakan kemampuan tingkat tinggi. Keterampilan berpikir kritis mengacu pada kemampuan siswa dalam menganalisis masalah yang kompleks, menyelidiki pertanyaan yang tidak ada jawaban jelas, mengevaluasi berbagai sudut pandang sumber informasi, dan menarik kesimpulan yang tepat berdasarkan bukti dan alasan (Hixson, Ravitz, dan Whisman, 2012). Ketidakmampuan siswa dalam memilih jawaban dikarenakan siswa kurang terbiasa dengan soal soal yang memerlukan kemampuan tingkat tinggi.

Nilai penalaran tertinggi pada kelas kontrol yaitu pada indikator membandingkan. Hal ini dikarenakan pembelajaran uji makanan dengan kegiatan membandingkan dapat dilakukan dengan baik oleh siswa pada praktikum konvensional. Praktikum konvensional dapat memfasilitasi kegiatan membandingkan dengan melihat perubahan warna yang terjadi pada saat praktikum. Namun demikian ada beberapa siswa yang mengalami kesulitan dalam melakukan pengamatan dalam membandingkan perubahan warna, hal ini terlihat dari nilai yang lebih rendah dari kelas eksperimen pada indikator yang sama.

Sedangkan nilai terendah pada kelas kontrol terdapat pada indikator penalaran mengabstraksi. Hasil yang rendah ini disebabkan siswa tidak terbiasa dengan mengerjakan soal dengan indikator mengabstraksi, yaitu soal dengan kemampuan menganalisis dari sudut pandang yang berbeda. Soal dengan indikator mengabstraksi termasuk kedalam kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) dan rata-rata siswa belum mampu untuk mengerjakannya ketika siswa diberikan soal dengan kategori kemampuan berpikir tingkat tinggi rata-rata nilainya rendah. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Dalman, R.P., dan Junaidi (2022), menyatakan bahwa penyebab siswa tidak mengerti perintah soal karena siswa terbiasa mengerjakan soal pada level MOTS dan LOTS sehingga hal ini yang menyebabkan siswa kesulitan saat dihadapkan dengan soal yang memerlukan kemampuan berfikir tingkat tinggi (HOTS).

Pembelajaran dengan menggunakan laboratorium virtual (praktikum virtual) berintegrasi baik dalam hal menganalisis masalah sehingga siswa dapat memunculkan ide-ide penalaran yang baik (Fonna, et al., 2013). Pembelajaran melalui praktikum virtual lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan penalaran siswa dibandingkan dengan praktikum konvensional. Hal ini dapat dilihat dari manfaat praktikum virtual itu sendiri. Sebagaimana pendapat Imran (2012),

menyebutkan beberapa manfaat yang dapat diperoleh dengan menggunakan laboratorium virtual, yaitu: (a) meningkatkan kualitas eksperimen, karena memungkinkan untuk diulang sehingga dapat menghilangkan keraguan dalam pengukuran laboratorium dan (b) meningkatkan efektivitas pembelajaran, karena siswa dapat melakukan praktikum kapan saja tanpa di bebani waktu.

KESIMPULAN

Pengembangan praktikum virtual pada uji makanan dapat meningkatkan penalaran ilmiah siswa Madrasah Aliyah (MA) . Hal ini dibuktikan dengan hasil nilai pretest maupun posttest kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol dan berdasarkan Uji Independent Sample Test diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$, hal ini berarti H_0 ditolak, yang menunjukkan terdapat perbedaan kemampuan peningkatan penalaran ilmiah siswa antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol pada materi uji makanan, begitu juga hasil perhitungan uji N-Gain, menunjukkan bahwa nilai rata-rata N-gain score untuk kelas eksperimen adalah sebesar 0,642 termasuk dalam kategori sedang Sementara untuk rata-rata N-gain score untuk kelas kontrol adalah sebesar 0.338 termasuk dalam kategori sedang. Adapun perhitungan persentase kegiatan penalaran menunjukkan nilai rata-rata berdasarkan indikatornya, kelas eksperimen 82,70 persen dan kelas kontrol 60 persen hal ini berarti pembelajaran uji makanan dengan praktikum virtual lebih baik dalam meningkatkan kemampuan penalaran ilmiah bila dibandingkan dengan praktikum konvensional.

REFERENSI

- Adita, A. dan Julianto,T. (2016). Penyusunan Virtual Laboratory Sebagai Media Pembelajaran Biologi. *Jurnal PPKM II*. 69-73
- Adriani, M., Rahmat, A. dan Hidayat, T. (2015). Kemampuan Penalaran Siswa dengan dan Tanpa Praktikum Virtual Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS
- Ali. L.U, Suastra.I.W, & Sudiatmika.A.A.I.A.R (2013). Pengelolaan Pembelajaran IPA ditinjau dari Hakikat Sains pada SMP di Kabupaten Lombok Timur. *e- Journal Program Pascasarjana Universitas Pendidikan Ganesha*.
- Arsyad, A. (2017). *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Asyhar, Rayanda. (2012). Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran. Jakarta: Gaung Persada (GP) Press Jakarta.
- Dalman, R.P., dan Junaidi. (2022). Penyebab Sulitnya Siswa Menjawab Soal HOTS dalam Pembelajaran Sosiologi di Kelas XI IPS SMAN 1 Batang Kapas Pesisir Selatan. *Naradidik: Journal of Education & Pedagogy*, 1 (1) h.103-112
- Creswell, J. W (2008). *Educational Research*. New Jersey: Person Education.Inc
- Fonna, T., Adlim, & Ali, M. (2013). Perbedaan keterampilan berpikir kritis siswa melalui penerapan media pembelajaran laboratorium virtual pada konsep sistem pernapasan manusia di SMA negeri unggul sigli. *Jurnal Biotik*, 1

- (2), 76-136.
- Flowers, L. O. (2011). *Investigating the Effectiveness of Virtual Laboratories in an Undergraduate Biology Course. The journal of human resource and adult learning*, 7 (2).
- Gaffar.A.A. (2016). Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X Pada Materi Invertebrata, *Jurnal Bio Educatio*, 1(1).
- Hixson, Nate; Ravitz, Jason; Whisman, A. (2012). *Extended Professional Development in Project-Based Learning: Impacts on 21st century teaching and student achievement*. Charleston, WV: West Virginia Department of Education, Division of Teaching and Learning, Office of Research., 94
- Imran. (2012). *Ayo Manfaatkan Laboratorium Virtual*, [online]. <http://mazguru.wordpress.com/2012/04/19/ayomanfaatkanlaboratoriumvirtual/19/11/2014>
- Kustandi dan Sutjipto,B. (2016). *Media Pembelajaran Manual dan Digital*. Bogor: Ghalia Indonesia.
- Marzano, R.J., Pickering, D., & McTighe, J. (1993). *Assessing student outcomes (performance assessing using the dimension of learning model)*. Virginia: ASCD.
- Marzano, R.J., Pickering, D, McTighe, J. (1994). *Assessing Student Outcomes: Performance Assessment Using the Dimensions of Learning Model*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development
- Osborne, J. (2015). *Practical Work in Science: Misunderstood and Badly Used?* *School Science Review*, 96, 16-24.
- Setyosari, Punaji. 2010. *Metode Penelitian Penelitian dan Pengembangan*. Jakarta: Kencana.
- Sony, S., & Katkar, M, D. (2014). *Survey paper on virtual lab for E-Learners. International Journal of Application in Engineering & Management*, 3(1), 108-110.
- Stuckey, B.D. & Mickell, T.A. (2007). *Virtual labs in the online Biology course: Student Preceptions of effectiveness and Usability*. *Journal of Online Learning and Teaching*, 3(2)
- Stiggin, R. G., (1994). *Student-Centered Classroom Assessment*. New York: McMillan College Pub. Co.
- Stuckey, B.D. & Mickell, T.A. (2007). *Virtual labs in the online Biology course: Student Preceptions of effectiveness and Usability*. *Journal of Online Learning and Teaching*, 3(2).
- Sugiyono.2010. *Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sugiyono. (2014). *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Yasin, C.N.,Katili, A.S., Lamangantjo, C.J. (2022). *Pengembangan E-Book Berorientasi Hots Pada Pembelajaran Ipa Materi Selamatkan Makhluk*

Hidup Berkarakter Konservasi Di Kelas Vi Sd. Jurnal Pendidikan Biologi.12(2):171-181

- Suryanda, A. (2017). Pengembangan Praktikum Virtual Urinalisis Sebagai Media Pembelajaran Biologi Siswa SMA Kelas XI. *Jurnal Biosfer*, 10(1).
- Nugraha, M.G., Kirana, K.H., Utari, S., Kurniasih, N., Nurdini, N. and Sholihat, F.N. 2017. Problem Solving-Based Experiment untuk Meningkatkan Keterampilan Penalaran Ilmiah Mahasiswa Fisika. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*. 3, 2 (Dec. 2017), 137 - 144. DOI:<https://doi.org/10.21009/1.03203>.