

## Hakikat Sains (*Nature of Science*) dan Peran Pentingnya dalam Pembelajaran IPA

### *Nature of Science and Its Importance for Science Teaching and Learning*

Listiani<sup>a\*</sup>

a Jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

\*Corresponding author: Jl. Amal Lama, Tarakan Timur, Tarakan, Kalimantan Utara, 77123, Indonesia. E-mail: [listiani@borneo.ac.id](mailto:listiani@borneo.ac.id)

#### Abstrak

Hakikat sains atau NOS memiliki peran penting dalam pembelajaran sains. Namun, NOS masih belum menjadi perhatian yang penting dalam kurikulum di Indonesia. Hal ini menyebabkan kurangnya pemahaman guru dan siswa terkait NOS. Sementara itu, penelitian menunjukkan bahwa dengan memahami NOS dapat memudahkan peserta didik untuk memahami sains dari segi konsep maupun konteks. Hal ini dikarenakan dengan NOS, sains disajikan sebagai sebuah proses pencarian informasi, bukan sebagai sebuah produk. Hal lain yang penting bagi pembelajaran IPA terkait NOS adalah aspek-aspek yang terkandung di dalamnya. Aspek-aspek NOS seperti *tentativeness*, *subjectivity*, *observation* dan *inference* menunjukkan bahwa sains adalah sebuah proses pencarian ilmu pengetahuan. Dengan memahami sains sebagai sebuah proses, peserta didik juga dapat terhindar dari miskonsepsi atau kesalahan dalam memahami konsep-konsep sains. Oleh karena itu, penting untuk memahami tentang NOS dan mengimplementasikannya dalam pembelajaran sains.

**Kata kunci:** hakikat sains, pembelajaran sains, proses sains, konsep sains, .

#### Abstract

*The nature of science is essential for science teaching and learning. However, NOS has yet to become an important Indonesian science education curriculum aspect. As a result, Indonesian teachers and students possess very little knowledge related to NOS. On the other hand, research shows that NOS contributes positively to students' understanding of science concepts and contexts. This is because, through NOS, students will understand science as a process instead of a product. It is also noticeable that NOS has important aspects for science learning. NOS aspects such as tentativeness, subjectivity, observation, and inferences depict science as finding scientific knowledge. Understanding science as a process can also hinder students from misconceptions. Therefore, students and teachers must understand and implement NOS for science teaching and learning.*

**Keywords:** *Nature of Science, science learning, scientific process, science concepts*

## Pendahuluan

Sejak abad ke 17, sains telah memberikan pengaruh yang besar terhadap kehidupan manusia dalam berbagai aspek seperti aspek sosial, moral, dan politik. Namun, tidak banyak masyarakat yang menyadari bahwa setiap aspek kehidupannya memiliki keterkaitan dengan sains atau dipengaruhi oleh sains. Oleh karena itu, Pendidikan memiliki peran penting dalam menginformasikan kepada masyarakat bagaimana peran sains bagi kehidupan. Dalam penerapannya, peserta didik perlu diberikan pemahaman tentang bagaimana sains bekerja karena sehingga mereka akan mendapatkan informasi tentang proses dalam sains, yaitu bagaimana penelitian – penelitian dalam sains dilakukan sehingga peserta didik tidak melihat sains hanya pada hasil akhirnya (Oviana, 2015), atau melihat sains sebagai sebuah produk saja tanpa mengetahui bagaimana asal usulnya dan bagaimana proses sehingga lahir sebuah ilmu pengetahuan.

Di berbagai negara, termasuk Amerika Serikat, Hakikat Sains (*Nature of Science*) bukan merupakan hal yang baru dan telah menjadi bagian dari kurikulum. Namun, di Indonesia, Hakikat sains belum menjadi bagian dari kurikulum dan tidak menjadi perhatian penting dalam pembelajaran IPA/sains. Pembahasan tentang hakikat sains tidak secara eksplisit dijelaskan sebagai bagian dari kurikulum di Pendidikan di Indonesia. Sehingga, Sebagian besar pengajar dan siswa di Indonesia masih asing dengan istilah hakikat sains atau *Nature of Science* sehingga tidak memiliki pengetahuan tentang hakikat sains. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemahaman hakikat sains baik oleh guru maupun siswa masih berada dalam kategori sedang sampai dengan rendah (Annisa & Listiani, 2017; Adi & Widodo, 2018). Mengingat pentingnya hakikat sains bagi pembelajaran IPA/sains, maka diperlukan perhatian terhadap pemahaman hakikat sains baik oleh guru maupun siswa, dan juga calon guru (Muna *et al.*, 2017).

Hakikat sains ini penting dalam pembelajaran IPA karena dengan memahasi hakikat sains maka siswa lebih mudah dalam memahami konsep, memiliki ketertarikan dalam belajar sains, dan memiliki kemampuan untuk membuat keputusan atas dirinya (McComas, Clough & Almazroa, 2002; McCommas, 2004). Secara tidak langsung, pemahaman tentang hakikat sains dapat membuat siswa lebih memahami konsep dan konteks dari pembelajaran sains yang pada akhirnya dapat mencapai literasi sains (*scientifically literate societies*). Sebagaimana diketahui bahwa masyarakat yang berliterasi sains adalah masyarakat yang mampu menerapkan pengetahuan saintifiknya untuk mengatasi, menyelesaikan masalah, dan mengambil keputusan atas berbagai permasalahan yang dihadapi di lingkungan masyarakat (Listiani, 2022). Mengingat peran hakikat sains dalam pembelajaran sains dan pengaruhnya terhadap kehidupan peserta didik, maka artikel ini akan membahas tentang hakikat sains dari sudut pandang epistemologi serta peran pentingnya bagi Pendidikan IPA.

### Hakikat Sains (*Nature of Science*)

Secara epistemologi, hakikat sains atau NOS adalah cara pandang ilmu pengetahuan alam dari sisi epistemology dimana sains dalam hal ini sains merupakan serangkaian aktivitas saintifik yang terus berkembang seiring dengan perubahan zaman (Abd-El-Khalick *et al.*,

1998). Dengan sudut pandang ini maka sains bukanlah sebuah produk dari sebuah pengetahuan, melainkan adalah sebuah proses dimana dalam proses tersebut dapat dilihat bagaimana cara kerja sains (McCommas & Almazroa, 1998) dan bagaimana sebenarnya para ilmuwan melakukan penelitian untuk mencari dan menemukan pengetahuan (Clough, 2008). Oleh karena itu, melalui NOS, sains akan lebih dipandang sebagai suatu proses pencarian daripada sebuah hasil akhir dari pencarian. Dengan demikian maka akan timbul pemahaman bahwa dari sudut pandang hakikat sains, sains adalah pengetahuan yang akan terus berubah, berasal dari alam semesta, bersifat subyektif, merupakan hasil inferensi manusia, mengandung unsur – unsur kreativitas, dipengaruhi oleh sosio-kultural, melibatkan pengamatan dan penginterpretasian, serta memiliki hukum dan teori ilmiah yang tidak saling terikat (Abd-El-Khalick *et al.*, 1998; Schwartz, 2013). Hal inilah yang disebut dengan aspek – aspek dalam hakikat sains. Pada bagian ini akan dibahas empat aspek dalam hakikat sains yang berkaitan langsung dengan pembelajaran IPA, yaitu *tentativeness*, *observation and inferences*, *subjectivity*, dan *Scientific theory and laws*.

Aspek pertama dalam hakikat sains adalah “*tentativeness*” atau sains bersifat tentatif. Yang dimaksud dengan sains bersifat tentatif di sini adalah bahwa sains merupakan pengetahuan yang akan terus berubah dan berkembang. *Tentativeness* dalam ilmu pengetahuan alan ini dikaitkan dengan pengetahuan ilmiah secara umum, misalnya teori dan hukum ilmiah. Berawal dari pemikiran Popper (1959) yang memperkenalkan tentang prinsip falsifikasi (*falsification*). Berdasarkan prinsip ini, sebuah ilmu pengetahuan dikatakan sebagai ilmiah apabila dapat diuji proposisinya. Pengetahuan ilmiah yang belum terbantahkan oleh penyelidikan empiris akan disetujui untuk sementara waktu. Hal ini menunjukkan terdapat kemungkinan bahwa pengetahuan – pengetahuan ilmiah yang tengah ada sekarang dapat mengalami perubahan. Namun demikian, suatu pengetahuan ilmiah sangat kecil kemungkinannya untuk akhirnya dapat diverifikasi secara sempurna dan tidak mengalami perubahan karena keterbatasan manusia dalam melakukan pengujian secara empiris setiap aspek keilmuan (Popper, 1963). Oleh karena itu akan selalu ada kemungkinan untuk menyangkal pengetahuan yang telah ada, dan prinsip *tentativeness* adalah karakteristik utama dari pengetahuan ilmiah (Mueller & Reiners, 2022).

Aspek kedua dalam hakikat sains yang penting untuk dipahami adalah *observation* dan *inferences* yang secara tidak langsung juga memiliki keterkaitan dengan aspek yang lain yaitu *tentativeness* dan *subjectivity*. Dalam melakukan pencarian ilmu pengetahuan maka ilmuwan melakukan kegiatan yang disebut dengan observasi. Saat melakukan observasinya, ilmuwan menggunakan segala pengetahuan yang dimilikinya untuk mencari tahu kebenaran atas apa yang diamati. Pada dasarnya, apa yang dilakukan oleh ilmuwan adalah kegiatan yang umumnya dilakukan oleh semua orang, yaitu mengamati fenomena yang ditemukan dalam kehidupan sehari – hari. Namun, dalam konteks ilmiah, pengamatan atau observasi ini didasarkan pada pengetahuan yang dimiliki oleh seseorang (Eberbach & Crowley, 2009). Setelah melakukan observasi maka yang dilakukan oleh seorang ilmuwan adalah melakukan interpretasi. Interpretasi yang dilakukan oleh seorang ilmuwan ini bersifat subjektif. Dengan demikian, walaupun bersifat ilmiah, suatu pengetahuan mengandung unsur subjektif, yaitu dipandang dari sisi atau pendapat ilmuwan yang menyatakannya atau yang menemukannya. Akan sangat sulit untuk mendapatkan informasi yang murni tanpa mendapatkan pengaruh dari perspektif dan inferensi dari seorang penemunya.

Aspek lain yang menjadi perhatian dalam pembelajaran sains yang berkaitan dengan NOS adalah hukum dan teori ilmiah. Pertama, yang perlu diperhatikan adalah bagaimana kita mendefinisikan hukum ilmiah (*scientific laws*) dan teori ilmiah (*scientific theories*). Hukum dalam ilmu pengetahuan alam disebut sebagai *scientific laws*. Hukum ilmiah ini mendeskripsikan tentang fenomena – fenomena yang terjadi namun tanpa menjelaskan mengapa hal tersebut dapat terjadi. Sementara itu, penjelasan tentang mengapa suatu fenomena terjadi dapat dijelaskan oleh *scientific theories* atau teori ilmiah. Namun, karena selama ini peserta didik tidak pernah diberikan informasi mengenai hal ini maka terjadi miskonsepsi tentang pemahaman hukum dan teori ilmiah. Sebagian besar orang beranggapan bahwa sebuah teori ilmiah akan berubah menjadi hukum ilmiah jika telah melalui serangkaian pembuktian. Miskonsepsi lain yang sering ditemukan adalah adanya hirarki atau tingkatan dari hipotesis, teori, dan hukum ilmiah. Pemahaman yang ada di masyarakat adalah bahwa ilmuwan akan mencari bukti – bukti yang digunakan untuk mendukung hipotesis. Setelah itu dengan pembuktian ini, hipotesis akan berubah menjadi teori, dan setelah itu dengan pembuktian lebih lanjut maka teori akan meningkat statusnya menjadi sebuah hukum ilmiah. Ini adalah pemahaman yang tidak benar tentang hipotesis, hukum dan teori ilmiah (Hamer & Bradford, 2022). Oleh karena itu, penting untuk dipahami bahwa ketiga istilah tersebut memiliki peran dan fungsinya masing – masing dalam ilmu pengetahuan dan tidak ada tingkatan yang membedakan status ketiganya.

Uraian di atas menunjukkan bahwa NOS memberikan pandangan yang lebih komprehensif terhadap pemahaman sains. Memang, dengan melihat sains dari sudut pandang NOS, maka sains akan terlihat lebih kompleks namun hal tersebut membuat pemahaman sains menjadi lebih menyeluruh. Pemahaman tentang NOS, terutama tentang aspek – aspek dalam NOS memberikan gambaran secara jelas tentang bagaimana sains bekerja dan menunjukkan bahwa sains adalah lebih dari sebuah produk dimana di dalamnya terdapat proses Panjang pencarian kebenaran.

### **Hakikat Sains dalam Pendidikan IPA**

Hakikat sains (*Nature of Science/NOS*) telah menjadi perhatian dan menjadi bagian dari kurikulum Pendidikan di beberapa negara seperti Amerika Serikat, Inggris, dan Australia. Olson (2018) menyebutkan bahwa terdapat sembilan dokumen internasional yang berkaitan dengan standar pendidikan yang mengintegrasikan hakikat sains. Namun, pada pelaksanaannya, NOS yang muncul di setiap dokumen kurikulum tersebut tidak diterapkan secara mendalam melainkan hanya sebagai bahan tambahan sehingga siswa belum bisa mendapatkan manfaat dari pembelajaran berbasis NOS. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kurangnya pemahaman guru tentang hakikat sains. Oleh karena itu, sebagaimana disebutkan oleh McCommas (2004), pengajar harus memiliki pemahaman tentang *Nature of Science* supaya dapat mengajarkannya dengan benar kepada siswa.

Terdapat beberapa hal yang membuat hakikat sains (NOS) penting untuk diajarkan kepada siswa, diantaranya adalah untuk memahamkan siswa bahwa tidak semua data atau informasi yang berkaitan dengan sains harus diperoleh melalui eksperimen di laboratorium. Pada kenyataannya, tidak semua sains atau ilmuwan harus melakukan eksperimen. Terkadang

seorang ilmuwan mengumpulkan data melalui observasi atau melakukan kombinasi antara eksperimen dan observasi. Untuk dapat menyampaikan informasi ini kepada peserta didik, maka pendidik harus terlebih dahulu memiliki pengetahuan tentang bagaimana data dan informasi tentang sains itu diperoleh sebelum mereka melakukan pembelajaran di kelas (McCommas, 2004).

Pembelajaran sains yang mengintegrasikan NOS memberikan pengetahuan yang lebih luas kepada peserta didik sehingga dapat menghindari miskonsepsi dalam pemahaman konsep. Salah satu contoh miskonsepsi dalam pembelajaran IPA adalah bahwa peserta didik beranggapan jika sains bersifat kaku di mana sains harus selalu berhubungan dengan kegiatan yang melalui Langkah – Langkah yang harus urut yang disebut dengan metode saintifik. Metode saintifik ini, menurut para peserta didik, adalah Langkah – Langkah yang sudah paten yang tidak dapat diubah. Karena peserta didik beranggapan bahwa metode saintifik adalah metode yang harus diikuti oleh para ilmuwan, maka mereka beranggapan bahwa melakukan kegiatan sains adalah hal yang membosankan. Hal ini membosankan karena mereka berfikir bahwa menjadi seorang ilmuwan tidak memiliki kesempatan untuk mengembangkan kreativitas dan imajinasinya dalam melakukan eksperimen dan observasi. Pada kenyataannya, jika peserta didik memahami tentang konsep NOS, maka mereka akan menemukan bahwa dalam sains terdapat aspek yang disebut dengan kreativitas dan penggunaan imajinasi. Sebagaimana disebutkan oleh McComma (2004) yang menyatakan bahwa pada dasarnya dalam sains tidak ada *step-by-step method* yang bersifat kaku dan membatasi kreativitas dan imajinasi ilmuwan. Memang benar bahwa dalam melakukan pencarian dan menemukan hal-hal baru, terdapat Langkah-langkah saintifik yang harus dilalui (Trefil, 2013). Langkah – langkah ini disebut dengan saintifik inkuiri. Namun, Langkah saintifik ini tidak seharusnya dimaknai secara kaku melainkan sebagai aktivitas yang umumnya dilakukan oleh ilmuwan yang terdiri dari melakukan eksperimen atau percobaan, memprediksi, kemudian melakukan eksperimen kembali untuk menguji prediksinya. Hal inilah yang oleh Kuhn (1970) disebut dengan “*normal science*”.

Terlepas dari kompleksitasnya, NOS memiliki peran yang penting bagi ilmu pengetahuan dan Pendidikan sains. Dengan memahami NOS, siswa akan mampu mengatasi miskonsepsi – miskonsepsi yang dialami, sebagaimana yang disebutkan oleh McCommas (2004) sebab mereka tidak hanya memahami konsep sains melainkan juga memahami tentang prosesnya. Penting untuk diketahui bahwa dalam pembelajaran sains tidak hanya tentang belajar tentang hasil atau produk dari sains melainkan terdapat hal yang lebih penting yaitu pemahaman tentang prosesnya. Pemahaman tentang proses dalam sains ini lebih penting daripada pemahaman produknya. Oleh karena itu peserta didik harus didorong untuk berfikir secara aktif selama kegiatan pembelajaran sains dengan meminta mereka bertanya tidak hanya menggunakan kalimat tanya berupa “apa” melainkan juga menggunakan kata tanya berupa “mengapa” dan “bagaimana”. Hal ini penting karena setiap peserta didik memiliki potensi yang besar untuk dapat memahami sains secara mendalam. Namun untuk dapat menggali potensi tersebut harus ada guru yang mampu untuk mengarahkan peserta didik menuju arah yang baik dan benar dalam mempelajari sains.

Manfaat lain dari NOS bagi siswa adalah siswa akan lebih mudah dalam belajar sains dan lebih cepat dalam memahami konsep (McCommas & Almazroa, 1998). Artinya, NOS

memfasilitasi siswa untuk dapat memahami konten sains dengan mudah sehingga terhindar dari miskonsepsi (Bell, 2008; Clough, 2011). Selain itu, siswa juga akan menjadi semakin tertarik terhadap sains ketika mereka mengetahui bahwa dalam sains yetdapat unsur-unsur kreativitas dan penggunaan imajinasi saat melakukan penelitian. Ketidaktahuan siswa tentang hal ini menyebabkan mereka berfikir bahwa belajar sains adalah hal yang membosankan karena mereka harus menghafalkan konsep-konsep, misalnya dalam biologi siswa harus menghafal nama-nama ilmiah organisme, atau dalam pembelajaran fisika atau kimia, siswa harus menghafalkan rumus. Memang benar, bahwa dalam beberapa topik, siswa diminta untuk mengingat konsep – konsep namun hal yang lebih penting untuk ditekankan dalam pembelajaran sains adalah bagaimana siswa mampu mengimplementasikan pengetahuan yang telah mereka pelajari dan pahami tentang sains. Pemahaman ini akan menuntun siswa dalam membuat keputusan – keputusan yang berkaitan dengan permasalahan yang berhubungan dengan kehidupannya. Dari sini terlihat bahwa pemahaman tentang NOS memiliki hubungan yang erat dengan tercapainya masyarakat yang berliterasi sains. Secara tidak langsung, dengan mengajarkan NOS kepada siswa, kita juga mempersiapkan siswa untuk menguasai literasi sains.

Namun, pada kenyataanya guru kurang memahami tentang NOS sehingga guru mengajar sains dengan mengikuti apa yang tertulis di buku teks. Buku-buku teks IPA tersebut menggambarkan bahwa sains adalah pengetahuan yang harus mengikuti kaidah ilmiah, dimana segala kegiatan yang berhubungan dengan sains harus dilakukan secara urut dengan *step-by-step* Langkah atau metode. Dengan demikian, siswa berfikir bahwa kegiatan ilmiah adalah kegiatan yang kaku dan membosankan. Oleh karena itu, guru harus lebih mampu berhati-hati dalam menggunakan buku teks dan mampu memahami dan menerapkan kurikulum sesuai dengan konteks dan kondisi kelas yang akan diajar.

## Kesimpulan

Banyak aspek yang harus diperhatikan oleh pengajar terutama pengajar sains sehingga pembelajaran yang dilakukan dapat mengarahkan peserta didik untuk menjadi lebih memahami sains secara menyeluruh sehingga terhindar dari miskonsepsi. Salah satu yang perlu dipertimbangkan dalam pembelajaran sains adalah pengintegrasian pengetahuan tentang hakikat sains atau *Nature of Science* (NOS). Dengan NOS siswa dapat memahami sains dari sudut pandang epistemologi, di mana sains memiliki aspek – aspek yang selama ini tidak ditampakkan dalam buku – buku teks pembelajaran sains/IPA. Sebagai contoh, dalam buku teks, sains direpresentasikan sebagai sebuah produk atau hasil dari pencarian atau penelitian, tanpa siswa mengetahui bagaimana proses pencarian pengetahuan tersebut. Hal ini membuat siswa memahami sains secara parsial saja dan dapat mengakibatkan terjadinya miskonsepsi. Selain itu peserta didik akan mengetahui bahwa dalam proses pencarian pengetahuan, ilmuwan menerapkan prinsip – prinsip ilmiah yang juga dipengaruhi oleh aspek – aspek lain seperti subjektivitas dan kemampuan ilmuwan tersebut dalam menginterpretasikan pengetahuan yang diperoleh. Hal ini akan memberikan informasi pada peserta didik bahwa sains atau ilmu pengetahuan itu tidak kaku dan bukan tidak mungkin untuk berubah. Keterbatasan kemampuan manusia untuk melakukan observasi membuat ilmu pengetahuan menjadi berkembang seiring

dengan berjalannya waktu. Dan dalam proses perkembangannya itu tidak menutup kemungkinan akan ada perubahan – perubahan.

Oleh karena itu, penting bagi siswa untuk diperkenalkan dengan hakikat sains (NOS) supaya mereka lebih mudah dalam memahami sains. Selain itu, ada hal yang lebih penting yaitu pemahaman sains oleh guru harus terlebih dahulu diperhatikan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemahaman guru di Indonesia terkait hakikat sains masih tergolong sedang dan cenderung rendah (Annisa & Listiani, 2017; Adi & Widodo, 2018). Hal ini akan berpengaruh pada kemampuan mereka dalam mengajarkan hakikat sains pada siswa. Maka, jika siswa ingin menguasai hakikat sains, maka yang harus dilakukan terlebih dahulu adalah dengan memahami guru–gurunya tentang hakikat sains.

### Daftar Pustaka

- Abd-El-Khalick, F., Bell, R.L., dan Lederman, N.G. (1998). The Nature of Science and Instructional Practice: Making the Unnatural Natural. *Science Education*, 82, 417–436.
- Annisa M. dan Listiani. (2017). Pemahaman Aspek-Aspek dalam Hakikat Sains (Nature of Science) oleh Guru Sekolah Dasar di Wilayah 4P (Pedalaman, Perbatasan, Perkotaan, dan Pesisir). *Jurnal Ilmiah Sekolah Dasar*. Vol. 1 (4) pp. 241-246.
- Adi, Y.K. dan Widodo, A. (2018). Pemahaman Hakikat Sains Pada Guru Dan Siswa Sekolah Dasar. *Edukasi: Jurnal Pendidikan*, 10 (1). 55-72
- Dewitt, Richard. *Worldviews: An Introduction to the History and Philosophy of Science*, Second Edition. Oxford: Blackwell Publishing Limited; 2010.
- Eberbach, C. dan Crowley, K. (2009). From Everyday to Scientific Observation: How Children Learn to Observe the Biologist's World. *Review of Educational Research*, 79 (1). 39-68
- French, Steven. *Philosophy of Science: Key Concepts 2nd Edition*. New York: Bloomsbury Academic; 2016.
- Hamer, A. dan Bradford, A. (2022). What is Law in Science. <https://www.livescience.com/21457-what-is-a-law-in-science-definition-of-scientific-law.html>
- Kuhn, T. (1996) *The Structure of Scientific Revolutions*. 3rd. ed. University of Chicago Press: Chicago.
- Listiani (2022). Scientific Literacy and Literacy in Science: Review Konsep dan Perannya dalam Pendidikan Sains. *Prosiding Seminar Nasional SALINGDIDIK ke 9*. Universitas Borneo Tarakan
- McComas, W. F. (2004). Keys to teaching the nature of science. *The Science Teacher*, 71(9), 24-27.
- McComas, W. F., Almazroa, H., & Clough, M. P. (1998). The Nature of Science in Science Education: An Introduction. *Science & Education*, 7(6), 511-532.
- Mueller, S., dan Reiners, C.S. (2022). Pre-service Chemistry Teachers' Views about the Tentative and Durable Nature of Scientific Knowledge. *Science and Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00374-8>
- Muna, I, Rahayu, S., dan Marfu'ah, S. (2017). Pemahaman Hakikat Sains dan Inkuiri Ilmiah Calon Guru Kimia. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 2 (2). 15-22
- Oviana, W. (2015). Pemahaman Hakekat Sains dan Aplikasinya dalam Proses Pembelajaran Sains. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*. Biology Education Study Program Faculty of Tarbiyah and Teacher Training Ar-Raniry State Islamic University Banda Aceh, Indonesia.

- Popper, K. (1959). *The logic of scientific discovery*. Routledge.
- Popper, K. R. (1963). *Conjectures and refutations: The growth of scientific knowledge*. Routledge.
- Trefil, J. (2003). *Introduction: The Nature of Science: An A-Z Guide to the Laws and Principles Governing Our Universe (p. vii-xxviii)*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt; 1st edition.