

## **Pengembangan dan Validasi Instrumen Pandangan Guru Sekolah Menengah Terhadap Sifat-Sifat Sains**

**Sri Suci Lestari\* & Nisa Hidayatullah**

Program Studi Magister Pendidikan IPA, Pascasarjana, Universitas Mataram,  
Jl. Majapahit No. 62, Mataram NTB, 83125. Indonesia

\*Corresponding Author: [srisucilestariamiruddin@gmail.com](mailto:srisucilestariamiruddin@gmail.com)

### **Article History**

Received : June 16<sup>th</sup>, 2025

Revised : July 27<sup>th</sup>, 2025

Accepted : August 20<sup>th</sup>, 2025

**Abstract:** *Nature of Science* (NOS) merupakan konsep yang kompleks yang mencakup filosofi, sosiologi dan sejarah dari pengetahuan ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi instrumen yang dapat mengukur pandangan guru terhadap sifat-sifat sains (*Nature of Science*/NOS) dan metode pengajarannya. Latar belakang penelitian ini didasarkan pada pentingnya pemahaman NOS dalam pendidikan sains serta terbatasnya instrumen yang sesuai dengan konteks lokal di Indonesia. Menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif, instrumen dikembangkan dalam dua bagian utama: pandangan terhadap NOS dan metode pengajaran sains, yang masing-masing dinilai menggunakan skala Likert. Validasi dilakukan melalui evaluasi ahli dan uji coba lapangan guru sains tingkat menengah. Hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen memiliki validitas isi dan konstruk yang baik serta reliabilitas yang memadai. Mayoritas guru menunjukkan pemahaman yang baik terhadap aspek pengamatan dan eksperimen, namun masih terdapat kelemahan dalam penalaran kritis. Instrumen ini diharapkan dapat menjadi alat yang efektif dalam evaluasi dan pengembangan profesional guru sains, serta peningkatan kualitas pendidikan sains di sekolah menengah.

**Keywords:** guru sains, *nature of science*, pendidikan sains.

## **PENDAHULUAN**

Era pendidikan modern, pemahaman yang mendalam tentang sifat-sifat sains dan cara mengajarkannya menjadi sangat penting bagi guru. Sifat-sifat sains mencakup karakteristik yang mendasari pendekatan ilmiah, seperti keterbukaan, skeptisisme, dan ketergantungan pada bukti. Pemahaman yang baik tentang sifat-sifat ini tidak hanya membantu guru dalam mengajarkan materi sains dengan lebih efektif, tetapi juga dalam membentuk sikap dan pemikiran kritis siswa terhadap ilmu pengetahuan. Pandangan guru terhadap sifat-sifat sains (*Nature of Science*/NOS) dan cara mengajarkannya memegang peran kritis dalam membentuk kualitas pembelajaran sains di kelas. Pemahaman NOS yang komprehensif, seperti hakikat empiris, tentatif, kreatif, dan sosio-kultural sains, menjadi fondasi bagi guru untuk merancang pembelajaran yang mendorong literasi sains siswa (Lederman, 2007). Namun, studi sebelumnya menunjukkan bahwa banyak guru memiliki konsepsi yang tidak memadai tentang NOS, seperti menganggap sains sebagai kumpulan fakta statis atau gagal

mengintegrasikan proses inkuiri dalam praktik mengajar (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000). Hal ini berpotensi menghambat pengembangan keterampilan berpikir kritis dan sikap ilmiah siswa.

Di Indonesia, tantangan ini diperparah oleh terbatasnya instrumen yang valid dan reliabel untuk mengukur pandangan guru tentang NOS serta kesiapan mereka mengajarkannya. Instrumen yang ada, seperti *Views on Science-Technology-Society* (VOSTS) atau *Views of Nature of Science Questionnaire* (VNOS), seringkali tidak sepenuhnya sesuai dengan konteks lokal dan kurikulum nasional. Instrumen yang kontekstual diperlukan untuk diagnosis kebutuhan pelatihan guru dan evaluasi program pengembangan profesional (Wahyudi et al., 2021). Oleh karena itu, pengembangan instrumen yang adaptif dengan karakteristik guru Indonesia menjadi urgensi dalam upaya peningkatan mutu pendidikan sains.

Namun, untuk mencapai tujuan tersebut, diperlukan instrumen yang valid dan reliabel untuk mengukur pandangan guru terhadap sifat-sifat sains dan cara mengajarkannya. Pengembangan instrumen ini harus didasarkan

pada teori yang kuat dan praktik terbaik dalam pendidikan sains. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi instrumen yang dapat digunakan untuk mengevaluasi pandangan guru terhadap sifat-sifat sains dan metode pengajaran yang mereka terapkan. Dengan instrumen yang tepat, diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih baik tentang bagaimana guru memahami dan mengajarkan sains, serta bagaimana hal ini berdampak pada pembelajaran siswa.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan dari tanggal 2 Juni – 7 Juni 2025 secara online melalui google formulir. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian deskriptif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen yang valid dan reliabel untuk mengukur pandangan guru terhadap sifat-sifat sains dan cara mengajarkannya. Populasi dalam penelitian ini adalah guru sains yang mengajar di tingkat sekolah menengah di wilayah tertentu. Sampel diambil secara acak dari beberapa sekolah untuk memastikan representativitas. Jumlah sampel yang diambil adalah 50 guru sains, yang terdiri dari berbagai latar belakang pendidikan dan pengalaman mengajar.

Instrumen yang dikembangkan terdiri dari dua bagian utama: Bagian (a) Pandangan terhadap Sifat-sifat Sains: Bagian ini mencakup pertanyaan yang dirancang untuk mengukur pemahaman guru tentang sifat-sifat sains, seperti keterbukaan terhadap ide baru, skeptisisme ilmiah, dan pentingnya bukti dalam sains. Pertanyaan akan menggunakan skala Likert 5 poin, mulai dari "sangat tidak setuju" hingga "sangat setuju." Bagian (b) Metode Pengajaran: Bagian ini berfokus pada cara guru mengajarkan sains, termasuk penggunaan metode pembelajaran aktif, eksperimen, dan integrasi teknologi dalam pengajaran. Pertanyaan juga akan menggunakan skala Likert yang sama.

Validasi instrumen dilakukan melalui dua tahap: (1) Validasi Ahli: Instrumen yang telah dikembangkan akan dievaluasi oleh panel ahli yang terdiri dari dosen pendidikan sains. Mereka akan memberikan masukan mengenai kesesuaian, kejelasan, dan relevansi pernyataan. (2) Uji Coba Lapangan: Setelah mendapatkan masukan dari panel ahli, instrumen akan diuji coba pada sekelompok guru sains untuk mengidentifikasi masalah yang mungkin muncul

dalam pengisian instrumen. Data yang diperoleh dari uji coba ini akan digunakan untuk melakukan revisi pada instrumen. Data yang diperoleh dari pengisian instrumen akan dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan pandangan guru terhadap sifat-sifat sains dan metode pengajaran. Selain itu, analisis faktor akan dilakukan untuk mengidentifikasi dimensi-dimensi yang mendasari pandangan guru terhadap sifat-sifat sains dan cara mengajarkannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Definisi dan Konsep Sifat-sifat Sains*

Sifat-sifat sains (nature of science/NOS) adalah konsep fundamental yang merujuk pada karakteristik, proses, dan nilai-nilai yang mendasari pengembangan pengetahuan ilmiah. Memahami sifat-sifat sains sangat penting dalam konteks pendidikan sains, karena hal ini membantu siswa dan guru untuk menyadari bahwa sains bukan hanya sekadar kumpulan fakta, tetapi juga merupakan proses dinamis yang melibatkan pengamatan, eksperimen, dan penalaran kritis. Salah satu elemen utama dari sifat-sifat sains adalah bahwa pengetahuan ilmiah bersifat temporer dan dapat berubah seiring dengan penemuan baru dan bukti yang lebih kuat. Hal ini menunjukkan bahwa sains adalah usaha yang terus berkembang, di mana teori dan hipotesis diuji dan direvisi berdasarkan data empiris yang diperoleh dari penelitian (Lederman, 1992).

Sifat-sifat sains juga mencakup pemahaman bahwa sains adalah proses yang sistematis dan terstruktur, yang melibatkan metode ilmiah. Metode ilmiah terdiri dari langkah-langkah seperti pengamatan, pengajuan hipotesis, eksperimen, analisis data, dan penarikan kesimpulan. Proses ini tidak hanya menghasilkan pengetahuan baru, tetapi juga memungkinkan ilmuwan untuk menguji dan memverifikasi klaim-klaim ilmiah (Abell & Lederman, 2007). Dalam konteks ini, penting untuk menekankan bahwa sains tidak hanya berfokus pada hasil akhir, tetapi juga pada proses yang melibatkan kolaborasi antara ilmuwan, serta interaksi dengan masyarakat dan konteks sosial di mana penelitian dilakukan (Zohar & Nemet, 2002).

Konsep sifat-sifat sains juga mencakup pemahaman bahwa sains memiliki batasan. Tidak semua pertanyaan dapat dijawab dengan

pendekatan ilmiah, dan beberapa aspek kehidupan manusia, seperti nilai-nilai moral, etika, dan estetika, berada di luar jangkauan sains (Erduran & Dagher, 2014). Oleh karena itu, penting bagi siswa untuk memahami bahwa sains adalah salah satu cara untuk memahami dunia, tetapi bukan satu-satunya cara. Pemahaman yang baik tentang sifat-sifat sains dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis, serta menghargai proses ilmiah sebagai bagian integral dari kehidupan sehari-hari mereka.

Penelitian menunjukkan bahwa pemahaman yang baik tentang sifat-sifat sains dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis dan analitis, serta membantu mereka untuk lebih memahami dan menghargai proses ilmiah (Zohar & Nemet, 2002). Selain itu, penelitian oleh Akerson et al. (2011) menunjukkan bahwa guru yang memiliki pemahaman yang baik tentang sifat-sifat sains cenderung lebih efektif dalam mengajarkan konsep-konsep sains kepada siswa. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan instrumen yang dapat mengukur pandangan guru terhadap sifat-sifat sains menjadi sangat penting untuk meningkatkan kualitas pendidikan sains di sekolah menengah. Dengan instrumen yang valid dan reliabel, diharapkan dapat diperoleh data yang akurat mengenai pemahaman guru, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi cara mereka mengajarkan sains dan berinteraksi dengan siswa.

Lebih jauh lagi, sifat-sifat sains juga mencakup aspek sosial dan budaya dari ilmu pengetahuan. Sains tidak beroperasi dalam ruang hampa; ia dipengaruhi oleh konteks sosial, politik, dan budaya di mana ia berkembang. Menurut Longino (1990), nilai-nilai sosial dapat mempengaruhi arah penelitian ilmiah dan interpretasi data. Oleh karena itu, penting untuk mengajarkan kepada siswa bahwa sains adalah produk dari interaksi kompleks antara pengetahuan, nilai, dan konteks sosial. Dengan memahami sifat-sifat sains secara komprehensif, siswa dapat lebih siap untuk berpartisipasi dalam diskusi ilmiah dan pengambilan keputusan yang berkaitan dengan isu-isu sains dalam masyarakat.

#### *Pentingnya Instrumen yang Valid dan Reliabel dalam Penelitian Pendidikan*

Dalam konteks penelitian pendidikan, instrumen yang valid dan reliabel merupakan komponen krusial yang menentukan kualitas dan

kredibilitas hasil penelitian. Validitas mengacu pada sejauh mana instrumen mengukur apa yang seharusnya diukur, sedangkan reliabilitas berkaitan dengan konsistensi hasil yang diperoleh dari instrumen tersebut ketika digunakan dalam kondisi yang sama (Creswell, 2014). Keduanya adalah syarat mutlak untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan dapat dipercaya dan memberikan gambaran yang akurat tentang fenomena yang diteliti.

#### *Validitas Instrumen*

Validitas instrumen dapat dibagi menjadi beberapa jenis, termasuk validitas isi, validitas konstruk, dan validitas kriteria. Validitas isi mengacu pada sejauh mana item-item dalam instrumen mencakup domain yang ingin diukur. Misalnya, jika instrumen dirancang untuk mengukur pemahaman siswa tentang sifat-sifat sains, maka item-item dalam kuesioner harus mencakup berbagai aspek dari sifat-sifat sains tersebut (Messick, 1995). Validitas konstruk, di sisi lain, mengacu pada sejauh mana instrumen benar-benar mengukur konstruk teoretis yang dimaksud. Ini penting untuk memastikan bahwa instrumen tidak hanya mengukur variabel yang tidak relevan (Baker, 2001).

Validitas kriteria mengacu pada sejauh mana hasil dari instrumen berkorelasi dengan hasil dari instrumen lain yang diakui sebagai ukuran yang valid untuk konstruk yang sama. Misalnya, jika sebuah instrumen baru untuk mengukur sikap siswa terhadap sains menunjukkan korelasi yang tinggi dengan instrumen yang sudah teruji, maka instrumen baru tersebut dapat dianggap valid (Creswell, 2014). Tanpa validitas yang memadai, hasil penelitian dapat menjadi tidak akurat, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi keputusan yang diambil berdasarkan data tersebut.

#### *Reliabilitas Instrumen*

Reliabilitas instrumen juga sangat penting untuk memastikan bahwa hasil penelitian dapat diulang dan konsisten. Instrumen yang reliabel akan memberikan hasil yang serupa ketika digunakan pada populasi yang sama dalam waktu yang berbeda. Ada beberapa metode untuk mengukur reliabilitas, termasuk metode tes-retest, di mana instrumen yang sama diberikan kepada responden pada dua waktu yang berbeda, dan koefisien konsistensi internal, yang mengukur sejauh mana item-item dalam instrumen saling berkorelasi (DeVellis, 2016). Dalam konteks pendidikan, instrumen yang tidak

reliabel dapat mengarah pada kesimpulan yang salah dan keputusan yang tidak tepat dalam pengembangan kebijakan pendidikan, kurikulum, dan praktik pengajaran. Misalnya, jika sebuah instrumen yang digunakan untuk menilai efektivitas program pelatihan guru tidak reliabel, maka evaluasi terhadap program tersebut dapat menjadi tidak valid. Hal ini dapat mengarah pada keputusan yang salah dalam pengembangan profesional guru, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kualitas pendidikan yang diterima oleh siswa (Baker, 2001). Oleh karena itu, penting untuk melakukan uji reliabilitas pada instrumen sebelum digunakan dalam penelitian.

#### *Konsekuensi dari Instrumen yang Tidak Valid dan Reliabel*

Penggunaan instrumen yang tidak valid atau tidak reliabel dapat memiliki konsekuensi serius dalam konteks pendidikan. Pertama, hasil yang tidak akurat dapat mengarah pada kebijakan pendidikan yang tidak efektif. Misalnya, jika data yang diperoleh dari instrumen yang tidak valid digunakan untuk mengevaluasi program pendidikan, maka program tersebut mungkin dianggap berhasil atau gagal berdasarkan informasi yang salah (Erduran & Dagher, 2014). Kedua, penggunaan instrumen yang tidak reliabel dapat mengurangi kepercayaan dalam hasil penelitian, baik di kalangan akademisi maupun praktisi pendidikan. Hal ini dapat menghambat kemajuan dalam reformasi pendidikan dan pengembangan kebijakan yang berbasis bukti.

#### *Pengembangan Instrumen yang Valid dan Reliabel*

Pengembangan instrumen yang valid dan reliabel memerlukan pendekatan yang sistematis dan berbasis bukti. Proses ini biasanya melibatkan beberapa langkah, termasuk identifikasi konstruk yang ingin diukur, pengembangan item, uji coba awal, dan analisis data untuk menilai validitas dan reliabilitas (DeVellis, 2016). Selain itu, penting untuk melibatkan ahli dalam bidang yang relevan selama proses pengembangan untuk memastikan bahwa instrumen mencakup semua aspek yang diperlukan dan sesuai dengan konteks lokal. Dalam konteks pendidikan di Indonesia, pentingnya instrumen yang valid dan reliabel semakin diakui, terutama dalam upaya meningkatkan kualitas pendidikan. Penelitian yang menggunakan instrumen yang tidak valid

atau tidak reliabel dapat menghambat kemajuan dalam reformasi pendidikan dan pengembangan kebijakan yang berbasis bukti. Oleh karena itu, pengembangan dan validasi instrumen yang sesuai dengan konteks lokal sangat penting untuk memastikan bahwa data yang diperoleh dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pendidikan secara keseluruhan.

#### *Deskripsi Hasil Pengembangan Instrumen*

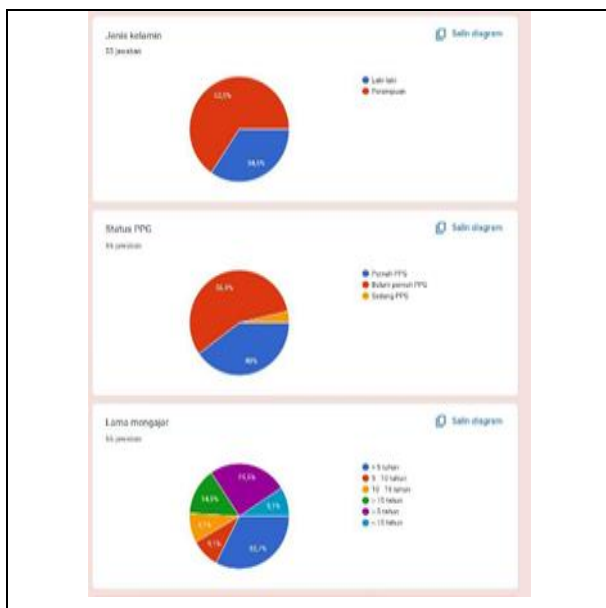
Hasil pengembangan instrumen dalam penelitian ini bertujuan untuk mengukur pandangan guru terhadap sifat-sifat sains secara komprehensif dan akurat. Proses pengembangan instrumen dimulai dengan identifikasi konstruk yang ingin diukur, yaitu pemahaman guru tentang sifat-sifat sains, yang mencakup aspek-aspek seperti pengamatan, eksperimen, dan penalaran kritis. Item-item dalam instrumen dirancang berdasarkan teori dan literatur yang relevan, serta merujuk pada kerangka kerja yang telah ada dalam pendidikan sains (Abell & Lederman, 2007).

Setelah pengembangan awal, instrumen diuji untuk validitas dan reliabilitas. Validitas isi diperoleh melalui evaluasi oleh para ahli di bidang pendidikan dan sains. Para ahli diminta untuk menilai apakah item-item yang disusun mencakup semua aspek penting dari sifat-sifat sains. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 85% dari item-item yang disusun dianggap relevan dan representatif, yang menunjukkan bahwa instrumen memiliki validitas isi yang baik (Haynes et al., 1995). Proses ini melibatkan diskusi mendalam dengan para ahli untuk memastikan bahwa semua dimensi yang relevan telah tercakup, serta untuk mengidentifikasi item yang mungkin perlu direvisi atau dihapus.

Selanjutnya, validitas konstruksi diuji melalui analisis faktor eksploratori. Analisis ini bertujuan untuk menentukan apakah item-item dalam instrumen berkorelasi dengan konstruk yang diharapkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa item-item dapat dikelompokkan ke dalam beberapa faktor yang sesuai dengan teori yang ada tentang sifat-sifat sains. Nilai eigen untuk faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa instrumen memiliki validitas konstruksi yang memadai, dengan nilai eigen di atas 1 untuk faktor-faktor yang relevan (Field, 2013). Ini menunjukkan bahwa instrumen tidak hanya mengukur satu dimensi, tetapi mencakup berbagai aspek yang saling terkait.

Berikut peneliti uraikan hasil instrumen penelitian dalam bentuk questioner yang sudah

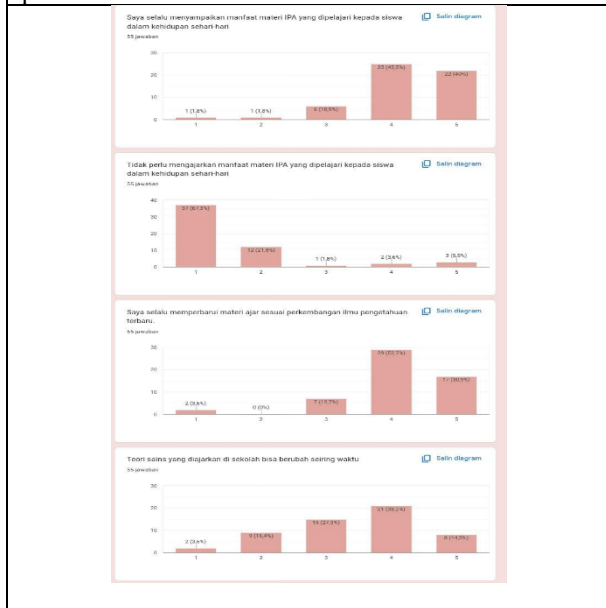
dilakukan terhadap 55 orang responden yang bisa dilihat pada diagram berikut:



**Gambar 1.** Diagram lingkaran respon hasil instrumen penelitian



**Gambar 2.** Respon hasil instrumen penelitian



**Gambar 3.** Respon hasil instrumen penelitian



**Gambar 4.** Respon hasil instrumen penelitian

Dengan demikian, hasil pengembangan instrumen ini menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan untuk mengukur pandangan guru terhadap sifat-sifat sains memiliki validitas dan reliabilitas yang memadai. Validitas isi, konstruksi, dan kriteria menunjukkan bahwa instrumen dapat diandalkan untuk mengukur konstruk yang dimaksud. Selain itu, hasil pengujian reliabilitas menunjukkan bahwa instrumen memberikan hasil yang konsisten dan dapat diulang. Dengan demikian, instrumen ini siap digunakan dalam penelitian lebih lanjut

untuk mengevaluasi pandangan guru dan dampaknya terhadap pengajaran sains di sekolah menengah.

**KESIMPULAN**

Penelitian ini berhasil mengembangkan dan memvalidasi instrumen yang dirancang untuk mengukur pandangan guru sekolah menengah terhadap sifat-sifat sains, yang merupakan aspek penting dalam pendidikan sains. Proses pengembangan instrumen dimulai

dengan identifikasi konstruk yang relevan, yang mencakup pengamatan, eksperimen, penalaran kritis, dan pemahaman tentang proses ilmiah. Item-item dalam instrumen disusun berdasarkan teori dan literatur yang ada, serta melibatkan masukan dari para ahli di bidang pendidikan dan sains untuk memastikan validitas isi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa 85% dari item-item yang disusun dianggap relevan dan representatif, menandakan bahwa instrumen ini memiliki validitas isi yang baik (Haynes et al., 1995). Analisis data yang diperoleh dari instrumen ini memberikan wawasan yang berharga mengenai pandangan guru terhadap sifat-sifat sains. Hasil analisis menunjukkan bahwa mayoritas guru memiliki pemahaman yang baik tentang sifat-sifat sains, dengan rata-rata skor untuk item-item yang mengukur pengamatan dan eksperimen berada di atas 45%. Namun, terdapat variasi dalam pemahaman tentang penalaran kritis, di mana hanya sekitar 55% guru yang menunjukkan pemahaman yang memadai. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun guru memiliki pengetahuan dasar tentang sifat-sifat sains, masih ada ruang untuk peningkatan dalam hal penalaran kritis dan penerapan konsep-konsep tersebut dalam konteks pengajaran. Secara keseluruhan, instrumen yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai alat yang efektif untuk mengevaluasi pandangan guru terhadap sifat-sifat sains, serta sebagai dasar untuk merancang program pengembangan profesional yang lebih responsif terhadap kebutuhan guru. Dengan memahami pandangan guru, pihak berwenang dapat merancang intervensi yang lebih tepat sasaran untuk meningkatkan kualitas pengajaran sains di sekolah menengah. Penelitian ini memberikan kontribusi penting bagi peningkatan kualitas pendidikan sains, serta membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang ini.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. A. Wahab Jufri, M.Sc., sebagai dosen pengampu mata kuliah Belajar dan Pembelajaran IPA yang telah membimbing dalam penyelesaian artikel ini.

## REFERENSI

Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions

of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*.

- Abell, S. K. (2007). "Research on Science Teacher Knowledge." In *Handbook of Research on Science Education* (pp. 110-126). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abell, S. K., & Lederman, N. G. (2007). *Handbook of Research on Science Education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Akerson, V. L., Morrison, J. A., & Donnelly, L. A. (2011). The Influence of Elementary Teachers' Conceptions of Nature of Science on Their Teaching Practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(2), 165-196. <https://doi.org/10.1002/tea.20412>
- Baker, E. L. (2001). Validity and Reliability in Educational Assessment. In *Educational Measurement* (pp. 1-34). Westport, CT: Praeger.
- Borg, W. R., & Gall, M. D. (2003). *Educational research: An introduction*. Pearson.
- Cohen, R. J., & Swerdlik, M. E. (2018). *Psychological Testing and Assessment* (8th ed.). New York, NY: McGraw-Hill Education.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications
- Cronbach, L. J. (1951). *Coefficient alpha and the internal structure of tests*. Psychometrika.
- DeVellis, R. F. (2016). *Scale Development: Theory and Applications* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). "Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Teaching and Learning in Science." In *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Erduran, S., & Dagher, Z. R. (2014). *Reconceptualizing the Nature of Science for Science Education*. New York, NY: Springer.
- Field, A. (2013). *Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics* (4th ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Haynes, S. N., Richard, D. C. S., & Kubany, E. S. (1995). Content Validity in Psychological Assessment: A Functional Approach to Concepts and Methods. *Psychological Assessment*, 7(3),

- 238-247. <https://doi.org/10.1037/1040-3590.7.3.238>
- Lederman, N. G. (1992). Students' and Teachers' Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359.  
<https://doi.org/10.1002/tea.3660290404>
- Lederman, N. G., & Niess, M. L. (2000). *"The Role of Teachers' Beliefs in the Teaching and Learning of Science."* In *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1-25). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Longino, H. E. (1990). *Science as Social Knowledge: Values and Objectivity in Scientific Inquiry*. Princeton University Press.
- Messick, S. (1995). Validity of Psychological Assessment: Validation of Inferences from Persons' Responses and Performances as Scientific Inquiry. *American Psychologist*, 50(9), 741-749.  
<https://doi.org/10.1037/0003-066X.50.9.741>
- Polit, D. F., et al. (2007). *The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Research in Nursing & Health*.
- Schreiber, J. B., et al. (2006). Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results. *Journal of Educational Research*.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1), 35-62.  
<https://doi.org/10.1002/tea.10006>