

# Kemampuan Literasi Sainifik Siswa SMA pada Materi Optik Geometri

Tuti Resri Yanti<sup>1</sup>, Lia Yuliati<sup>1</sup>, Hari Wisodo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pendidikan Fisika-Universitas Negeri Malang

---

## INFO ARTIKEL

### Riwayat Artikel:

Diterima: 30-04-2019

Disetujui: 20-06-2019

### Kata kunci:

*scientific literacy;  
geometry optics;  
high school student;  
literasi saintifik;  
optik geometri;  
siswa SMA*

---

## ABSTRAK

**Abstract:** The trend of 21st century education is learning based on scientific literacy. Scientific literacy is a key for improving science education in many countries in the world. This article aims to give a profile of the scientific literacy of senior high school students of class XII in the year 2019 in optic subject. This research was conducted with Survey methods. The data is done by providing scientific literacy problem in the form of essays. The subjects of research is the students of class XII at two SMAN Kerinci Regency. Results of this research is scientific literacy of students still low. So that Indonesia can afford prices in the era of the 21st century education, thope that this research can help in determining the solution for improve the ability of students ' scientific literacy.

**Abstrak:** Tren pendidikan abad-21 adalah pembelajaran yang berpatokan pada Literasi Sainifik yang dijadikan sebagai kunci utama dalam meningkatkan pendidikan sains di banyak Negara di dunia. Artikel ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kemampuan Literasi Sainifik siswa SMA kelas XII pada tahun 2019 terhadap materi Optik. Penelitian ini dilakukan dengan metode survei. Teknik pengambilan data dilakukan dengan memberikan soal literasi saintifik yang berbentuk esai. Subjek penelitian adalah siswa-siswa kelas XII di dua SMAN yang ada di kabupaten Kerinci. Hasil penelitian menunjukkan bahwa literasi saintifik siswa masih rendah. Agar Indonesia mampu bersaing di era pendidikan abad-21, diharapkan penelitian ini dapat memberikan solusi dalam meningkatkan kemampuan literasi saintifik siswa.

---

## Alamat Korespondensi:

Tuti Resri Yanti  
Pendidikan Fisika  
Universitas Negeri Malang  
Jalan Semarang 5 Malang  
E-mail: tuti.resri.1703218@students.um.ac.id

---

Pendidikan saat ini telah memasuki era pembelajaran abad-21. Pendidikan abad ke-21 tidak terlepas dari sains dan teknologi dalam mengembangkan kemampuan siswa (Afandi, Sajidan, Akhyar, & Suryani, 2018). Agar mampu bersaing di abad-21 siswa tidak hanya dituntut memiliki kemampuan akademik yang baik seperti matematika, bahasa atau sains, tetapi siswa di tuntut agar mampu menggunakan pengetahuan tersebut dalam berpikir kritis, memecahkan masalah, menyampaikan pendapat, dan mampu bekerja sama dengan baik (Afandi et al., 2018; Rahayu, 2017). Selain itu, siswa juga dituntut agar inovatif, kritis, memiliki kemampuan menganalisa yang baik untuk menyelesaikan suatu masalah dan memiliki kemampuan literasi saintifik yang baik (Greenhow, Gibbins, & Menzer, 2015; Karim, Prima, Utari, Saepuzaman, & Nugaha, 2017; Rannikmäe, Ait, Soobard, Reiska, & Holbrook, 2015).

Literasi saintifik adalah sebuah kunci dalam dunia pendidikan di era modern saat ini. Banyak Negara di dunia saat ini memprioritaskan Literasi saintifik sebagai tujuan utama dalam dunia pendidikan sains dalam abad ke-21 (Altun-Yalçın, Açışlı, & Turgut, 2011; Bauer & Booth, 2019; Correia, do Valle, Dazzani, & Infante-Malachias, 2010; Dragoş & Mih, 2015; Fauville, Dupont, Von Thun, & Lundin, 2015; Udompong & Wongwanich, 2014). Seseorang yang memiliki kemampuan literasi saintifik yang baik berarti memiliki pengetahuan yang baik, pemahaman konsep, memiliki kemampuan proses untuk memberikan pendapat sendiri dalam memecahkan masalah, produktif, mampu menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari yang masuk akal, kreatif dan bermoral (Greenhow et al., 2015; Turiman, Omar, Daud, & Osman, 2012; Udompong, Traiwichitkhun, & Wongwanich, 2014).

Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan bahwa siswa di Indonesia masih memiliki kemampuan literasi yang rendah. Berdasarkan hasil penelitian oleh PISA (*the program for internasional assessment*) dalam mengukur kemampuan literasi saintifik siswa di Indonesia dari tahun 2000 hingga tahun 2015 menunjukkan bahwa Indonesia berada pada peringkat 39 dari 41 Negara dengan skor 393 pada PISA tahun 2000, pada PISA tahun 2003 Indonesia berada pada peringkat 38 dari 48 Negara dengan skor 395 yang ikut serta (OECD, 2004), pada PISA 2006 Indonesia berada pada peringkat 50 dari 57 Negara dengan skor 393 (OECD,

2007), pada PISA 2009 Indonesia berada pada peringkat 60 dari 65 negara dengan skor 383 (OECD, 2010), sedangkan pada data PISA tahun 2012 dengan skor 382 Indonesia menduduki peringkat ke 64 dari 65 negara (Basam, Rusilowati, & Ridlo, 2017; OECD, 2014), dan pada tahun 2015 Indonesia berada pada ranking 62 dari 70 Negara yang ikut serta (OECD, 2016). Pada umumnya, siswa yang memiliki kemampuan literasi yang buruk (*Low International Brenchmark*) memiliki skor PISA dibawah 500 (Altun-Yalçın et al., 2011; Basam et al., 2017).

Ada banyak sekali materi yang dapat digunakan untuk mengukur kemampuan literasi saintifik siswa, tetapi pada penelitian ini peneliti menggunakan materi optik yang sangat erat dengan cahaya. Pemahaman yang baik mengenai bagaimana cahaya merambat dan interaksi cahaya itu sendiri dengan objek lain sangat dibutuhkan untuk mendalami fenomena dan berbagai teknologi di masa sekarang yang erat kaitannya dengan cahaya yaitu prinsip pemantulan dan pembiasan (Sutopo, 2014). Beberapa pendidik mengklaim bahwa pengetahuan tentang cahaya dan interaksinya dengan benda lain sangat diperlukan dalam mempelajari cabang-cabang sains lainnya (Goldberg & McDermott, 1986; Outtara & Boudaoné, 2012).

Agar siswa mampu bersaing di abad-21, maka siswa harus memiliki kemampuan literasi saintifik yang baik. Untuk memeriksa kemampuan siswa SMA apakah sudah siap bersaing di era pendidikan abad-21 peneliti melakukan penelitian menggunakan materi Optik dikarenakan yang berhubungan dengan konsep cahaya sangat erat kaitannya dengan cabang-cabang sains lainnya (Outtara & Boudaoné, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengukur literasi saintifik siswa SMA di Kerinci, sehingga mampu menjadi tolak ukur guru dalam mengembangkan literasi saintifik siswa SMA.

## METODE

Metode penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah metode survei. Peneliti menggunakan konsep materi optik dalam mengukur kemampuan literasi saintifik siswa dengan memberikan 11 soal atau pertanyaan yang berbentuk essay. Soal yang digunakan dalam mengukur kemampuan literasi saintifik siswa menurut taksonomi bloom berada pada level C3—C6. Penelitian ini disebarkan kepada siswa kelas XII SMA yang berjumlah 90 orang siswa. Setelah soal disebarkan, hasil penelitian kemudian dianalisis dengan mengacu pada (Shwartz, Ben-Zvi, & Hofstein, 2006), dimana kemampuan literasi saintifik dikategorikan dan dinilai berdasarkan tabel 1.

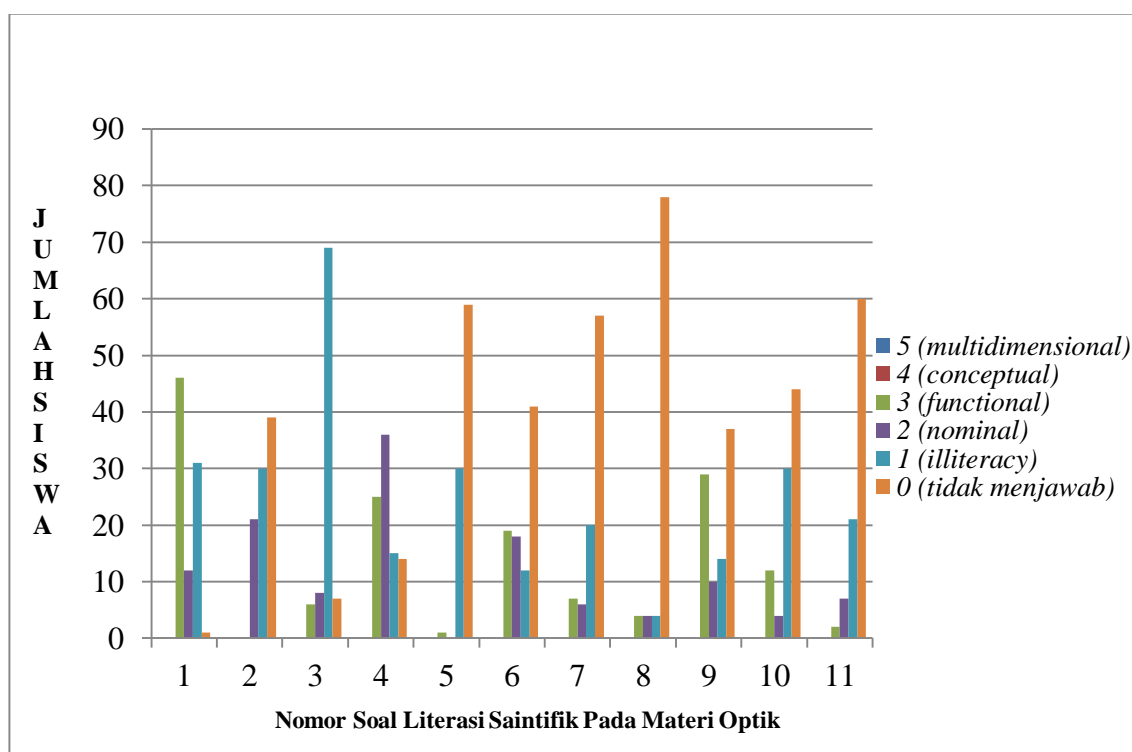
**Tabel 1. Kategori Tingkat Literasi Saintifik**

Skor	Kategori	Deskripsi
0	Tidak menjawab	Tidak memberikan jawaban, penjelasan atau alasan
1	<i>Illeteracy</i>	Jawaban tidak sesuai dengan pertanyaan yaitu jawaban salah atau konsep yang digunakan benar tetapi tidak sesuai dengan pertanyaan yang diminta.
2	Nominal	Jawaban yang diberikan menyebutkan konsep yang terkait dengan sains dan menjelaskan suatu pemahaman tertentu tetapi menunjukkan miskonsepsi.
3	<i>Functional</i>	Jawaban menjelaskan konsep dengan benar, tetapi jawaban menunjukkan pemahaman yang hanya sebatas itu karena siswa memiliki keterbatasan konsep, kosa kata dan pemahaman.
4	<i>Conceptual</i>	Jawaban mengembangkan beberapa pemahaman tentang skema konseptual utama dan menggabungkan skema untuk pemahaman umum mengenai sains.
5	Multidimensional	Jawaban menggabungkan pemahaman sains yang melampaui konsep disiplin ilmu dan prosedur ilmiah. Mencakup dimensi filosofi, historis dan social dari ilmu pengetahuan dan teknologi. Jawaban mengembangkan beberapa pemahaman dan apresiasi terhadap sains mengenai hubungannya dengan kehidupan sehari-hari mereka. Lebih khusus, siswa mulai membuat koneksi dalam disiplin ilmu antara sains dan isu besar dimasyarakat.

Selanjutnya setelah memberikan skor dan menganalisis sesuai dengan (Shwartz et al., 2006), dilakukan pengolahan data yang kemudian menentukan hasil rata-rata dari 90 siswa terhadap setiap pertanyaan yang diberikan. Berdasarkan hasil rata-rata tersebut, kemudian dilakukan analisis kembali untuk menentukan level literasi saintifik setiap soal yang sudah dikerjakan oleh siswa.

## HASIL

Berdasarkan hasil penelitian, skor siswa dalam menyelesaikan soal literasi saintifik tertinggi adalah pada poin 3 seperti yang tertera pada grafik di gambar 1. Dimana poin 3 ini menurut (Shwartz et al., 2006) dimaksudkan bahwa siswa memiliki kemampuan dengan kategori *functional* yang mana siswa hanya mampu menjelaskan konsep dengan benar, namun tidak mendalam. Hal ini juga menunjukkan bahwa siswa memiliki keterbatasan konsep, tidak mampu menyampaikan pendapat dengan baik atau keterbatasan kosa kata dan tidak memiliki pemahaman yang baik mengenai materi tersebut.



**Gambar 1. Grafik Level Literasi Sainifik Siswa**

Gambar 1 menunjukkan grafik jumlah siswa yang dianalisis berdasarkan level literasi saintifik yang mengacu pada (Shwartz et al., 2006), analisis ini dilakukan setelah siswa menjawab soal literasi saintifik pada materi optik. Gambar 1 menunjukkan bahwa tidak ada siswa yang mampu mencapai level *conceptual* dan level *multidimensional* pada semua soal. Berdasarkan grafik, jumlah siswa yang tidak mampu menjawab soal literasi saintifik lebih banyak daripada jumlah siswa yang berusaha menjawab, tetapi jawaban yang diberikan salah atau pada level *illiteracy*. Selain itu, gambar 1 juga menunjukkan bahwa level maksimal yang mampu dicapai siswa adalah level *functional*. Bahkan pada soal nomor 2 tidak ada siswa yang mampu mencapai level *functional*. Level *functional* menunjukkan bahwa siswa mampu menjawab soal sesuai dengan konsep yang terkait, tetapi siswa tidak mampu memaparkan dengan baik sehingga jawaban siswa hanya mampu menyebutkan konsep saja. Selain pada level *functional*, level tertinggi kedua setelahnya adalah level *nominal*. Grafik menunjukkan bahwa hampir semua soal terdapat siswa mampu mencapau level *nominal* kecuali soal nomor 5. Level *nominal* tertinggi berada pada soal nomor 3. Level literasi saintifik selanjutnya adalah level *illiteracy*, dari semua soal jumlah siswa terbanyak pada level ini terjadi pada soal nomor 3. Sedangkan jumlah tertinggi siswa tidak mampu menjawab soal adalah pada nomor 8. Selanjutnya, pada tabel 2 merupakan hasil rata-rata setiap soal yang telah diselesaikan oleh siswa. Pengategorian dilakukan dengan membulatkan bilangan.

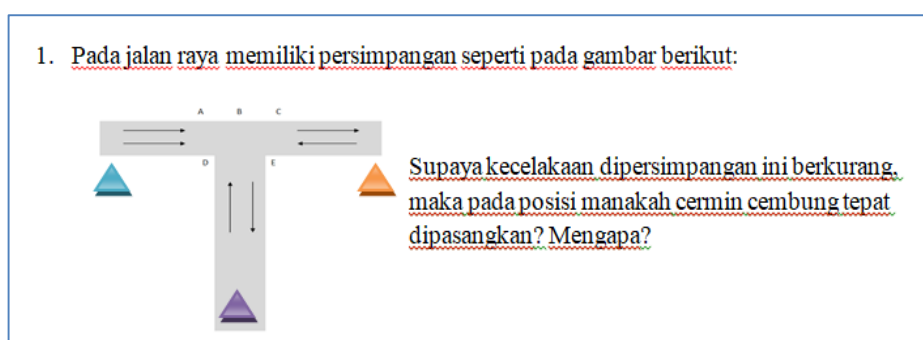
**Tabel 2. Hasil Rata-Rata Kemampuan Literasi Sainifik**

Butir soal	Skor rata-rata literasi saintifik sebelum dibulatkan	Skor rata-rata literasi saintifik setelah dibulatkan	Kategori
1	2.14	2	Nominal
2	0.8	1	Illiteracy
3	1.44	1	Illiteracy
4	1.8	2	Nominal
5	0.37	0	Tidak ada jawaban
6	1.67	2	Nominal
7	0.59	1	Illiteracy
8	0.27	0	Tidak ada jawaban
9	1.34	1	Illiteracy
10	0.82	1	Illiteracy
11	0.46	0	Tidak ada jawaban

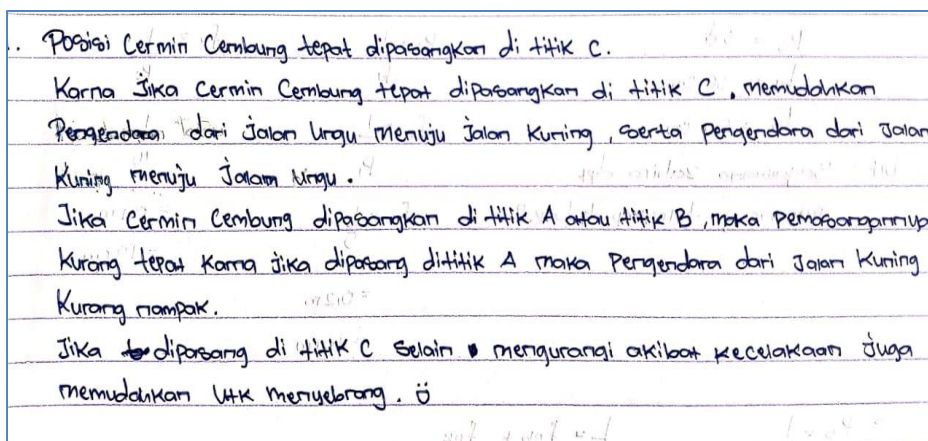
Hasil rata-rata kategori kemampuan literasi saintifik menunjukkan bahwa siswa SMA rata-rata hanya memiliki kemampuan literasi saintifik hingga kategori Nominal. Hal ini menunjukkan bahwa kebanyakan siswa SMA tidak memiliki pemahaman yang baik mengenai optik. Selain itu, kategori nominal ini juga menunjukkan bahwa siswa tidak mampu menyampaikan pendapatnya dengan baik sehingga banyak siswa mengalami miskonsepsi pada materi optik ini.

### PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa siswa SMA di Kerinci, Jambi memiliki literasi saintifik yang rendah. Hal ini dibuktikan dengan temuan analisis bahwa level tertinggi yang mampu dicapai oleh siswa adalah level *functional*. Padahal sudah kita ketahui bahwa pendidikan abad-21 adalah era pendidikan yang mengacu pada kemampuan literasi saintifik siswa (Altun-Yalçın et al., 2011; Correia et al., 2010; Dragoş & Mih, 2015; Fauville et al., 2015; Udompong & Wongwanich, 2014). Sebagai contoh dapat kita lihat hasil analisis soal nomor 1 dan 2. Temuan berdasarkan analisis soal nomor 1 menunjukkan bahwa kebanyakan siswa berada pada level *functional*. Soal nomor 1 pada gambar 1 menunjukkan bahwa siswa diberikan soal tantangan yang erat kaitannya dengan kehidupan sehari-hari siswa. Soal ini menguji siswa dalam memilih titik yang paling tepat untuk meletakkan cermin cembung jika kondisi jalanan dijelaskan pada gambar. kebanyakan siswa mampu menentukan titik yang paling tepat untuk meletakkan cermin cembung, tetapi siswa belum mampu menjelaskan dengan baik menggunakan diagram sinar. Jawaban siswa ini ditunjukkan pada gambar 2.



**Gambar. 1. Soal Literasi Saintifik Nomor 1**



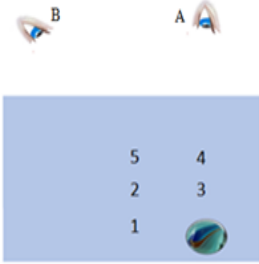
**Gambar 2. Jawaban yang diberikan siswa**

Padahal untuk soal nomor 1 ini, siswa diharapkan mampu menggunakan konsep pemantulan pada cermin cembung untuk menentukan titik yang tepat. Agar mampu menentukan titik yang tepat, siswa harus menggunakan diagram sinar di setiap titik. Jawaban yang diberikan siswa tampak bahwa siswa hanya menebak saja. Hal ini menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa menggunakan konsep pemantulan pada cermin cembung untuk menjawab pertanyaan.

Rendahnya literasi saintifik siswa juga ditunjukkan pada soal nomor 2, dimana siswa kebanyakan tidak mampu menjawab soal ini, dan level tertinggi yang mampu dicapai siswa adalah level nominal. Soal nomor 2 ini menguji kemampuan siswa mengenai penerapan konsep hukum Snellius pembiasan yang biasa ditemukan siswa dalam kehidupan sehari-harinya, misalnya fenomena yang mendekati soal nomor 2 ini adalah ketika hendak berenang.

2. Perhatikan gambar disamping!

Sebuah kelereng jatuh ke dalam wadah berisi air seperti gambar di samping. Pilihlah dimana seharusnya posisi bayangan benda yang terlihat jika diamati oleh 2 pengamat pada posisi yang berbeda seperti pada gambar? Mengapa? Buktikanlah dengan diagram garis !



Gambar 3. Soal No.2

Pada soal no. 2 ini, siswa tidak mampu menjawab dengan baik, tetapi siswa memberikan jawaban yang sedikit berkaitan dengan soal. Hal ini menunjukkan bahwa siswa memiliki miskonsepsi dalam materi optik geometri, terutama pada konsep pembiasan. Kategori *Nominal* ini menunjukkan bahwa siswa menjawab pertanyaan, tetapi jawaban yang diberikan belum tepat, namun jawaban yang diberikan siswa tersebut mengarahkan kepada konsep yang diinginkan. Jawaban yang diberikan siswa tampak hanya mengaitkan dengan pengalamannya saja. Hal ini menunjukkan bahwa literasi saintifik siswa yang rendah dikarenakan siswa hanya mengingat bahwa mengamati benda di dalam air sama halnya mereka ketika mengamati dasar kolam renang. Jawaban ini juga menunjukkan bahwa siswa sudah terbiasa dengan tantangan yang selalu berhubungan dengan memori ingatan. Hal ini merupakan akibat dari pembelajaran siswa di kelas sudah terbiasa hanya dilakukan dengan transfer ilmu pengetahuan dari guru ke siswa yang hanya dilakukan secara verbal (Primasari & Rohman, 2017).

Temuan ini menunjukkan bahwa pada tahun 2019 siswa SMA memiliki kemampuan literasi saintifik yang rendah pada materi optik. Selain temuan ini, rendahnya literasi saintifik siswa di tahun 2019 juga dipaparkan oleh hasil penelitian (Rahman, Abdurrahman, Kadaryanto, & Rusminto, 2015) yang mengukur kemampuan literasi saintifik siswa SMA di Banda Aceh. Rendahnya kemampuan literasi saintifik siswa dapat diakibatkan oleh proses pembelajaran di sekolah dan adanya miskonsepsi siswa. Rendahnya kemampuan literasi saintifik siswa menunjukkan bahwa siswa SMA masih sangat lemah kemampuannya untuk bisa bersaing di dunia pendidikan abad ke-21 saat ini. Karena literasi saintifik merupakan tujuan utama dalam dunia pendidikan sains saat ini (Altun-Yalçın et al., 2011; Correia et al., 2010; Dragoş & Mih, 2015; Fauville et al., 2015; Udompong & Wongwanich, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan tertinggi siswa SMA kelas XII hanya ada pada level *functional*, padahal untuk siswa SMA diharapkan sudah berada di level multidimensional, dimana siswa sudah mampu menjawab pertanyaan dengan baik, mampu menyampaikan pendapat dengan baik dengan menggunakan konsep yang dibutuhkan pada soal, dan siswa mampu pula membuktikan dengan diagram sinar untuk soal no. 1 dan 2. Berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan ada upaya lain dari peneliti ataupun pendidik untuk meningkatkan kemampuan literasi saintifik siswa SMA terutama pada materi Optik.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, tampak bahwa kemampuan literasi saintifik siswa SMA kelas XII pada materi Optik masih sangat rendah. Hal ini dibuktikan dengan kategori tertinggi dari nilai rata-rata siswa yang mampu dicapai oleh siswa adalah *nominal*. Siswa yang berada pada level nominal menunjukkan bahwa siswa belum memahami konsep optik dengan baik. Padahal literasi saintifik adalah tujuan utama pendidikan sains di era abad ke-21 saat ini. Pentingnya kemampuan literasi saintifik dalam pendidikan abad-21 saat ini, maka peneliti melakukan analisis kemampuan Literasi Sainifik siswa SMA kelas XII tahun 2019 terhadap materi Optik agar mampu menjadi tolak ukur peneliti lainnya untuk meningkatkan kemampuan literasi saintifik siswa. Diharapkan ada penelitian lanjutan mengenai literasi saintifik siswa terhadap materi optik di tingkat SMA. Misalnya, penelitian yang melatih siswa agar kemampuan literasi saintifik siswa pada materi alat optik dapat meningkat dengan memberikan solusi tertentu.

### DAFTAR RUJUKAN

- Afandi, A., Sajidan, S., Akhyar, M., & Suryani, N. (2018). A Framework of Integrating Environmental Science Courses Based to 21st Century Skills Standards for Prospective Science Teachers. *In AIP Conference Proceedings*, 020032. AIP Publishing.
- Altun-Yalçın, S., Açıklı, S., & Turgut, Ü. (2011). Determining the Levels of Pre-Service Science Teachers' Scientific Literacy and Investigating Effectuality of the Education Faculties about Developing Scientific Literacy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15(2011), 783–787.

- Basam, F., Rusilowati, A., & Ridlo, S. (2017). Analysis of Science Literacy Learning with Scientific Inquiry Approach in Increasing Science Competence of Students. *Journal of Primary Education*, 6(3), 174–184.
- Bauer, J. R., & Booth, A. E. (2019). Exploring Potential Cognitive Foundations of Scientific Literacy in Preschoolers: Causal Reasoning and Executive Function. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 275–284.
- Correia, P. R. M., do Valle, B. X., Dazzani, M., & Infante-Malachias, M. E. (2010). The Importance of Scientific Literacy in Fostering Education for Sustainability: Theoretical Considerations and Preliminary Findings from a Brazilian Experience. *Journal of Cleaner Production*, 18(7), 678–685. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2009.09.011>.
- Dragoş, V., & Mih, V. (2015). Scientific Literacy in School. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 209(July), 167–172.
- Fauville, G., Dupont, S., Von Thun, S., & Lundin, J. (2015). Can Facebook be used to Increase Scientific Literacy? A case study of the Monterey Bay Aquarium Research Institute Facebook page and ocean literacy. *Computers & Education*, 82, 60–73.
- Goldberg, F. M., & McDermott, L. C. (1986). Student Difficulties in Understanding Image Formation by a Plane Mirror. *The Physics Teacher*, 24(8), 472–481.
- Greenhow, C., Gibbins, T., & Menzer, M. M. (2015). Re-thinking Scientific Literacy Out-of-School: Arguing Science Issues in a Niche Facebook Application. *Computers in Human Behavior*, 53, 593–604. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.06.031>.
- Karim, S., Prima, E. C., Utari, S., Saepuzaman, D., & Nugaha, M. G. (2017). Reconstructing the Physics Teaching Didactic based on Marzano's Learning Dimension on Training the Scientific Literacies. *Journal of Physics: Conference Series* 812(1), 01210.
- OECD. (2014). What 15-Year-Olds Know and What They Can Do with What They Know. *PISA 2012 Results in Focus*. Paris: OECD.
- Outtara, F., & Boudaoné, B. (2012). Teaching and Learning in Geometrical Optics in Burkina Faso Third Form Classes: Presentation and Analysis of Class Observations Data and Students' Performance. *British Journal of Science*, 5(1), 83–103.
- Primasari, D., & Rohman, A. (2017). Analysis of Using Accrual Based Accounting System by The Theoretical Approach of Technology Acceptance Model 3: An Empirical Study in Indonesia. *International Journal of Business Accounting and Management*, 2(3), 16–28.
- Rahayu, S. (2017). Promoting the 21st Century Scientific Literacy Skills Through Innovative Chemistry Instruction. *AIP Conference Proceedings*, 020025. AIP Publishing.
- Rahman, B., Abdurrahman, A., Kadaryanto, B., & Rusminto, N. E. (2015). Teacher-Based Scaffolding as a Teacher Professional Development Program in Indonesia. *Australian Journal of Teacher Education*, 40(11), 67-78. [10.14221/ajte.2015v40n11.4](https://doi.org/10.14221/ajte.2015v40n11.4)
- Rannikmäe, M., Ait, K., Soobard, R., Reiska, P., & Holbrook, J. (2015). Students' Self-Efficacy and Values Based on A 21st Century Vision of Scientific Literacy-A Pilot Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 177(July 2014), 491–495.
- Shwartz, Y., Ben-Zvi, R., & Hofstein, A. (2006). The Use of Scientific Literacy Taxonomy for Assessing the Development of Chemical Literacy among High-School Students. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(4), 203–225.
- Turiman, P., Omar, J., Daud, A. M., & Osman, K. (2012). Fostering the 21st Century Skills Through Scientific Literacy and Science Process Skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 59(2012), 110–116.
- Udompong, L., Traiwichitkhun, D., & Wongwanich, S. (2014). Causal Model of Research Competency Via Scientific Literacy of Teacher and Student. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116(2014), 1581–1586.
- Udompong, L., & Wongwanich, S. (2014). Diagnosis of the Scientific Literacy Characteristics of Primary Students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116(2014), 5091–5096.