

## PROFIL LITERASI SAINS SISWA SMP DI KOTA TOMOHON PADA TOPIK PENCEMARAN LINGKUNGAN

### SCIENCE LITERACY PROFILE OF JUNIOR HIGH SCHOOL STUDENT'S IN THE CITY OF TOMOHON ON THE TOPIC OF ENVIRONMENTAL POLLUTION

Muhammad Rizky<sup>1</sup>, Jovialine A. Rungkat<sup>2</sup>, Anneke T. Rondonuwu<sup>3</sup>

#### ABSTRACT

<sup>1</sup>Universitas Negeri Manado Jalan  
Kampus Unima, Minahasa,  
Sulawesi Utara  
rizkyzero730@gmail.com

<sup>2</sup>Universitas Negeri Manado Jalan  
Kampus Unima, Minahasa,  
Sulawesi Utara  
jovialine\_rungkat@unima.ac.id

<sup>3</sup>Universitas Negeri Manado Jalan  
Kampus Unima, Minahasa,  
Sulawesi Utara  
anneketienneke@gmail.com

*This study aims to determine the science literacy profile of junior high school students in Tomohon City. Tomohon on the topic of environmental pollution. Descriptive with quantitative approach was the research method used in this study. The sample of this study amounted to 578 students consisting of 234 students of SMP 1 Tomohon, 169 students of SMP Negeri 3 Tomohon, 84 students of SMP Kristen Tomohon, 83 students of SMP Katolik Bunda Hati Kudus Wolouan, and 8 students of MTs. Mardhatillah Tomohon using purposive sampling technique. The research instrument used was a written test in the form of multiple choice. The results of this study showed that the science literacy profile of 578 junior high school students in Tomohon City on the topic of environmental pollution was in the range pollution is in the "medium" category with a percentage of 41.2%. The conclusion obtained in this study is the profile of science literacy of junior high school students in Tomohon City on the topic of environmental pollution is in the moderate category.*

**Keywords :** *science literacy, tomohon city, enviromental pollution*

## 1. PENDAHULUAN

Masyarakat global saat ini berada di tengah-tengah Revolusi Industri 4.0 yang ditandai dengan perkembangan digital seperti konektivitas, interaksi jaringan digital, dan kecerdasan buatan (AI). Perkembangan yang tidak bisa dihindari ini memerlukan persiapan sumber daya manusia yang tepat agar mampu bersaing di era ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini.<sup>[1]</sup> Ilmu pengetahuan dan teknologi terus berkembang pesat, sehingga masyarakat harus mampu beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan saat ini. Salah satu tantangan yang dihadapi abad ke-21 adalah literasi sains, atau disingkat "melek sains".<sup>[2]</sup>

Literasi sains merupakan suatu bentuk kemampuan menerapkan pengetahuan ilmiah dengan mengenali interaksi dengan sains, lingkungan, teknologi, dan masyarakat, mengambil keputusan, dan menarik kesimpulan. Bentuk interaksinya dapat melalui komunikasi dengan menggunakan pengetahuan ilmiah yang dijelaskan berdasarkan pengetahuan ilmiah yang diperoleh.<sup>[3]</sup> Berdasarkan hasil pemahaman tersebut, dapat disimpulkan bahwa literasi sains yang mempunyai arti sama dengan "melek sains" adalah suatu bentuk penerapan konsep-konsep sains dalam kehidupan sehari-hari.

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan oleh peneliti ke lima sekolah tersebut, peneliti mendapati bahwa belum pernah dilakukan analisis kemampuan literasi sains yang dimiliki oleh siswa. Hal ini sangat disayangkan mengingat literasi sains merupakan salah satu skill yang diperlukan pada abad ke-21 dimana literasi sains dapat menciptakan masyarakat yang memiliki kemampuan dalam berpikir logis, kreatif, mampu memecahkan masalah, mempunyai pemikiran kritis, menguasai teknologi dan mudah beradaptasi terhadap perubahan dan perkembangan zaman yang akan terus terjadi di masa yang akan datang. Oleh karena itu, pengukuran literasi sains penting untuk mengetahui tingkat literasi sains siswa agar dapat mencapai literasi sains yang tinggi atau baik sehingga kualitas pendidikan di Indonesia dapat meningkat dan dapat bersaing dengan Negara lain.<sup>[4]</sup> Kemampuan literasi sains diharapkan dapat berguna untuk penyelesaian masalah yang ada di sekitar kita, terutama pada topik

pencemaran lingkungan. Isu pencemaran lingkungan merupakan isu yang sudah ada sejak lama. Karena itulah, pemerintah Kota Tomohon mengeluarkan Peraturan Walikota Tomohon No. 31 Tahun 2019 tentang Penyelenggaraan Tomohon *Smart City* yang di dalamnya terkandung penjelasan bahwa Kota Tomohon harus memiliki keseimbangan antara pengelolaan lingkungan hidup dalam mewujudkan tata kelola lingkungan hidup kota yang baik, bertanggung jawab dan berkelanjutan.<sup>[5]</sup> Berdasarkan permasalahan dijelaskan sebelumnya, peneliti tertarik untuk meneliti profil literasi sains yang dimiliki oleh siswa SMP yang ada di Kota Tomohon pada topik pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dalam renstra (rencana strategi) tahun 2022 menargetkan pada tes PISA 2024 berikutnya pada nilai sains sebesar 402.<sup>[6]</sup>

## 2. KAJIAN PUSTAKA / METODOLOGI /PERANCANGAN

### Literasi Sains

PISA 2015 mendefinisikan literasi sains sebagai kemampuan untuk terlibat dengan sains, isu-isu terkait, dan dengan ide-ide sains melalui aktivitas-aktivitas manusia.<sup>[7]</sup> Penggunaan istilah “literasi sains” menggaris bawahi tujuan PISA tidak hanya untuk menilai apa yang siswa ketahui dalam sains, tetapi juga apa yang siswa lakukan dengan apa yang siswa ketahui mengenai sains, dan bagaimana siswa secara kreatif menerapkan pengetahuan ilmiah ke dalam situasi kehidupan nyata.<sup>[7]</sup> Berdasarkan *framework* PISA 2018 dinilai berdasarkan tiga domain, yaitu domain konteks, kompetensi, dan pengetahuan yang penjelasannya dapat disimak pada tabel 1.

**Tabel 1.** Domain literasi sains siswa pada *framework* PISA 2018

Domain Literasi Sains	Deskripsi Domian Literai sains
Konteks	Mengangkat isu-isu terkait dengan personal siswa, lokal/nasional atau dengan kehidupan global yang berkaitan dengan pengetahuan ilmiah. Konteksnya seperti kasus-kasus, sejarah, atau perkembangan teknologi yang dapat digunakan untuk menilai pemahaman siswa tentang proses dan praktik yang terlibat dalam memajukan pengetahuan ilmiah.
Kompetensi	Kemampuan menjelaskan fenomena secara ilmiah, kemampuan mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan kemampuan menafsirkan data secara ilmiah.
Pengetahuan	Berisi fakta dan teori yang membentuk gagasan ilmiah. Pengetahuan tersebut terdiri dari pengetahuan konten atau isi materi pembelajaran dan pengetahuan mengenai kehidupan alam di bumi serta berbagai teknologi sains (pengetahuan konten), kemudian pengetahuan tentang menjelaskan dan membuktikan segala sesuatu di dunia secara ilmiah (pengetahuan prosedural), dan pengetahuan konstruk untuk membangun pengetahuan sains, misalnya hipotesis, teori, dan observasi serta perannya untuk membenarkan pengetahuan yang dihasilkan oleh sains (pengetahuan epistemik).

Sumber: OECD<sup>[8]</sup>

Setiap domain literasi sains dapat dideskripsikan ke dalam tingkat kesukaran yang dikategorikan sebagai berikut:

- Rendah (Low). Melaksanakan prosedur satu langkah seperti mengingat fakta, istilah, prinsip/konsep atau menemukan satu titik informasi dari grafik atau tabel.

- b. Sedang (Medium). Menggunakan dan menerapkan pengetahuan konseptual untuk menggambarkan atau menjelaskan sebuah fenomena, memilih prosedur yang tepat, mengatur dan menampilkan data, atau menafsirkan/menggunakan kumpulan data atau grafik.
- c. Tinggi (High). Menganalisis informasi atau data yang kompleks, mensintesis atau mengevaluasi bukti, pembuktian dan penalaran berdasarkan dari berbagai sumber, mengembangkan rencana atau urutan langkah-langkah pendekatan suatu masalah.<sup>[8]</sup>

### **Pencemaran Lingkungan**

Pencemaran lingkungan adalah bentuk aktivitas atau kegiatan berupa dimasukkannya suatu makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam suatu lingkungan hidup yang menyebabkan terlampauinya baku mutu lingkungan. Adapun mengenai macam-macam pencemaran yang terjadi di lingkungan hidup antara lain:

- a. Pencemaran Air

Pencemaran air dapat terjadi ketika muncul penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal.<sup>[9]</sup> Pencemaran air dapat disebabkan oleh beberapa jenis pencemar antara lain pembuangan limbah industri seperti Pb, Hg, Zn, dan CO, pestisida dan residu pestisida, pembuangan limbah domestik, misalnya sisa deterjen hasil cucian dan masuk ke badan air, tumpahan minyak bumi di laut.<sup>[9]</sup>

- b. Pencemaran Udara

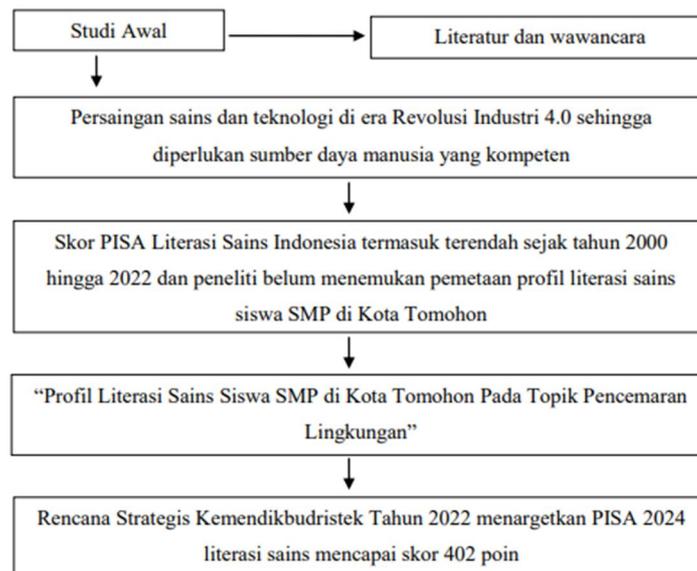
Perkins<sup>[8]</sup> menjelaskan bahwa pencemaran udara ialah hadirnya suatu kontaminan dalam udara atmosfer seperti debu, asap, gas, kabut, bau-bauan, dan uap dalam kualitas yang banyak dengan sifat dan lama berlangsungnya di udara, sehingga mendatangkan gangguan kepada manusia dan makhluk hidup lainnya. Bahan pencemar udara berupa senyawa belerang (SO<sub>x</sub> dan H<sub>2</sub>S), senyawa Nitrogen (NO<sub>2</sub>), Chloro Fluoro Carbon (CFC), karbon monoksida (CO), dan senyawa hidro Karbon (HC).

- c. Pencemaran Tanah

Kontaminasi pada tanah dan perairan diakibatkan oleh banyak penyebab termasuk limbah industri, limbah pertambangan, residu pupuk dan pestisida hingga bekas instalasi senjata kimia. Bentuk kontaminasi berupa berbagai unsur dan substansi kimia berbahaya yang mengganggu keseimbangan fisik, kimia, dan biologi tanah.<sup>[8]</sup>

Babak baru pencemaran lingkungan sekarang tidak hanya membahas dampak dalam skala kecil, melainkan skala global yaitu pemanasan global. Menghangatnya isu pemanasan global mengingat timbulnya dampak yang sangat besar terhadap kehidupan di dunia yang diduga menjadi penyebab terjadinya perubahan iklim dunia dengan berbagai akibat yang ditimbulkannya. Pemanasan global suatu fenomena global yang dipicu oleh kegiatan manusia terutama yang berkaitan penggunaan bahan fosil dan kegiatan alih 21 guna lahan. Kegiatan ini menghasilkan gas-gas yang semakin lama semakin banyak jumlahnya di atmosfer, terutama gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>). Gas CO<sub>2</sub> ini yang menjadi salah satu penyebab terjadinya pemanasan global melalui proses yang disebut efek rumah kaca.

## Kerangka Berpikir



Gambar 1. Kerangka Berpikir

### 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang peneliti gunakan adalah deskriptif dengan pendekatan kuantitatif dengan pengambilan data menggunakan instrumen tes pilihan ganda empat opsi yang diadopsi dari penelitian Sari<sup>[9]</sup> dan Penelitian dari Afriana<sup>[11]</sup>. Populasi dalam penelitian ini adalah siswa SMP di Kota Tomohon pada tahun ajaran 2023/2024. Sampel pada penelitian ini berjumlah 578 siswa SMP di Kota Tomohon yang terdiri dari 234 siswa SMP Negeri 1 Tomohon, 169 siswa SMP Negeri 3 Tomohon, 84 siswa SMP Kristen Tomohon, 83 siswa SMP Katolik Bunda Hati Kudus Woloan, dan 8 siswa MTs Mardhatillah Tomohon. Peneliti menggunakan teknik *purposive sampling*. Pertimbangan sampel pada penelitian ini adalah keterwakilan dari sekolah negeri dan swasta. Skor literasi sains yang diperoleh dihitung menggunakan persamaan di bawah ini:

$$NP_{(1)} = \frac{R_{(2)}}{SM_{(3)}} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan : NP (1) = Persentase skor hasil yang diharapkan

R (2) = Skor mentah yang diperoleh oleh siswa

SM (3) = Skor maksimum

Indikator untuk mengelompokkan tingkat literasi sains siswa menggunakan tabel 2.

Tabel 2. Persentase kriteria interpretasi literasi sains

Interval (%)	Kategori
66,6 – 100	Tinggi
33,3 – 66,59	Sedang
0 – 33,29	Rendah

Sumber: dimodifikasi dari Rahmawati<sup>[12]</sup>

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil

##### 1. Profil Literasi Sains Siswa SMP di Kota Tomohon Pada Topik Pencemaran Lingkungan

Berdasarkan hasil tes literasi sains yang telah diberikan, didapatkan hasil persentase profil literasi sains siswa secara umum yang tersaji pada tabel 3.

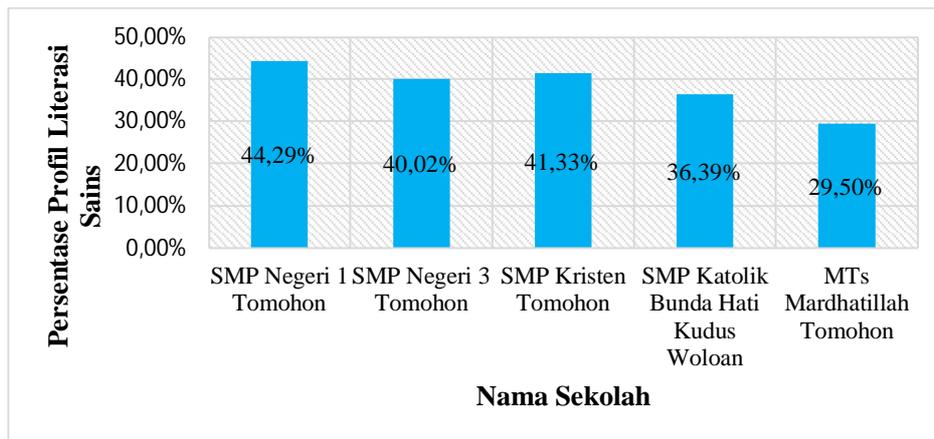
**Tabel 3.** Profil Literasi Sains 578 Siswa SMP di Kota Tomohon Pada Topik Pencemaran Lingkungan

No.	Kategori	Jumlah Siswa	Total Nilai	Rata-rata
1.	Rendah	191	4.980	0,086
2.	Sedang	351	16.192	0,28
3.	Tinggi	36	2.676	0,046
<b>Rata-rata Keseluruhan</b>				<b>0,412</b>

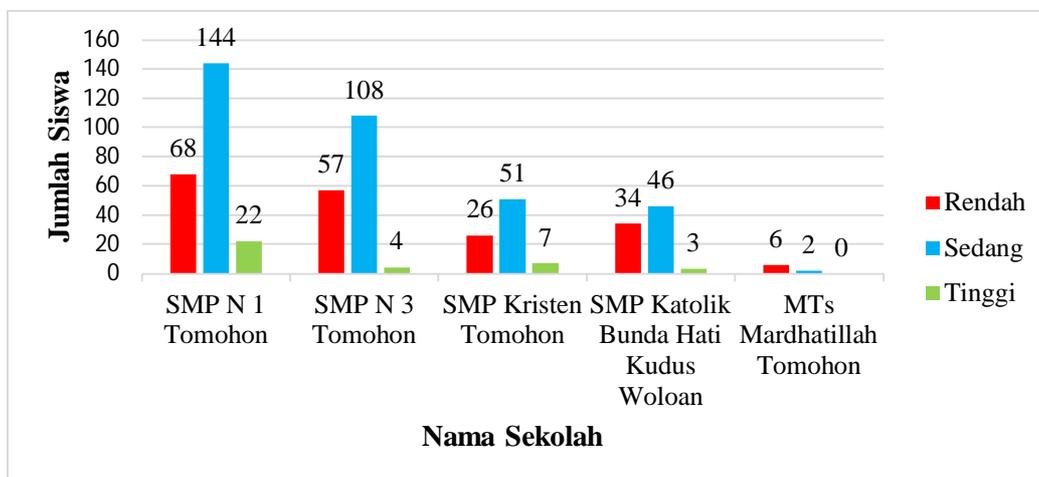
Dengan rata-rata keseluruhan yang diperoleh adalah 0,412, maka persentase yang didapatkan adalah 41,2%.

##### 2. Profil Literasi Sains Siswa Pada Masing-masing Sekolah

Berdasarkan hasil tes literasi sains yang telah diberikan, didapatkan profil literasi sains siswa yang tersaji pada gambar 2 dan gambar 3.



**Gambar 2.** Persentase profil literasi sains siswa pada masing-masing sekolah



**Gambar 3.** Pemetaan jumlah siswa pada masing-masing kategori literasi sains

### 3. Profil Literasi Sains Siswa Berdasarkan *Framework* PISA 2015/2018

Berdasarkan hasil tes literasi sains yang telah diberikan, didapatkan profil literasi sains siswa yang tersaji pada tabel 4.

**Tabel 4.** Profil Literasi Sains Siswa Berdasarkan *Framework* PISA 2015/2018

Domain Literasi Sains	Aspek Literasi	Rata-rata	Kategori
<b>Konteks</b>	Personal	0.401	Sedang
	Lokal/Nasional	0.488	Sedang
	Global	0.399	Sedang
<b>Rata-rata Konteks</b>		<b>0.429</b>	Sedang
<b>Kompetensi</b>	Menjelaskan fenomena secara ilmiah	0.441	Sedang
	Mengevaluasi dan merancang penyelidikan secara ilmiah	0.289	Rendah
	Menafsirkan data dan bukti secara ilmiah	0.502	Sedang
<b>Rata-rata Kompetensi</b>		<b>0.411</b>	Sedang
<b>Pengetahuan</b>	Konten	0.405	Sedang
	Prosedural	0.364	Sedang
	Epistemik	0.540	Sedang
<b>Rata-rata Pengetahuan</b>		<b>0.436</b>	Sedang
<b>Rata-rata Keseluruhan</b>		<b>0.425</b>	<b>Sedang</b>

Dengan rata-rata keseluruhan yang diperoleh adalah 0,425, maka persentase yang didapatkan adalah 42,5%.

### Pembahasan

Penelitian ini menggunakan tiga domain literasi sains berdasarkan *framework* PISA untuk mendeskripsikan profil literasi sains 578 siswa SMP di Kota Tomohon pada topik pencemaran lingkungan. Ketiga domain tersebut memiliki aspek-aspek penilaiannya masing-masing. Domain konteks memiliki aspek literasi sains personal, lokal/nasional, dan global. Domain pengetahuan memiliki aspek literasi menjelaskan fenomena secara ilmiah, mengevaluasi dan merancang penyelidikan ilmiah, dan menafsirkan data dan bukti secara ilmiah. Terakhir domain kompetensi memiliki aspek literasi konten, prosedural, dan epistemik.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa instrumen tes yang disajikan dalam bentuk pilihan ganda (empat opsi) dengan 25 butir soal. Instrumen tes tersebut diadopsi dari dua penelitian terdahulu yang telah valid dan reliabel. Soal yang disajikan pada instrumen merupakan soal dengan topik pencemaran lingkungan yang terdiri dari beberapa topik antara lain: pencemaran air, pencemaran tanah, pencemaran udara, hujan asam, efek rumah kaca, dan pemanasan global. Skor literasi sains yang didapatkan diolah menggunakan persamaan yang ada dan skor literasi sains dipetakan berdasarkan kategori yang telah tersedia.

#### 1. Deskripsi Profil Literasi Sains Siswa Secara Umum

Pada tabel 3, diketahui bahwa profil literasi sains siswa berada pada kategori sedang dengan persentase 41,2%. Jika dideskripsikan lebih rinci, maka profil literasi sains 351 siswa berada pada kategori sedang dengan persentase 28%, kemudian profil literasi sains 191 siswa berada pada kategori rendah dengan persentase 8,6%, dan profil literasi sains 36 siswa berada pada kategori tinggi dengan persentase 4,6%. Secara umum kategori profil literasi sains 578 siswa SMP di Kota Tomohon berada

pada kategori sedang, hal ini menunjukkan bahwa siswa sudah mampu dalam menggunakan dan menerapkan pengetahuan konseptual untuk menggambarkan atau menjelaskan sebuah fenomena, memilih prosedur yang tepat, mengatur dan menampilkan data, atau menafsirkan atau menggunakan kumpulan data atau grafik.<sup>[8]</sup>

## 2. Deskripsi Profil Literasi Sains Siswa Pada Masing-masing Sekolah

Pada gambar 2 dan gambar 3, didapatkan data bahwa profil literasi sains siswa SMP Negeri 1 Tomohon berada pada kategori sedang dengan persentase 44,29%, dimana sebanyak 144 siswa berada pada kategori sedang, 68 siswa berada pada kategori rendah, dan 22 siswa berada pada kategori rendah. Profil literasi sains siswa SMP Negeri 3 Tomohon berada pada kategori sedang dengan persentase 40,02%, dimana sebanyak 108 siswa berada pada kategori sedang, 57 siswa berada pada kategori rendah, dan 4 siswa berada pada kategori tinggi. Profil literasi sains siswa SMP Kristen Tomohon berada pada kategori sedang dengan persentase 41,33%, dimana sebanyak 51 siswa berada pada kategori sedang, 26 siswa berada pada kategori rendah, dan 7 siswa berada pada kategori tinggi. Profil literasi sains siswa SMP Katolik Bunda Hati Kudus Woloan berada pada kategori sedang dengan persentase 36,39%, dimana 46 siswa berada pada kategori sedang, 34 siswa berada pada kategori rendah, dan 3 siswa berada pada kategori rendah. Ini mengindikasikan bahwa siswa yang tersebar di empat sekolah tersebut dominan telah memiliki kemampuan dalam menggunakan dan menerapkan pengetahuan konseptual untuk menggambarkan atau menjelaskan sebuah fenomena, memilih prosedur yang tepat, mengatur dan menampilkan data, atau menafsirkan/menggunakan kumpulan data atau grafik.<sup>[8]</sup>

## 3. Deskripsi Profil Literasi Sains Siswa Berdasarkan *Framework* PISA 2015/2018

Tabel 4 menjelaskan profil literasi sains 578 siswa SMP di Kota Tomohon berdasarkan *framework* PISA berada pada kategori sedang dengan persentase 42,5%. Jika dideskripsikan lebih rinci, maka didapatkan data bahwa domain Pengetahuan memiliki rata-rata tertinggi dengan persentase 43,6%, kemudian Domain Konteks memiliki persentase 42,9%, terakhir Domain Kompetensi memiliki persentase 41,1%.

### a. Domain Konteks

Berdasarkan tabel 4 menjelaskan profil literasi sains 578 siswa SMP di Kota Tomohon pada Domain Konteks memiliki persentase 42,9% dan masuk pada kategori sedang dimana aspek Lokal/Nasional memiliki persentase tertinggi yaitu 48,8%, kemudian aspek Personal memiliki persentase 40,1%, terendah aspek Global memiliki rata-rata 39,9%. Ini mengindikasikan bahwa siswa sudah memahami isu-isu terkait dari IPA terkhusus pada topik pencemaran lingkungan dimana isu tersebut dominan kepada aspek lokal/nasional.<sup>[8]</sup>

### b. Domain Kompetensi

Tabel 4 menjelaskan profil literasi sains 578 siswa SMP di Kota Tomohon pada Domain Kompetensi memiliki persentase 41,1% dan masuk pada kategori sedang, dimana aspek Menafsirkan Data dan Bukti Secara Ilmiah memiliki persentase tertinggi, yaitu 50,2%, kemudian aspek Menjelaskan Fenomena Secara Ilmiah memiliki persentase 44,1%, dan terendah pada aspek Mengevaluasi dan Merancang Penyelidikan Secara Ilmiah dengan persentase 28,9 %. Dapat diartikan bahwa siswa sudah memiliki kemampuan dalam menilai bagaimana prosedur-prosedur dalam pengumpulan data dapat dibenarkan secara ilmiah dan siswa mampu menafsirkan data secara ilmiah dengan bukti-bukti pendukung yang telah dibenarkan secara ilmiah. Siswa juga sudah mampu dalam membangun representasi sederhana dari fenomena sehari-hari, kemudian menggunakan representasi ini untuk membuat prediksi yang tepat mengenai fenomena ilmiah. Sayangnya siswa masih kesulitan dalam memahami tujuan dari penyelidikan ilmiah, yang mana

untuk menghasilkan sebuah pengetahuan mengenai informasi-informasi yang diselidiki secara ilmiah.<sup>[8]</sup>

c. Domain Pengetahuan

Table 4 menjelaskan profil literasi sains 578 siswa SMP di Kota Tomohon pada Domain Pengetahuan berada pada kategori sedang dengan persentase 43,6%, dimana Pengetahuan Epistemik memiliki persentase tertinggi, yaitu 54%, kemudian Pengetahuan Konten memiliki persentase 40,5%, dan terendah Pengetahuan Prosedural dengan persentase 36,4%. Hal ini menjelaskan bahwa siswa memiliki kemampuan untuk dapat membangun pengetahuan sains, misalnya hipotesis, teori, dan observasi serta dan perannya untuk membenarkan pengetahuan yang dihasilkan oleh sains. Kemudian siswa menggunakan pengetahuan tersebut untuk menjelaskan perbandingan antara teori ilmiah dan hipotesis atau antara fakta ilmiah dan observasi. Siswa juga sudah memahami konten atau isi materi pembelajaran dan pengetahuan mengenai kehidupan alam di bumi serta berbagai teknologi sains yang terkait dengan disiplin ilmu seperti fisika, kimia, biologi, kebumihantaran dan ilmu ruang angkasa. Pengetahuan menjelaskan dan membuktikan segala sesuatu di dunia secara ilmiah, siswa masih berada dalam kategori yang rendah.<sup>[8]</sup>

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan profil literasi sains 578 siswa SMP di Kota Tomohon pada kategori “sedang” dengan persentase 41,2% yang dapat dirincikan sebagai berikut:

1. Profil literasi sains siswa SMP Negeri 1 Tomohon 44,29% (sedang), SMP Negeri 3 Tomohon 40,02% (sedang), SMP Kristen 41,33% (sedang), SMP Katolik Bunda Hati Kudus Woloan 36,39% (sedang), dan MTs Mardhatillah Tomohon 29,5% (rendah).
2. Berdasarkan *framework* PISA, profil literasi sains siswa berada pada kategori sedang dengan persentase 42,5%, pada Domain Konteks persentase berada di angka 42,9% (sedang), Domain Kompetensi berada di angka 41,1% (sedang), dan Domain Pengetahuan berada di angka 43,6% (sedang).

## UCAPAN TERIMAKASIH

Peneliti mengucapkan banyaki terima kasih kepada civitas akademika SMP Negeri 1 Tomohon, SMP Negeri 3 Tomohon, SMP Kristen Tomohon, SMP Katolik Bunda Hati Kudus Woloan, MTs Mardhatillah, dan dosen-dosen Universitas Negeri Manado yang sudah banyak membantu serta memberikan dukungan kepada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Lase, D. (2019). Pendidikan di Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Sunderman*, 1(1), 28–43.
- [2] Irawan, D. (2020). *Analisis Profil Kemampuan Literasi Sains Siswa Smp Di Kabupaten Ponorogo Ditinjau Dari Komunikasi Verbal Pada Tema Listrik Dinamis*. (Skripsi Sarjana, Insitut Agama Islam Negeri Ponorogo). <http://etheses.iainponorogo.ac.id/9063/>.
- [3] Situmorang, R. P. (2016). Integrasi Literasi Sains Peserta Didik Dalam Pembelajaran [ Sains. *Satya Widya*, 32(1), 49–56.
- [4] Pratiwi, S., N., Cari., & Aminah, N., S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi dan Pembelajaran Fisika (JMPF)*, 9(1), 34-42.
- [5] Kota Tomohon. (2019). Peraturan Walikota Tomohon Nomor 31 Tahun 2019 Tentang Penyelenggaraan Tomohon *Smart City*. Pemerintah Kota Tomohon: Tomohon..

- [6] Kemendikbudristek. (2022). Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan Dan Kebudayaan Nomor 22 Tahun 2020 Tentang Rencana Strategis Kementerian
- [7] OECD. (2016). PISA 2015 Results: Excellence and Equity in Education. OECD Publishing.
- [8] OECD. (2019). PISA 2018 Assessment and Analytical Framework, PISA. OECD Publishing.
- [9] Dewata, I., & Danhas, Y., H. (2023). *Pencemaran Lingkungan*. PT RAJAGRAFINDO PERSADA.
- [10] Sari, L., N., I., & Listiana, L. (2021). “Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Kemampuan Literasi Sains dan Hasil Belajar Siswa SMA Muhammadiyah 07 Surabaya”. *Pedago Biologi, Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 7(1), 61-73.
- [11] Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani. A. (2016). “*Project Based Learning Integrated to STEM to Enhance Elementary School’s Students Scientific Literacy*”. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia (JPPI)*, 5(1), 261-267.
- [12] Rahmawati, D., Rusilowati, A., & Hardyanto, W. (2021). The Effect of Practicum Activities on Improving Data Literacy for High School Students. *Physics Communication*, 5(37), 12– 17.
- [13] OECD. (2022). PISA 2022 RESULT, The State of Learning and Equity in Education. OECD Publishing.