



BIO EDUCATIO

(The Journal of Science and Biology Education)

http: <https://jurnal.unma.ac.id/index.php/BE>

p-ISSN : 2541-2280

e-ISSN : 2541-4097

Doi : <http://dx.doi.org/10.31949/be.v6i2.3317>



Persepsi Guru terhadap Pembelajaran Berpraktikum dengan Menggunakan Virtual Lab di Saat Pandemi

Rina Hidayati Pratiwi ¹, Endang Sulistyaniingsih ², Lengsi Manurung ³

¹ Prodi Pendidikan MIPA, Fakultas Pasca Sarjana, Universitas Indraprasta PGRI, INDONESIA

^{2,3} Prodi Informatika, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Indraprasta PGRI, INDONESIA

Korespondensi : ✉ rina.hp2012@gmail.com ¹

Article Info

Article History

Received : 26-02-2022

Revised : 05-04-2022

Accepted : 06-04-2022

Keywords:

pandemic;
teacher;
online learning;
perception;
virtual lab

ABSTRACT

Pembelajaran berpraktikum tidak bisa tergantikan dengan hanya mengandalkan teori semata. Tak terkecuali dalam kondisi pandemi sekalipun. Berbagai aplikasi virtual lab akhirnya mulai muncul dan dipakai oleh sebagian besar guru. Penelitian ini bertujuan untuk memaparkan informasi terkait persepsi guru mengenai pembelajaran berpraktikum dengan menggunakan virtual lab. di berbagai tingkatan sekolah. Informasi diperoleh dari hasil wawancara dan pengisian kuesioner terhadap 56 responden dari 4 tingkatan sekolah, yaitu tingkatan sekolah dasar, sekolah menengah pertama, sekolah menengah atas dan lembaga pendidikan bimbingan belajar. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian deskriptif kualitatif. Sebagian besar responden didominasi oleh pengajar dari sekolah menengah atas (59%). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa 100% guru yang menjadi responden dalam penelitian ini lebih nyaman dan lebih suka dengan praktikum yang dilakukan secara langsung dibandingkan praktikum yang dilakukan secara virtual. Alasan praktikum secara langsung lebih efektif dan efisien, dominan dikemukakan oleh responden. Hal tersebut bisa dikaitkan dengan kendala yang paling banyak ditemukan saat pembelajaran berpraktikum dengan menggunakan virtual lab ialah kesulitan guru dalam menjelaskan dan meningkatkan fokus siswa. Walaupun dari tingkat preferensinya mereka lebih suka dan nyaman dengan praktikum yang dilakukan secara langsung namun mereka juga lebih mementingkan keselamatan dan keberlangsungan praktikum. Sebanyak lebih dari 90% responden memilih perlunya diterapkan praktikum secara virtual di masa pandemi. Dapat disimpulkan bahwa para guru menilai bahwa pembelajaran berpraktikum tetap perlu dilakukan walaupun kondisi pandemi. Dalam kondisi pandemi pembelajaran berpraktikum tetap bisa dilakukan dengan menggunakan aplikasi praktikum yang tersedia secara virtual (Virtual Lab).

ABSTRACT

Practical learning cannot be replaced by relying solely on theory. Even in a pandemic situation. Various virtual lab applications have finally started to appear and are used by most teachers. This study aims to present information related to teachers' perceptions of practical learning using a virtual lab. at various school levels. Information was obtained from interviews and filling out questionnaires to 56 respondents from 4 school levels, namely elementary school, junior high school, high school and tutoring educational

institutions. The method used in this research is descriptive qualitative research method. Most of the respondents were dominated by high school teachers (59%). The results of the study showed that 100% of the teachers who were respondents in this study were more comfortable and preferred the practicals that were carried out directly compared to the practicums that were carried out virtually. The reason for direct practicum is more effective and efficient, dominantly stated by the respondents. This can be attributed to the most common obstacle found when practicing practicum using a virtual lab is the difficulty of the teacher in explaining and increasing student focus. Even though from their preference level they prefer and are comfortable with practicums that are carried out directly, but they are also more concerned with the safety and sustainability of the practicums. More than 90% of respondents chose the need to implement virtual practicum during the pandemic. It can be concluded that the teachers consider that practical learning still needs to be carried out despite the pandemic conditions. In a pandemic condition, practical learning can still be done using a virtual lab application.

PENDAHULUAN

Pembelajaran secara daring semakin marak kita temukan di berbagai tingkatan sekolah pada berbagai wilayah di tanah air. Pembelajaran secara daring mulai banyak diterapkan semenjak adanya pandemi Covid 19 karena sesuai dengan Surat Edaran pemerintah tentang pelaksanaan kebijakan pendidikan dalam masa darurat penyebaran Covid 19 yang menghimbau agar kegiatan KBM di sekolah dilaksanakan secara daring khususnya di wilayah yang berzona merah dan hitam untuk mencegah terjadinya penularan Covid 19 di cluster sekolah. Siap tidak siap, pengajar atau guru pun akhirnya tertantang untuk bisa berkreasi dan berinovasi dengan pembelajaran yang serba virtual. Inovasi dan kreasi dalam melakukan kegiatan KBM secara virtual ini sangat penting dilakukan oleh guru agar materi atau ilmu yang disampaikan ke peserta didik bisa diterima secara maksimal.

Secara tidak sadar kondisi saat ini sudah mengantarkan kita ke era revolusi industri 4.0, dimana segalanya serba digital, berbasis informatika, dan serba dijalankan dengan menggunakan perangkat komputer dan aplikasi di internet. Revolusi industri 4.0 merupakan kemajuan teknologi baru yang mengintegrasikan dunia fisik, digital dan biologis, dimana terdapat perubahan cara hidup kerja manusia secara fundamental. Di era tersebut hampir semua kegiatan termasuk kegiatan belajar dan pembelajaran menjadi serba virtual.

Dalam kegiatan belajar dan pembelajaran, tidak hanya pembelajaran secara teori namun ada juga pembelajaran yang membutuhkan praktikum. Mau tidak mau, pembelajaran yang berpraktikum pun perlu dilakukan secara daring di tengah kondisi pandemi. Pelajaran atau bidang studi berpraktikum tersebut seperti Biologi, Kimia, Fisika, dan Matematika atau yang kita singkat dengan MIPA yang memang biasanya ada topik-topik yang memerlukan praktikum di laboratorium. Biasanya praktikum tersebut lebih mudah jika dilakukan secara langsung di laboratorium, namun saat ini dengan adanya pandemi yang mengharuskan semuanya serba dijalankan secara daring, maka praktikum di laboratorium pun bisa dilaksanakan secara daring. Oleh karena itu, saat ini aplikasi yang mendukung praktikum secara daring atau aplikasi-aplikasi praktikum virtual sudah mulai bermunculan.

Praktikum virtual adalah penggunaan model komputer dan simulasi dengan beberapa teknologi lainnya untuk menggantikan kegiatan praktikum riil di laboratorium (Scheckler, 2003). Menurut Flowers (Flowers, 2011), praktikum virtual adalah simulasi komputer yang berisi sejumlah petunjuk dan prosedur, analisis data dan presentasi dimana melalui praktikum virtual,

siswa dapat melakukan sejumlah kegiatan sebagaimana dalam praktikum riil hanya saja siswa melakukannya dalam software komputer. Aplikasi yang mendukung laboratorium virtual diantaranya mengembangkan aplikasi laboratorium virtual fisika "ViPhyLab" berbasis smartphone Android untuk meningkatkan kemandirian belajar dan pemahaman konsep dinamika rotasi siswa SMA (Arista, 2019). Media virtual PhET juga telah dikembangkan sebagai pengganti alat laboratorium yang berbentuk perangkat lunak (*software*).

Pembelajaran berpraktikum yang dilakukan secara daring, tentunya keadaan ini membuat sebagian besar guru memutar otak mencari cara bagaimana praktikum bisa tetap berjalan tanpa harus melalui tatap muka secara langsung. Keadaan inilah yang akhirnya membuat guru banyak melakukan inovasi dan kreatifitas dalam memberikan materi bahan ajar ke peserta didik.

Adanya aplikasi-aplikasi yang terus berkembang untuk mendukung sistem pembelajaran online membuat para guru lebih mudah untuk menyampaikan materi bahan ajar terutama yang berpraktikum. Namun tak sedikit pula guru yang belum terbiasa menggunakan aplikasi-aplikasi praktikum virtual sehingga malah menghambat proses transfer ilmu yang ingin diberikan oleh guru ke peserta didiknya.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan dari studi/ penelitian ini ialah untuk mengetahui pendapat dan penilaian guru terhadap penerapan pembelajaran berpraktikum dengan menggunakan virtual lab. di saat pandemi.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan desain deskriptif, untuk memberikan gambaran tentang persepsi guru terhadap pembelajaran berpraktikum dengan menggunakan virtual lab (Sardiyannah, 2020). Respondennya berjumlah sebanyak 56 orang yang berprofesi sebagai guru. Adapun yang menjadi narasumber dalam penelitian ini adalah beberapa guru bidang studi Matematika, Fisika, Kimia, dan Biologi untuk tingkatan sekolah menengah atas dan IPA untuk tingkatan sekolah dasar serta sekolah menengah pertama. Data-data yang dikumpulkan dengan cara interview (wawancara), observasi (pengamatan), dan dokumentasi (pengumpulan bukti dan penyimpanan informasi dari hasil kuesioner). Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data berupa lembar wawancara dan lembar kuesioner di google form yang berisi pertanyaan, lembar dokumentasi dan lainnya sebagai pendukung. Analisis data dalam penelitian kualitatif, dilakukan pada saat pengumpulan data berlangsung, dan setelah selesai pengumpulan data dalam periode tertentu. Pada saat wawancara, peneliti sudah melakukan analisis terhadap jawaban yang diwawancarai. Setelah pengumpulan dan pengolahan data selesai, maka langkah selanjutnya adalah menganalisis data. Dalam penelitian ini analisis data yang digunakan adalah analisis data statistik deskriptif.

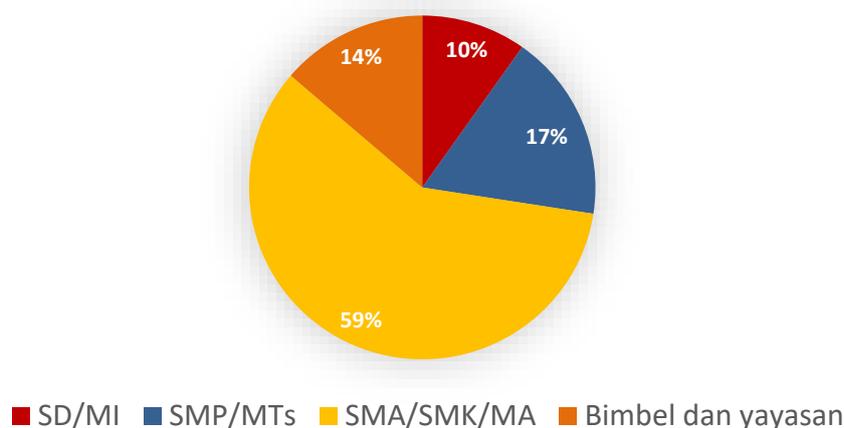
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Pembelajaran secara daring menjadi pembelajaran yang baru dikenal selama masa pandemi, namun berdasarkan wawancara langsung bersama guru di kelas, beberapa guru banyak yang mengatakan bahwa pembelajaran di masa pandemi covid ini sangat membingungkan dan memusingkan kepala. Tentu saja para guru menjadi tidak siap karena pemberlakuan pembelajaran secara daring ini begitu mendadak diterapkan full-online atau tanpa dilakukan secara bertahap. Berdasarkan hasil penelitian Anggianita (Anggianita et al., 2020), pembelajaran daring membuat tujuan pembelajaran tidak tersampaikan sepenuhnya kepada peserta didik khususnya di tingkat sekolah dasar karena pada dasarnya pembelajaran anak sekolah dasar masih berpusat kepada guru.

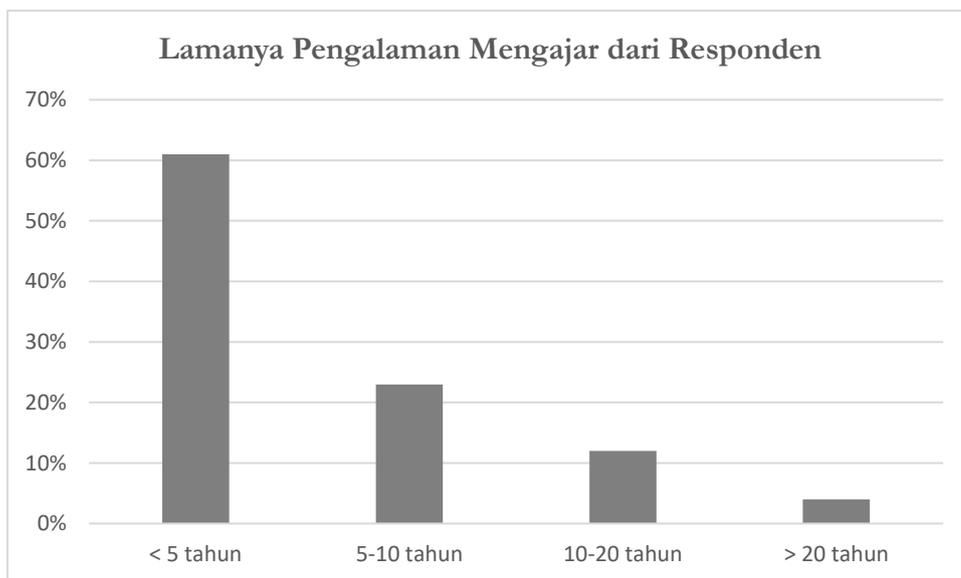
Oleh karena pembelajaran daring, dianggap menjadi satu-satunya media penyampaian materi antara guru dan peserta didik dalam masa darurat pandemi, maka guru dituntut belajar untuk paham teknologi. Untuk pembelajaran teori, guru mungkin masih bisa menggunakan media pembelajaran sederhana yang familiar digunakan sehari-hari saat sebelum diberlakukan pembelajaran daring seperti whats app, rekaman suara atau video dan e-mail. Namun, untuk pembelajaran yang berpraktikum, diperlukan beberapa aplikasi-aplikasi laboratorium virtual yang fiturnya mendukung seperti layaknya kegiatan praktikum secara langsung. Laboratorium virtual merupakan sistem yang dapat digunakan untuk mendukung sistem praktikum yang berjalan secara konvensional (Babateen, 2011). Laboratorium virtual ini biasa disebut dengan Virtual Laboratory atau V-Lab. Tentu saja bagi sebagian guru, penggunaan aplikasi virtual lab sedikit merepotkan. Mau tidak mau guru harus belajar teknis dari aplikasi virtual lab tersebut sebelum digunakan ke peserta didik.

Kelompok Responden Guru berdasarkan Tingkatan Sekolah



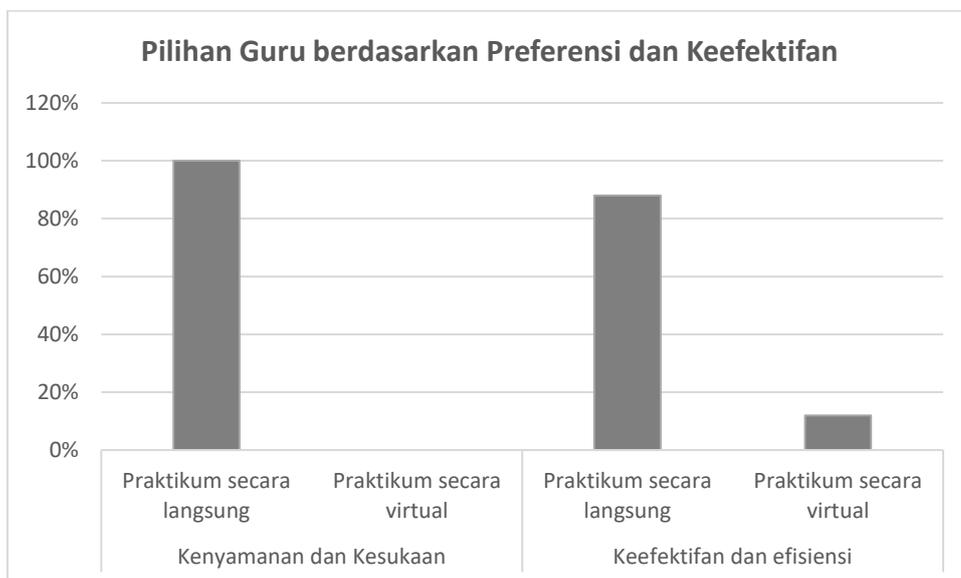
Gambar 1. Grafik Kelompok Responden Guru berdasarkan Tingkatan Sekolah

Gambar 1 menunjukkan tingkatan sekolah tempat responden mengajar. Responden guru yang paling banyak memberikan respon terhadap pelaksanaan praktikum secara virtual ialah dari tingkatan SMA/SMK/MA, dan yang paling sedikit ialah dari tingkatan sekolah dasar. Hal ini disebabkan pelajaran IPA di sekolah dasar masih digabung sehingga guru yang benar-benar mengajar IPA dari latar belakang keilmuan IPA lebih sedikit ditemukan dibandingkan guru IPA di tingkatan sekolah menengah. Guru pelajaran bidang studi IPA di tingkatan sekolah menengah atas sudah terspesialisasi masing-masing menjadi guru Fisika, guru Biologi, dan guru Kimia.



Gambar 2. Grafik Lamanya Pengalaman Mengajar dari Responden

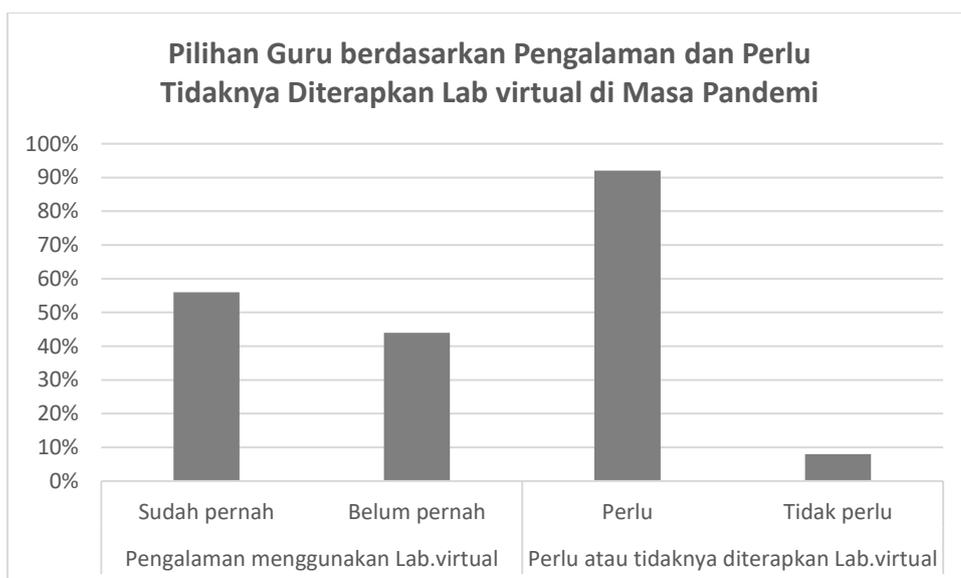
Tampak terlihat pada grafik lamanya pengalaman mengajar dari responden (Gambar 2) bahwa responden umumnya berpengalaman mengajar kurang dari 5 tahun. Namun, ada pula yang sudah berpengalaman mengajar lebih dari 20 tahun yang jumlahnya kurang dari 10%. Lamanya pengalaman mengajar yang didominasi pada kisaran kurang dari 5 tahun secara tidak langsung menunjukkan usia responden yang masih tergolong muda.



Gambar 3. Grafik Pilihan Guru Berdasarkan Preferensi dan Keefektifan

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa 100% guru yang menjadi responden dalam penelitian ini lebih nyaman dan lebih suka dengan praktikum yang dilakukan secara langsung dibandingkan praktikum yang dilakukan secara virtual. Alasan praktikum secara langsung lebih efektif dan efisien, dominan dikemukakan oleh responden. Walaupun ada responden yang memberikan alasan praktikum secara virtual lebih efektif dan efisien, namun tetap saja dalam hal preferensi mereka lebih nyaman dan suka jika praktikum dilakukan secara langsung.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa berdasarkan tingkat preferensi guru yang menjadi responden (Gambar 3), terlihat bahwa semua guru yang menjadi responden lebih nyaman dan lebih suka jika kegiatan praktikum dilaksanakan secara langsung. Hal tersebut jika dianalisis bukan karena ketidakpahaman menggunakan teknologi daring, karena berdasarkan pengalaman dari para responden, banyak didominasi oleh responden yang sudah pernah menggunakan aplikasi laboratorium virtual (Gambar 4). Begitu pula jika diamati dari karakteristik responden, dimana lebih dari 60% memiliki pengalaman mengajar kurang dari 5 tahun (Gambar 2). Hal tersebut mengindikasikan usia responden yang banyak didominasi di bawah 40 tahun. Berdasarkan penelitian orang yang berusia muda tergolong masih memiliki ketekunan dalam mempelajari hal baru termasuk kreatif dalam menggunakan teknologi (Siu & Wong, 2016). Namun untuk pengalaman mengajar dimana lebih banyak responden yang memiliki pengalaman mengajar kurang dari 5 tahun menunjukkan keterkaitan antara pengalaman mengajar dengan kemampuan pengajar menguasai kelas yang lebih efektif dan efisien. Guru akan lebih mudah menguasai kelas jika lebih banyak pengalaman mengajarnya karena tentunya mereka sudah terlatih dengan berbagai karakteristik peserta didik. Hal tersebut diduga menunjukkan kecanggihan atau kemampuan dalam teknologi belum menjamin seorang pengajar itu mampu menguasai kelas dan mentransfer ilmunya dengan baik ke peserta didik. Dugaan ini diperkuat juga dengan hasil yang ada pada grafik di Gambar 4 dimana lebih dari 50% responden sudah pernah atau sudah berpengalaman menggunakan laboratorium virtual.



Gambar 4. **Grafik Pilihan Guru Berdasarkan Pengalaman dan Perlu Tidaknya Diterapkan Lab virtual di Masa Pandemi**

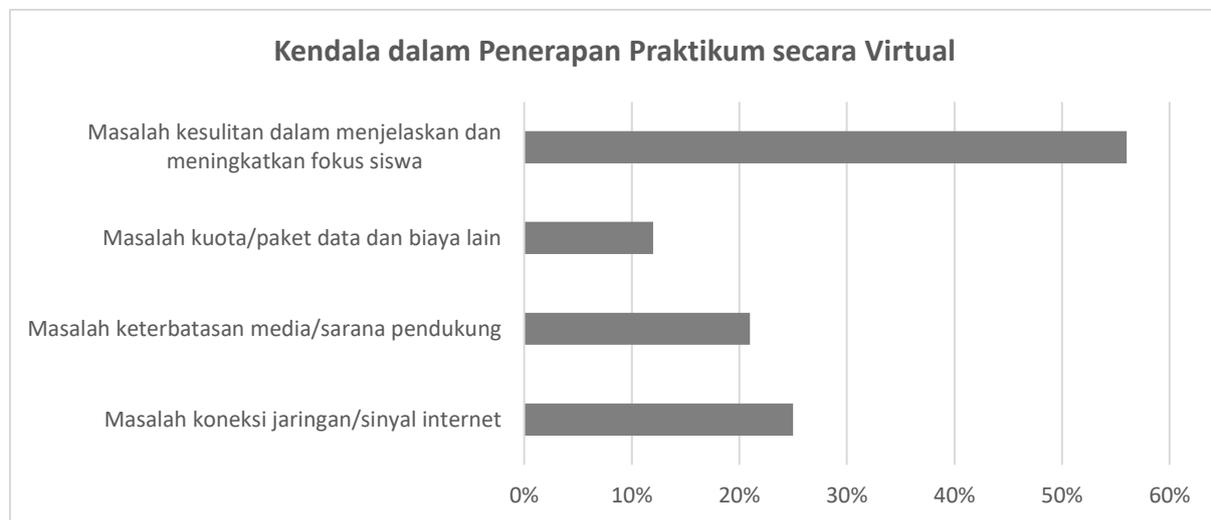
Jika dikaitkan dengan pengalaman menggunakan laboratorium virtual yang terlihat di gambar 4, maka yang sudah pernah menggunakan aplikasi virtual lab lebih banyak dibandingkan yang belum pernah. Dan jika ditanyakan perlunya diterapkan praktikum secara virtual, maka lebih dari 90% responden memilih perlunya diterapkan praktikum secara virtual di masa pandemi.

Terkait dengan kondisi pandemi saat ini, lebih dari 90% responden lebih memilih perlunya diterapkan laboratorium virtual. Hal tersebut menunjukkan bahwa walau bagaimana pun keamanan dan kesehatan lebih diutamakan dalam kondisi saat ini. Dalam kondisi pandemi saat ini, responden lebih memilih perlunya diterapkan laboratorium secara virtual diduga selain karena kepatuhan responden pada aturan dari pemerintah saat ini yang menghimbau semua kegiatan pembelajaran dilakukan secara daring, pembelajaran berpraktikum tetap perlu dilakukan daripada tidak sama sekali atau dihilangkan. Berdasarkan penelitian pembelajaran berbasis praktikum virtual dapat meningkatkan kemampuan proses sains siswa (Gaffar, 2019) serta melatih kemampuan inkuiri siswa (Juhanda et al., 2021) sedangkan praktikum riil lebih berpotensi meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada semua aspek keterampilan berpikir kreatif (*flexibility, fluency, elaboration dan originality*) (Widodo et al., 2016). Salah satu kelebihan pembelajaran praktikum dengan virtual lab sendiri, menurut hasil penelitian menyatakan bahwa pembelajaran daring membuat orang tua mengakui peran penting guru serta membuat hubungan antara orang tua dan anak lebih dekat karena orang tua akan lebih memperhatikan anaknya kalau sering di rumah (Nurrokhmah & Sunarto, 2013).

Kendati demikian, pembelajaran berpraktikum yang dilakukan secara daring (laboratorium virtual) memiliki berbagai kendala dalam pelaksanaannya, diantaranya masalah kesulitan guru dalam menjelaskan dan meningkatkan fokus siswa, keterbatasan kuota atau paket data, keterbatasan media atau sarana pendukung laboratorium virtual, dan masalah koneksi jaringan/sinyal internet (Gambar 5). Kendala yang paling banyak ditemukan sebanyak lebih dari 50% ialah kesulitan guru dalam menjelaskan dan meningkatkan fokus siswa, sedangkan masalah keterbatasan kuota atau paket data lebih sedikit dibandingkan keterbatasan media atau sarana pendukung laboratorium virtual. Masalah koneksi jaringan atau gangguan sinyal internet menjadi kendala yang terbanyak kedua namun tetap saja jumlahnya jauh lebih sedikit dibandingkan kesulitan guru dalam menjelaskan dan meningkatkan fokus siswa. Hal ini diduga karena guru tidak leluasa memantau perkembangan anak secara keseluruhan dari jarak jauh dengan media daring, apalagi peserta didiknya dari tingkatan sekolah dasar. Berdasarkan teori perkembangan manusia, anak pada usia 6-10 tahun cenderung lebih suka yang realistis. Mereka cenderung ingin melihat dan merasakan secara langsung apa yang dipelajarinya. Hal tersebut yang membuat masih adanya beberapa peserta didik di kelas rendah yang belum mampu mengikuti rangkaian praktikum virtual. Dengan demikian, pembelajaran berpraktikum yang diterapkan secara virtual untuk peserta didik dari tingkatan sekolah dasar dinilai kurang efektif.

Baik praktikum yang dilakukan secara virtual maupun praktikum yang dilakukan secara langsung sama-sama memiliki keunggulan dan kelemahan. Olympiou & Zacharia (Olympiou & Zacharia, 2012) menyatakan bahwa tidak layak jika praktikum virtual dan praktikum riil dibandingkan, namun seharusnya mencari strategi yang tepat untuk menggabungkan keduanya. Laboratorium virtual merupakan jenis teknologi yang dapat memudahkan pemakainya karena tidak perlu dibawa ke ruang kelas dan tidak perlu pergi ke laboratorium sekolah untuk melakukan praktikum (Jaya, 2013). Sebetulnya laboratorium virtual sudah lama ada dan dipergunakan untuk

mengatasi kekurangan atau ketidaksediaan fasilitas laboratorium, baik alat maupun bahan. Namun, penggunaan media laboratorium virtual dalam pembelajaran saat ini jarang diterapkan, padahal media ini merupakan salah satu pemanfaatan teknologi yang mudah digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Selain itu, melalui laboratorium virtual, simulasi suatu kondisi yang kompleks, terlalu mahal atau berbahaya, yang kadang tidak dapat dilakukan pada kondisi riil, menjadi dapat dilakukan (Nirwana, 2017).



Gambar 5. Grafik Kendala yang Dihadapi Guru dalam Penerapan Praktikum Secara Virtual

Gambar 5 menunjukkan kendala yang dihadapi guru dalam penerapan praktikum secara virtual. Walaupun praktikum diterapkan secara virtual, namun tetap banyak kendala yang ditemukan selama masa penerapan. Berdasarkan hasil kuesioner, kendala yang paling banyak ditemukan ialah kesulitan guru dalam menjelaskan dan meningkatkan fokus siswa, sedangkan masalah keterbatasan kuota atau paket data lebih sedikit dibandingkan keterbatasan media atau sarana pendukung laboratorium virtual.

Jadi, untuk meningkatkan sumber daya manusia di era Revolusi Industri 4.0 para pendidik dituntut dapat berinovasi lebih untuk memanfaatkan teknologi khususnya media digital online seperti penggunaan laboratorium virtual (Chalim, 2018). Fahirun dan Margono (Fahirun & Margono, 2020) juga berpendapat bahwa pembaharuan media pembelajaran yang digunakan saat ini merupakan upaya peningkatan kualitas pendidikan yang mempunyai tujuan untuk merubah penggunaan media yang konvensional ke arah penggunaan media pembelajaran yang lebih canggih sesuai dengan perkembangan teknologi dan informasi saat ini di era revolusi 4.0 maupun society 5.0. Dalam era revolusi 4.0 pendidikan di Indonesia harus mampu melakukan perubahan yang lebih maju ke dalam pembelajaran dengan cara memanfaatkan teknologi digital, maka apabila praktikum nyata tidak dapat dilaksanakan di laboratorium maka dapat diganti dengan bantuan aplikasi praktikum virtual yang harapannya dapat digunakan secara efektif untuk melaksanakan praktikum secara virtual. Media praktikum virtual tidak hanya praktis dan menarik tetapi juga dapat memberikan pengalaman yang aman dan menyenangkan dalam kegiatan praktikum. Untuk mewujudkan media praktikum virtual tersebut, pada desainnya, mobile V-Lab biasanya dilengkapi dengan fitur informasi dan performa serta LKP yang bisa diunduh (Iskandar

& Manikowati, 2018). Di saat kondisi pandemi atau saat sarana dan prasarana laboratorium tidak memadai, laboratorium virtual sangat bermanfaat baik untuk guru ataupun siswa, bagi guru akan mudah memberikan penjelasan praktikum terkait teori yang disampaikan. Bagi siswa akan lebih memahami materi, dapat bereksperimen secara luas dengan laboratorium karena di dalamnya memuat beberapa menu yang banyak fungsinya tidak hanya membedah dan meneliti, namun berbagai kegiatan yang di laboratorium nyata sudah tersedia di dalam laboratorium virtual ini.

KESIMPULAN

Persepsi responden guru mengenai pembelajaran berpraktikum dengan menggunakan *virtual laboratory* di berbagai tingkatan sekolah ialah guru lebih nyaman dan lebih suka dengan praktikum yang dilakukan secara langsung dibandingkan praktikum yang dilakukan secara virtual. Walaupun ada responden yang memberikan alasan praktikum secara virtual lebih efektif dan efisien, namun tetap saja dalam hal preferensi mereka lebih nyaman dan suka jika praktikum dilakukan secara langsung. Meskipun responden lebih nyaman dan suka jika praktikum dilakukan secara langsung, namun lebih dari 90% responden memilih perlunya diterapkan praktikum secara virtual di masa pandemi. Para guru menilai bahwa pembelajaran berpraktikum tetap perlu dilakukan walaupun kondisi pandemi. Walaupun praktikum diterapkan secara virtual, namun tetap banyak kendala yang ditemukan selama masa penerapan. Kendala yang paling banyak ditemukan ialah kesulitan guru dalam menjelaskan dan meningkatkan fokus siswa. Untuk ke depannya perlu di evaluasi mengenai pelaksanaan pembelajaran berpraktikum dengan menggunakan virtual lab. sehingga memberikan hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggianita, S., Yusnira, Y., & Rizal, M. S. (2020). Persepsi Guru terhadap Pembelajaran Daring di Sekolah Dasar Negeri 013 Kumantan. *Journal of Education Research*, 1(2), 177–182. <https://doi.org/10.37985/joe.v1i2.18>
- Arista, F. S. (2019). Pengembangan Aplikasi Laboratorium Virtual Fisika “ViPhyLab” Berbasis Smartphone Android untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar dan Pemahaman Konsep Dinamika Rotasi Siswa SMA. *EPrints@UNY Lumbung Pustaka Universitas Negeri Yogyakarta*.
- Babateen, H. (2011). The role of Virtual Laboratories in Science Education. *5th International Conference on Distance Learning and Education*, 12.
- Chalim, S. (2018). Strategi Lembaga Pendidikan Menghadapi Tantangan Masa Kini. *QUDWATUNA*, 1(2), 104–121.
- Fahirun, & Margono. (2020). Literasi Bahasa Dan Sastra Indonesia Menuju Kewirausahaan Profesi Di Era Revolusi Industri 4.0 Dan Society 5.0 (Peluang Dan Tant). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang 10 Januari 2020*, 0.
- Flowers, L. O. (2011). Investigating the Effectiveness of Virtual Laboratories in an Undergraduate Biology Course. *Journal of Human Resources & Adult Learning*, 7(December).
- Gaffar, A. A. dan M. K. S. (2019). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA pada Materi Invertebrata. *Efektivitas Perangkat Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA Pada Materi Invertebrata*.
- Iskandar, D., & Manikowati. (2018). PENGEMBANGAN MOBILE VIRTUAL LABORATORIUM UNTUK PEMBELAJARAN Development of Mobile Virtual Laboratorium for Experimental Learning. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 06(01), 23–42. <https://media.neliti.com/media/publications/286884-pengembangan-model-mobile->

- Jaya, H. (2013). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1), 81–90. <https://doi.org/10.21831/jpv.v2i1.1019>
- Juhanda, A., Rustaman, N. Y., Hidayat, T., & Wulan, A. R. (2021). STUDI SURVEI PELAKSANAAN ASESMEN PRAKTIKUM DAN KEMAMPUAN INKUIRI MAHASISWA CALON GURU BIOLOGI. *Bio Educatio*, 6(2), 21–26.
- Nirwana, R. R. (2017). Pemanfaatan Laboratorium Virtual Dan E-Reference Dalam Proses Pembelajaran Dan Penelitian Ilmu Kimia. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 1(1), 115–135. <https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.447>
- Nurrokhmah, I. E., & Sunarto, W. (2013). Pengaruh Penerapan Virtual Labs Berbasis Inkuiri Terhadap Hasil Belajar Kimia. *Chemistry in Education*, 2(2), 201.
- Olympiou, G., & Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1). <https://doi.org/10.1002/sce.20463>
- Sardiyanah, S. (2020). BELAJAR DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA. *Jurnal Al-Qalam: Jurnal Kajian Islam & Pendidikan*, 7(1). <https://doi.org/10.47435/al-qalam.v7i1.187>
- Scheckler, R. K. (2003). Virtual labs: A substitute for traditional labs? In *International Journal of Developmental Biology* (Vol. 47, Issues 2–3).
- Siu, K. W. M., & Wong, Y. L. (2016). Fostering creativity from an emotional perspective: Do teachers recognise and handle students' emotions? *International Journal of Technology and Design Education*, 26(1). <https://doi.org/10.1007/s10798-014-9298-4>
- Widodo, A., Maria, R. A., & Fitriani, A. (2016). Peranan Praktikum Riil dan Praktikum Virtual Dalam Membangun Kreativitas Siswa. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 21(1), 92–102. <http://journal.fpmipa.upi.edu/index.php/jpmipa/article/view/670>