



Analisis Bibliometrik Penelitian Argumentasi Ilmiah dalam Pembelajaran Sains di Era Revolusi Industri 4.0 Society 5.0

Fithrotin Nazidah, Muhammad Shokhibul kafii, dan Setyo Admoko*

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya

* Email: setyoadmoko@unesa.ac.id

Abstrak

Abad ke-21 ditandai dengan era revolusi industri 4.0, society 5.0 sebagai abad keterbukaan atau abad globalisasi, peningkatan kualitas pembelajaran menjadi salah satu tantangan bagi para pendidik. Salah satunya dengan menerapkan model pembelajaran inovatif yang memanfaatkan penggunaan teknologi, pendekatan berbasis masalah, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Penelitian bertujuan untuk mendeskripsikan tren penelitian argumentasi ilmiah dalam pembelajaran sains di era revolusi industri 4.0, society 5.0. Penelitian ini merupakan penelitian kajian pustaka. Metode yang digunakan bersifat studi literatur (review). Analisis yang digunakan adalah analisis bibliometrik dengan memanfaatkan database Google Scholar yang memiliki banyak sumber seperti jurnal atau prosiding konferensi antara tahun 2014 sampai 2022. Selanjutnya disajikan analisis data berupa gambar grafis dengan bantuan VOSviewer, dan analisis deskriptif yang berupa penjelasan sistematis tentang fakta yang diperoleh saat melakukan penelitian. Berdasarkan hasil analisis diperoleh kesimpulan bahwa penelitian mengenai keterampilan argumentasi dalam pembelajaran sains setiap tahun semakin meningkat. Keterampilan argumentasi bagi peserta didik tidak hanya mampu mengungkapkan apa saja teori yang diketahuinya namun juga dituntut harus mampu membuktikan kebenarannya sehingga dapat mencari pemecahan masalah yang dihadapi dengan sumber daya informasi yang tersedia. Model pembelajaran berbasis argumen sangat efektif untuk meningkatkan keterampilan belajar dan berargumentasi bagi peserta didik sehingga mampu meningkatkan kualitas diri yang lebih kompleks dalam bersaing di masa yang akan datang.

Kata kunci: Revolusi, Keterampilan, Argumentasi, Pembelajaran Sains

Abstract

The 21st century is marked by the era of the industrial revolution 4.0, society 5.0 as the century of openness or the century of globalization, improving the quality of learning is one of the challenges for educators. One of them is by applying an innovative learning model that utilizes the use of technology, a problem-based approach, and higher-order thinking skills. The research aims to find information about the importance of scientific argumentation skills in science learning in the era of the industrial revolution 4.0, society 5.0. This research is literature review research. The method used is a literature study (review). The analysis used is bibliometric analysis. Based on the analysis of research on argumentation skills in science learning every year it is increasing so that it is hoped that teachers will find it easier to choose an effective argumentation learning model applied in the classroom. Argumentation skills for students are not only able to express what theories they know but are also required to be able to prove the truth so that they can find solutions to problems faced with available information resources. The argument-based learning model is very effective for improving learning and argumentation skills for students so that they are able to improve the quality of themselves which is more complex in competing in the future.

Keywords: Revolution, Skills, Argumentation, Science Learning

Histori Naskah

Diserahkan: 16 Mei 2022

Direvisi: 2 Juli 2022

Diterima: 31 Juli 2022

How to cite:

Nazidah, F., Kafii, M. S. & Admoko, S. (2022). Analisis Bibliometrik Penelitian Argumentasi Ilmiah dalam Pembelajaran Sains di Era Revolusi Industri 4.0 Society 5.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 1(1), 7-14. DOI: <https://doi.org/10.58706/jipp.v1n1.p7-14>.

PENDAHULUAN

Revolusi industri 4.0 merupakan transformasi komprehensif dari keseluruhan aspek produksi di industri melalui penggabungan teknologi digital dan internet dengan industri konvensional (Merkel, 2014). Selain itu era revolusi industri 4.0 disebut sebagai era dimana pekerjaan-pekerjaan yang biasa dilakukan oleh manusia kini berpindah tangan ke mesin-mesin yang dikontrol melalui komputer dan juga internet (Sutarto, 2018). Era ini telah menghadirkan digitalisasi dan otomatisasi perpaduan antara internet dengan aspek manufaktur. Revolusi Industri 4.0 ditandai dengan berkembang pesatnya berbagai macam teknologi sensor, interkoneksi, dan analisis data yang memunculkan gagasan untuk mengintegrasikan seluruh teknologi kedalam berbagai bidang industri sehingga memudahkan pekerjaan manusia (Irianto,2017; Davies,2015)

Globalisasi telah memberikan berbagai macam pengaruh bagi Indonesia. Dibawah pengaruh arus globalisasi, setiap orang perlu untuk berpikir lebih kritis dan kreatif untuk menghadapi berbagai dampak yang ditimbulkan oleh globalisasi. Dengan datangnya era baru yang disebut dengan era Society 5.0. Pendidikan telah memainkan peran yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia dalam kehidupan sosial masyarakat global yang terus berkembang. Berbagai kebutuhan kehidupan yang makin kompleks membuat kondisi kehidupan di abad 21 ini sangat menantang dan kompetitif(Ulfah,2021). Hal ini menuntut kita terutama sebagai pendidik dan peserta didik untuk dapat memiliki kompetensi dan kemampuan multiliterasi sehingga dapat mengoptimalkan kemampuan fisik, mental, dan intelektualnya untuk bersaing dan berkiprah di tengah-tengah masyarakat. Pesatnya perkembangan teknologi informasi diharapkan dapat meningkatkan kualitas pendidikan dan daya saing bangsa dalam kancan persaingan global. Namun tidak dapat dipungkiri bahwa masih banyak masyarakat yang kurang memahami dunia digital dan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari. Oleh karena itu, peningkatan kualitas pembelajaran menjadi salah satu tantangan bagi para pendidik. Salah satunya dengan menerapkan model pembelajaran inovatif yang memanfaatkan penggunaan teknologi, pendekatan berbasis masalah, dan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Redhana, 2015).

Redhana (2015) menyatakan bahwa tren pembelajaran sains saat ini diarahkan pada empat komponen yaitu: communication, collaboration, critical thinking & problem solving, creativity & innovation. Komponen-komponen tersebut dapat dikembangkan melalui model pembelajaran yang tepat diantaranya pembelajaran berbasis permainan, pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran berbasis masalah, dan pembelajaran berbasis argumentasi. Argumentasi dalam kelas sangatlah penting karena dapat membantu guru untuk mengetahui kemampuan peserta didik tentang suatu teori yang telah dikemukakan dan akan memunculkan suatu ide baru dalam bidang pendidikan utamanya sains (Ulpa, dkk, 2014). Dalam mengajarkan argumentasi pada sebuah pembelajaran merupakan tantangan tersendiri bagi pendidik. Karena diperlukan usaha lebih untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan terkait argumentasi, sehingga pendidik harus mampu merancang sebuah argumen ilmiah yang digunakan agar pembelajaran bisa berjalan efektif dan efisien (Liu dan Roehrig, 2019). Menggunakan metode argumentasi dalam sebuah pembelajaran memiliki manfaat untuk meningkatkan berpikir kritis, meningkatkan semangat dalam penyelidikan ilmiah, meningkatkan pemahaman secara konseptual dan meningkatkan kinerja akademik (Faize,2017).

Para pendidik disekolah cenderung memiliki pendapat sendiri tentang pengetahuan dan argumentasi yang diperoleh. Pendidik yang menganggap bahwa pengetahuan itu relatif cenderung menganggap bahwa pengetahuan akan terus berkembang jika diimbangi dengan argumentasi ilmiah untuk memperoleh kesimpulan. Sedangkan, pendidik yang menganggap bahwa pengetahuan bersifat absolut akan menghindari berargumentasi karena menganggap sebuah pengetahuan itu sudah teruji dan tidak bisa diubah (Liu dan Roehrig, 2019). Oleh karena itu sebelum meningkatkan argumentasi peserta didik, hal pertama yang harus dilakukan oleh seorang pendidik adalah meningkatkan keterampilan argumentasi sebagai fasilitator dalam pembelajaran khususnya pembelajaran sains. Keterampilan argumentasi sains berkaitan langsung dengan cara memperoleh informasi, pengetahuan, dan pemahaman seseorang dari berbagai fenomena yang ada disekitar. Kemudian menafsirkan pengetahuan yang telah ada dan membuat penilaian tentang kebenaran dari kredibilitas informasi yang diketahui (Chinn,2011).

Peran yang tepat bagi seorang pendidik sains adalah menerapkan pembelajaran yang fokus pada aplikasi ilmiah untuk mencari solusi masalah sosial, terutama masalah yang menjadi kontroversial sosial ilmiah(sadler

& Donnelly, 2016). Namun, masih banyak dari para pendidik kita belum mengetahui secara persis cara untuk menggunakan keterampilan argumentasi dalam pembelajaran sains beserta penerapannya pada kegiatan pembelajaran disekolah. Oleh sebab itu, pada penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan tren penelitian argumentasi ilmiah dalam pembelajaran sains di era revolusi industri 4.0, society 5.0. Sehingga diharapkan para pendidik mengetahui tentang berbagai model pembelajaran argumentasi ilmiah yang efektif untuk diterapkan di lingkungan sekolah.

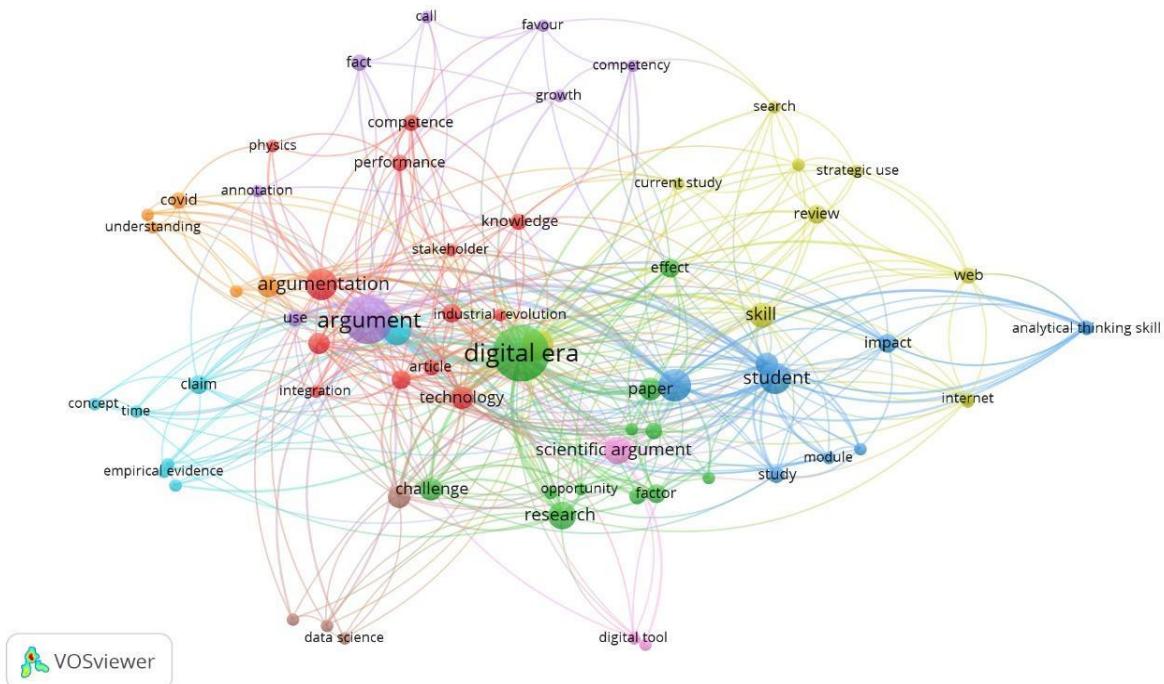
METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kajian pustaka. Metode penulisan yang digunakan bersifat studi literatur (review). Data yang diperoleh dari penelitian ini menggunakan kata kunci ‘scientific argumentation in digital era’ yang dicari melalui mesin pencarian literatur Publish or Perish dengan memanfaatkan database Google Scholar. Data yang digunakan bersumber dari jurnal dengan rentang tahun penelitian mulai dari tahun 2014 hingga tahun 2022. Hasil yang diperoleh adalah 72 item kata kunci. Selanjutnya disajikan analisis data berupa gambar grafis dengan bantuan VOSviewer, dan analisis deskriptif yang berupa penjelasan sistematis tentang fakta yang diperoleh saat melakukan penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

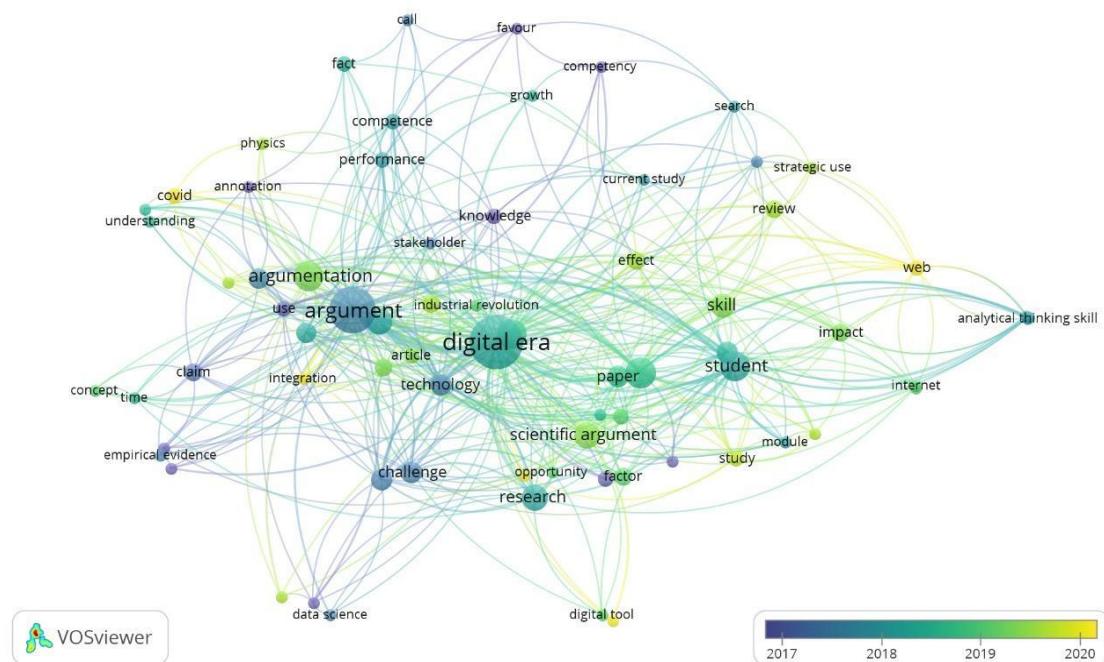
Visualisasi Profil Bibliometrik Penelitian tentang Argumentasi di Era Digital Menggunakan Perangkat Lunak VOSviewer

Dari jurnal terkait *Scientific Argumentation in Digital Era* menurut database Scholar hasil yang diperoleh adalah 72 item kata kunci. Setelah dianalisis menggunakan VosViewers, terdapat hasil seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



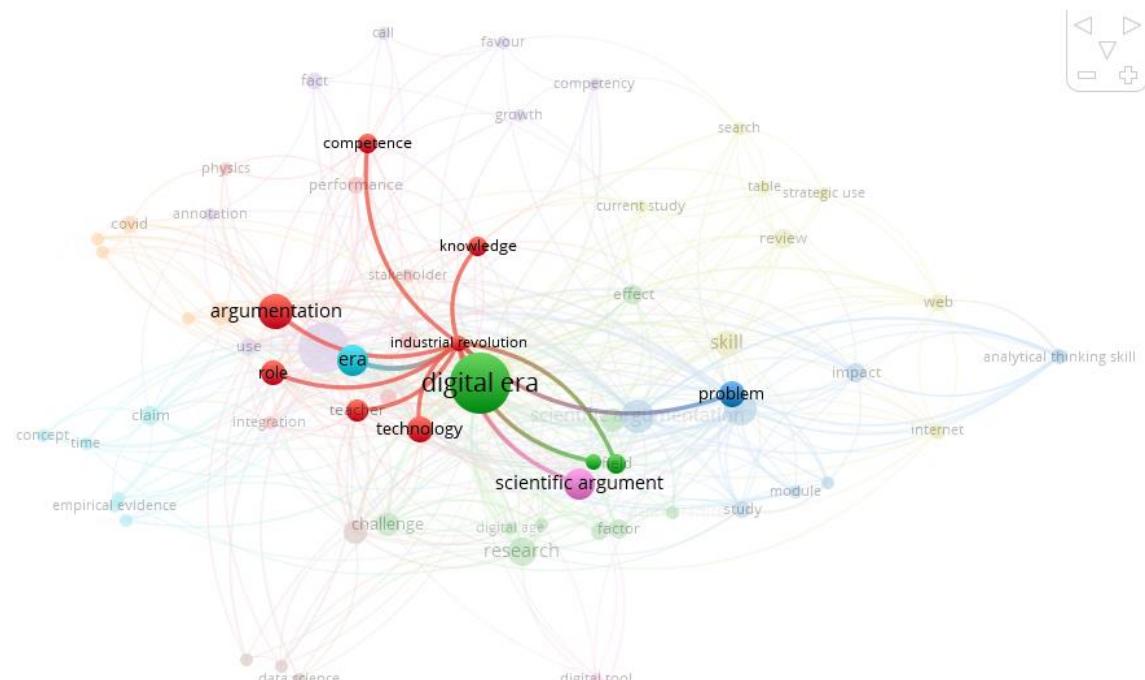
Gambar 1. Visualisasi Network dan Klaster VosViewer Penelitian Argumentasi di Era Digital

Dari Gambar 1 ditemukan kata kunci yang dipecah menjadi beberapa klaster, dan di setiap klaster terdapat hubungan spesifik antar variabel untuk mengetahui tren juga keterbaruan penelitian dalam bidang ini. Dari 72 item kata kunci yang sering muncul adalah *argumentation*, *scientific argumentation*, *digital era*, *technology*, dan *industrial revolution*. Kemudian item-item tersebut terbentuk menjadi 9 klaster, dengan klaster utamanya adalah penelitian argumentasi yang berkaitan dengan era digital, di dalamnya termasuk dengan *digital technology*, *industrial revolution*, *integration*, *knowledge*, *physics*, dan *technology*. Untuk melihat keterbaruan penelitian pada topik argumentasi, revolusi industri, era digital, dan teknologi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Visualisasi *Overlay* dan Timeline VosViewer Penelitian Argumentasi di Era Digital

Dari Gambar 2 ditunjukkan keterbaruan penelitian argumentasi di era digital, dimana semakin terang warna butir maka semakin baru penelitian tersebut dilakukan. Dari data tersebut dapat diketahui bahwa penelitian tentang topik ini lebih banyak dilakukan pada tahun sekitar 2018 sampai 2019, kemudian untuk penelitian terbaru berkaitan dengan topik argumentasi pada fisika, masa pandemi covid, dan revolusi industri. Tren penelitian mengenai keterampilan argumentasi terus bergerak dan berkembang, hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Admoko, dkk (2021) yang menyatakan bahwa tren penelitian bergerak dari membahas argumentasi teoretis dan filosofis ke bagaimana menerapkan argumentasi secara praktis untuk mengajarkan keterampilan argumentasi kepada siswa. Penelitian argumentasi yang sehubungan dengan revolusi industri terbilang masih sangat sedikit, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Visualisasi Network Penelitian Argumentasi pada Klaster *Industrial Revolution*

Dari klaster ini ditemukan hubungan antara kata kunci argumentasi ilmiah dengan era digital yang sangat mendominasi. Peneliti menemukan beberapa temuan (1) Penelitian mengenai hubungan antara berpikir kritis dan keterampilan argumentasi ilmiah menggunakan model *Problem Based Learning* dengan simulasi berbasis web (Perdana dkk, 2019) (2) Penelitian tentang argumentasi ilmiah sekolah diperkaya dengan adanya digital teknologi seperti peta argumen, penyelidikan berbasis web, dan permainan digital (Garcia dkk, 2021) (3) Penelitian mengenai rancangan dan penerapan argumentasi ilmiah melalui platform digital (Melin, 2020) (4) Penelitian tentang mengembangkan keterampilan argumentasi tertulis dengan *Educational Simulation Game* (ESG) virtual, permainan melalui sistem komunikasi online yang merupakan bagian mendasar dari semua interaksi bermain (Riel dkk, 2022).

Argumen memainkan peran penting dalam menentukan seberapa kuat pemahaman tentang sains (Deta dkk, 2021). Sehubungan dengan hal ini peneliti ingin membahas lebih lanjut mengenai pentingnya keterampilan argumentasi ilmiah dalam pembelajaran sains di era revolusi industri 4.0, society 5.0. Karena dengan hal ini diharapkan pendidik dapat memilih model pembelajaran yang cocok serta efektif diterapkan untuk peserta didik di era ini.

Keterampilan Argumentasi di Era Revolusi Industri 4.0, Society 5.0

Era perkembangan teknologi informasi yang pesat mempengaruhi aktivitas sekolah dengan sangat masif. Informasi dan pengetahuan baru menyebar dengan mudah bagi siapa saja yang membutuhkannya. Pendidikan mengalami disrupti yang sangat hebat sekali. Peran guru yang selama ini sebagai satu-satunya penyedia ilmu pengetahuan sedikit banyak bergeser menjauh. Di masa mendatang, peran dan kehadiran guru di ruang kelas akan semakin menantang dan juga membutuhkan kreativitas yang sangat tinggi.

Abad ke-21 ditandai dengan era revolusi industri 4.0, society 5.0 sebagai abad keterbukaan atau abad globalisasi, artinya kehidupan manusia pada abad ke-21 mengalami perubahan-perubahan yang fundamental yang berbeda dengan tata kehidupan dalam abad sebelumnya. Dapat dikatakan bahwa abad ke-21 adalah abad yang meminta kualitas dalam segala usaha dan hasil kerja manusia. Dengan sendirinya abad ke-21 meminta sumber daya manusia yang berkualitas, yang dihasilkan oleh lembaga-lembaga yang dikelola secara profesional sehingga membuat hasil unggulan. Tuntutan-tuntutan yang serba baru tersebut meminta berbagai terobosan dalam berpikir, penyusunan konsep, dan tindakan-tindakan.

Dalam konteks pembelajaran abad 21, pembelajaran yang menerapkan kreativitas, berpikir kritis, kerjasama, keterampilan komunikasi, kemasyarakatan, keterampilan karakter, dan keterampilan argumentasi tetap harus dipertahankan sebagai lembaga pendidikan peserta didik yang memerlukan kemampuan teknik. Pemanfaatan berbagai aktivitas pembelajaran yang mendukung merupakan keharusan dengan model resource sharing dengan siapapun dan dimanapun, pembelajaran kelas dan lab dengan menggunakan augmented dengan bahan virtual, bersifat interaktif, menantang, serta pembelajaran yang kaya isi bukan hanya sekedar lengkap.

Menurut Hasnunidah (2013) keterampilan argumentasi merupakan proses yang sangat penting dalam pembelajaran sebagai bentuk komunikasi untuk mengeluarkan pendapat atau pemikiran melalui serangkaian wacana ilmiah. Argumentasi merupakan salah satu komponen penting dalam literasi ilmiah yang bertujuan untuk memperkuat mental peserta didik sehingga peserta didik dapat mengekspresikan diri secara bebas. Argumentasi peserta didik adalah pemahaman peserta didik pada proses interaksi sosial dan konstruktivisme. Peserta didik tidak hanya mampu mengungkapkan apa saja teori yang diketahuinya namun peserta didik harus mampu membuktikan kebenarannya juga (Handayani, dkk, 2015).

Pada pembelajaran sains, keterampilan argumentasi mengharuskan peserta didik membuat pernyataan dan menggunakan data sebagai alasan untuk mendukung klaim tersebut. Dalam proses berargumentasi, peserta didik belajar mengenai konsep-konsep sains dan menggunakan metode sains saat mereka membenarkan atau menyangkal pernyataan.

Dunia pendidikan pada era revolusi industri 4.0, society 5.0 berada di masa pengetahuan (*knowledge age*) dengan kemajuan peningkatan pengetahuan yang luar biasa. Percepatan peningkatan pengetahuan ini didukung oleh penerapan media dan teknologi digital yang disebut dengan information *superhighway*. Gaya pembelajaran pada masa pengetahuan (*knowledge age*) harus disesuaikan dengan kebutuhan pada masa pengetahuan (*knowledge age*). Bahan pembelajaran harus memberikan desain yang lebih otentik untuk melalui tantangan di mana peserta didik mampu berkolaborasi menciptakan solusi memecahkan masalah pelajaran. Pemecahan masalah mengarah ke pertanyaan dan mencari jawaban oleh peserta didik yang selanjutnya dapat dicari pemecahan permasalahan dalam konteks pembelajaran menggunakan sumber daya informasi yang tersedia.

Model Pembelajaran yang dapat Membangun Keterampilan Argumentasi Peserta Didik

Beberapa model dalam pembelajaran sains yang dapat digunakan untuk membangun argumentasi peserta didik adalah pembelajaran inkuiri, pembelajaran berbasis masalah, dan pembelajaran berbasis proyek. Pembelajaran inkuiri melibatkan peserta didik dalam kegiatan membuat hipotesis, menunjukkan bukti, dan menarik kesimpulan. Dalam pembelajaran inkuiri berbasis argumentasi ini biasa disebut dengan model pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI). Demikian pula, dalam pembelajaran berbasis masalah, peserta didik dihadapkan dengan masalah yang kompleks dan diharapkan menemukan penjelasan dan solusi yang didasarkan pada konsep dan metode ilmiah. Sementara pada pembelajaran berbasis proyek melibatkan peserta didik dalam mencapai desain produk yang optimal (Fischer, dkk, 2014).

Pembelajaran berbasis argumen biasanya membahas masalah-masalah yang berkaitan dengan sosial ilmiah dengan mewakili konseptual, prosedural serta teknologi yang berbasis sains dan memiliki pengaruh pada kehidupan sosial masyarakat. Masalah sosial ilmiah seringkali berasal dari bioteknologi dan lingkungan, contohnya masalah yang ditimbulkan oleh rekayasa genetika, kloning, polusi dan perubahan iklim global.

Dalam praktek pembelajaran sains, argumentasi merupakan hal utama yang melandasi siswa dalam belajar bagaimana berpikir, bertindak dan berkomunikasi seperti seorang ilmuwan sejati. Suasana pembelajaran di dalam kelas turut menyumbang terjadinya komunikasi dalam bentuk adu argumentasi sebagai salah satu upaya untuk memvalidasi atau menyangkal pernyataan secara ilmiah. Pernyataan dalam hal ini tidak hanya sekedar memberikan pendapat atau gagasan, tetapi harus memberi alasan yang kuat untuk menjawab masalah sehingga peserta didik dituntut untuk berpikir kritis, mampu berkomunikasi dengan baik, mampu berkolaborasi, dan memiliki kreativitas untuk menciptakan argumen yang dapat diterima oleh orang lain dalam meningkatkan kualitas diri menghadapi era revolusi industri 4.0 society 5.0 (Probosari, dkk, 2016).

Pentingnya keterampilan argumentasi dalam pembelajaran sains dapat diketahui dari berbagai hasil penelitian diantaranya penelitian yang dilakukan oleh Hanifah dan Admoko (2019) melaporkan bahwa model pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) mampu melatihkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik SMA. Dimana setelah dilakukan tes, kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik mampu mencapai level 3 dan 4. Kemudian dalam penelitian oleh Jumadi dkk (2021) melaporkan bahwa model PBL-AMOL (*Problem-based Learning with Argument Mapping and Online Laboratory*) lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dibandingkan dengan model PBL-OL (*PBL with Online Laboratory*) dan PBL. Berdasarkan tes, PBL-AMOL mampu memicu peserta didik dalam keterampilan *claim*, *data*, *warrant*, *backing*, dan *rebuttal* dalam keterampilan argumentasi ilmiah. Penelitian oleh Riwayani, dkk (2019) melaporkan bahwa PBL berbantuan edu-media simulation dapat meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Widhi dkk (2021) melaporkan bahwa pembelajaran berbasis Toulmin's Argument Pattern (TAP) dapat meningkatkan keterampilan argumentasi serta pada pemahaman konsep khususnya dalam bidang mata pelajaran fisika. Rahman, dkk (2018) melaporkan bahwa Kemampuan argumentasi ilmiah sangat penting dalam mempersiapkan siswa yang berliterasi sains. Rahayu, dkk (2020) melaporkan bahwa keterampilan argumentasi tertulis siswa harus ditingkatkan kembali dengan menggunakan metode, model dan pendekatan pembelajaran yang mampu melatihkan keterampilan argumentasi tertulis siswa.

KESIMPULAN

Keterampilan argumentasi sangat penting untuk diterapkan dalam pembelajaran karena peserta didik dituntut untuk lebih terampil dan kritis dalam menghadapi era revolusi industri 4.0, society 5.0. Berdasarkan analisis penelitian mengenai keterampilan argumentasi dalam pembelajaran sains setiap tahun semakin meningkat sehingga diharapkan guru bisa lebih mudah dalam memilih model pembelajaran argumentasi yang efektif diterapkan didalam kelas. Keterampilan argumentasi bagi peserta didik tidak hanya mampu mengungkapkan apa saja teori yang diketahuinya namun juga dituntut harus mampu membuktikan kebenarannya sehingga dapat mencari pemecahan masalah yang dihadapi dengan sumber daya informasi yang tersedia. Model pembelajaran berbasis argumen sangat efektif untuk meningkatkan keterampilan belajar dan berargumentasi bagi peserta didik sehingga mampu meningkatkan kualitas diri yang lebih kompleks dalam bersaing di masa yang akan datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Admoko, S., Jauhariyah, M.N.R., Hariyyono, E., dan Madlazim. (2021). Bibliometric Profile of Science Education Research on Argumentation and the Contribution of Indonesia. *Proceeding of The International Joint Conference on Science and Engineering 2021 (IJCSE 2021)*, pp. 502-509.

- Chinn, C.A., Buckland, L.A., dan Samarupungavan, A. (2011). Expanding The Dimensions of Epistemic Cognition: Argumens from Phylosophy and psychology. *Educational Psychologist*, **46**(3), 141-167.
- Deta, U.A., Yanti, V.K., Misbah., Mahtahari, S., dan Alamsyah. (2021). The scientific argumentation profile of annular solar eclipse phenomenon June 21st 2020 of physics undergraduate student in Universitas Negeri Surabaya. *Journal of Physics: Conference Series*, **1796**, 012103.
- Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., Hussmann, H., Pekrun, R., Neuhaus, B., Dorner, B., Pankofer, S., Fischer, M., Strijbos, J. W., Heene, M., dan Eberle, J. (2014). Scientific Reasoning and Argumentation: Advancing an Interdisciplinary Research Agenda in Education. *Frontline Learning Research*, **5**, 28-45.
- Romano, L.G., Occelli, M., dan Adúriz-Bravo, A. (2021). School Scientific Argumentation Enriched by Digital Technologies: Results with Pre- and In-Service Science Teachers. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **17**(7), em1982.
- Handayani, P., Murniati., dan Sardianto, M. S. (2015). Analisis Argumentasi Peserta Didik Kelas X SMA Muhammadiyah 1 Palembang dengan menggunakan Model Argumentasi Toulmin. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, **2**(1), 60-68.
- Hanifah, N., dan Admoko, S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, **8**(2), 593-597.
- Hasnunidah, N. (2013). Pembelajaran Biologi dengan Strategi Argument-Driven Inquiry dan Keterampilan Argumentasi Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Biologi*, **5**(1), 1- 29.
- Jumadi, J., Perdana, R., dan Rosana, D. (2021). The Impact of Problem-Based Learning with Argument Mapping and Online Laboratory on Scientific Argumentation Skill. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, **10**(1), 16-23.
- Liu, S. dan Roehrig, G. (2019). Exploring Science Teachers' Argumentation and Personal Epistemology About Global Climate Change. *Research in Science Education*, **49**, 173–189.
- Melin, A. (2020). *Designing and Implementing Argumentation Through Digital Platform: A Framework for Beginning 3rd-6th Science*. School of Education and Leadership Student Capstone Projects. 553.
- Merkel, A. (2014). *Speech by Federal Chancellor Angela Merkel to the OECD Conference*. Retrieved from: <https://www.bundesregierung.de/breg-en/chancellor/speech-by-federal-chancellor-angela-merkel-to-the-oecd-conference-477432>.
- Perdana, R., Jumadi, J., dan Rosana, D. (2019). Relationship between Analytical Thinking Skill and Scientific Argumentation Using PBL with Interactive CK 12 Simulation. *International Journal on Social and Education Sciences*, **1**(1), 16-23.
- Probosari, R.M., Ramli, M., Harlita, Indrowati, M., dan Sajidan. (2016). Profil Keterampilan Argumentasi Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Biologi Fkip UNS pada Mata Kuliah Anatomi Tumbuhan. *Bioedukasi*, **9**(1), 29-33.
- Rahayu, Y., Suhendar, S., dan Ratnasari, J. (2020). Keterampilan Argumentasi Siswa Pada Materi Sistem Gerak SMA Negeri Kabupaten Sukabumi-Indonesia. *BIODIK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, **6**(3), 312-318.
- Rahman, A., Diantoro, M., dan Yuliati, L. (2018). Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Hukum Newton di Sekolah Menengah Atas. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, **3**(7), 900-911.
- Redhana, I.W. (2015). Menyiapkan Lulusan FMIPA yang Menguasai Keterampilan Abad XXI. *Proceedings Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA V*, 138-155.
- Riel, J., dan Lawless, K.A. (2022). Developing Written Argumentation Skills with an Educational Simulation Game (ESG): The Design and Implementation of the GlobalEd vESG. In *Preparing Faculty for Technology Depedency in the Post-COVID-19 Era*. Pennsylvania: IGI Global.
- Riwayani, R. Perdana, R., Sari, R., Jumadi, J. dan Kuswanto, H. (2019). Analisis kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada materi optik: Problem-based learning berbantuan edu-media simulation. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, **5**(1), 45-53.
- Sadler, T.D., dan donnellly, L.A. (2016). Socioscientific Argumentation: The Effect of Content Knowledge and Morality. *International Journal of Science Education*, **28**, 121463-1488.
- Sutarto, H. (2018). Lingkungan dalam Pembelajaran dan Pengajaran Matematika yang Memunculkan 4C Ability sebagai Penyiapan SDM Unggul di Era Revolusi Industri 4.0. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, 465-476.

- Ulpa, M., Abdurrahman, dan Wahyudi. (2014). Perbandingan Hasil Belajar Fisika Ditinjau dari Kemampuan Argumentasi Oral dan Tertulis. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 2(3), 1-13.
- Widhi, M.T.W., Hakim, A.R., Wulansari, N.I., Solahuddin, M.I., dan Admoko, S. (2021). Analisis Keterampilan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Pada Model Pembelajaran Berbasis Toulmin's Argumentation Pattern (TAP) Dalam Memahami Konsep Fisika Dengan Metode Library Research. *PENDIPA Journal of Science Education*, 5(1), 79-91.