

Peningkatan Literasi Sains Melalui Pendekatan *Brain-Based Learning*: Penelitian Tindakan Kelas

Fatikhatul Azmi Awalina*, Nidya Chandra Muji Utami, Yuli Rahmawati

Universitas Negeri Jakarta, Indonesia

*fatikhatulazmiawalina_9918820001@mhs.unj.ac.id

Abstract

The aim of this study is to improve the science literacy of elementary school students using a brain-based learning approach. The major problems found in this study include the inability of students to answer scientific questions relevant to real life, their inability to identify and interpret scientific texts, and their inability to apply knowledge in everyday life. Brain-based learning methods were chosen because they were based on the principle of brain work. It is expected that this approach will help students become more interested and interested in studying Natural Sciences (IPA). Class Action Research (PTK), which consists of various action cycles, is used. Planning, implementation, observation, and reflection are phases that are included in each cycle. Data is collected through science literacy assessment using essays and observations. Content, context, high-level thinking, and affective aspects are the literacy components studied. The study involved 30 students who were in the fifth grade of primary school. Students are better at identifying and interpreting scientific texts, answering scientific questions that are relevant to everyday life, and applying their knowledge to daily life. In addition, observations of student learning activity also show that students are more engaged and involved in the learning process. Students are more involved in discussions, questions, and experimental activities designed based on brain-based learning. In conclusion, the Brain-Based Learning approach is effective in improving students' science literacy.

Keywords: *Science Literation; Brain-based Learning; Classroom Action Research*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar dengan menggunakan pendekatan *brain-based learning*. Masalah utama yang ditemukan dalam penelitian ini termasuk ketidakmampuan siswa untuk menanggapi pertanyaan sains yang relevan dengan kehidupan nyata, ketidakmampuan mereka untuk mengidentifikasi dan menafsirkan teks sains, dan ketidakmampuan mereka untuk menerapkan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Pendekatan *brain-based learning* dipilih karena didasarkan pada prinsip kerja otak. Diharapkan bahwa pendekatan ini akan membantu siswa menjadi lebih tertarik dan tertarik untuk belajar Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Penelitian Tindakan Kelas (PTK), yang terdiri dari berbagai siklus tindakan, digunakan. Perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi adalah fase yang termasuk dalam setiap siklus. Data dikumpulkan melalui penilaian literasi sains yang menggunakan esai dan observasi. Konten, konteks, berpikir tingkat tinggi, dan aspek afektif adalah komponen literasi yang diteliti. Studi ini melibatkan 30 siswa yang berada di kelas V sekolah dasar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan pendekatan *brain-based learning* menghasilkan peningkatan signifikan dalam literasi sains siswa. Siswa lebih baik dalam mengidentifikasi dan menginterpretasikan teks ilmiah, menjawab pertanyaan sains yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, dan menerapkan pengetahuan mereka dalam kehidupan sehari-hari. Hasil tes literasi sains dari pretes hingga siklus ketiga menunjukkan peningkatan sebesar 25%. Selain itu, observasi aktivitas belajar siswa juga

menunjukkan bahwa siswa lebih terlibat dan terlibat dalam proses pembelajaran. Siswa lebih terlibat dalam diskusi, pertanyaan, dan kegiatan eksperimen yang dirancang berdasarkan *brain-based learning*.

Kata Kunci: Literasi sains; *Brain-based Learning*; Penelitian Tindakan Kelas

Pendahuluan

Pendidikan sains di sekolah dasar merupakan mata pelajaran wajib yang berperan penting sebagai dasar pengetahuan ilmiah siswa. Untuk membuat pendidikan sains lebih bermakna, pembelajaran abad ke-21 dianggap tepat diterapkan karena bertujuan agar siswa memiliki pengetahuan dan keterampilan yang dapat mendorong kreativitas (Karakas et al., 2015). Kurikulum dan metode pembelajaran abad ke-21 juga harus memungkinkan siswa untuk terus berkembang sehingga proses pembelajaran dapat muncul dari keinginan siswa sendiri dan bukan karena dipaksa. Oleh karena itu, guru diharapkan dapat menciptakan dan merancang lingkungan dan suasana pembelajaran yang tepat sasaran (Fraser, 2015; Darling-Hammond, 2020).

Sains adalah kunci penting untuk masa depan umat manusia (Yager, 1984). Dalam mempelajari sains, fokusnya adalah pada proses (Avikasari et al., 2018). Proses pembelajaran sains berfokus pada pengembangan kemampuan dan cara efektif untuk memperluas pengetahuan dan tanggung jawab sosial (Dragos dan Mih, 2015). Salah satu indikator keberhasilan pendidikan sains adalah meningkatnya literasi sains siswa. Hasil analisis Program for International Student Assessment (PISA) 2022 tentang matematika, sains, dan literasi yang dilakukan oleh Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) menunjukkan bahwa meskipun peringkat Indonesia meningkat, hasil survei PISA untuk Indonesia menunjukkan penurunan skor pada setiap mata pelajaran yang dinilai: membaca, matematika, dan sains. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pendidikan sains dan literasi sains di Indonesia masih rendah, sehingga ada kebutuhan yang signifikan untuk meningkatkan literasi sains (Betari et al., 2016).

Literasi sains adalah keterampilan penting yang harus dimiliki siswa. Pembelajaran sains memiliki peran penting dalam pengembangan potensi siswa untuk lebih siap memasuki dunia kehidupannya. Hal tersebut juga berkontribusi untuk mengembangkan kemampuan memahami dan menggunakan sains dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki tanggung jawab sosial (Rahmawati et al, 2020). Literasi sains dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk menguasai pengetahuan ilmiah, mengkomunikasikannya, dan menerapkannya untuk menyelesaikan masalah, sehingga mengembangkan tingkat kesadaran dan kepekaan yang tinggi terhadap diri sendiri dan lingkungan serta kemampuan untuk membuat keputusan berdasarkan pertimbangan ilmiah (Holbrook & Ramnikmae, 2009). Literasi sains melibatkan lebih dari sekadar membaca teks ilmiah. Menurut Norris & Phillips (2003), literasi adalah kemampuan membaca dan menulis teks ilmiah dengan cara yang kaya dan terstruktur. Literasi sains sangat terkait dengan kurikulum Merdeka yang memberikan fleksibilitas kepada pendidik untuk menciptakan pembelajaran berkualitas yang sesuai dengan kebutuhan dan lingkungan belajar siswa (Kemdikbud, 2024). Kurikulum Merdeka menekankan literasi dalam berbagai aspek termasuk literasi sains (Sakdiah & Jamilah, 2022). Menurut Toharudin dalam (Ristante et al., 2017) komponen literasi sains meliputi kemampuan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan menarik kesimpulan berdasarkan fakta, memahami alam, berkomunikasi secara lisan atau tertulis, dan membuat keputusan berdasarkan perubahan yang disebabkan oleh aktivitas manusia.

Pendidikan sains di Sekolah Dasar dianggap suboptimal karena hasil ujian siswa yang kurang memuaskan, terutama pada pertanyaan yang berkaitan dengan literasi sains.

Berdasarkan wawancara, observasi, dan pre-tes, beberapa masalah yang dicatat adalah: siswa kesulitan merespons pertanyaan sains yang terkait dengan kehidupan nyata, kurangnya kemampuan mengidentifikasi pertanyaan literasi sains, dan tidak mampu menafsirkan dan menerapkan makna teks dalam kehidupan sehari-hari. Pembelajaran IPA di lingkungan sekolah Islam Al Azhar BSD dinilai belum maksimal karena terdapat hasil yang kurang optimal pada nilai ujian siswa terutama pada soal yang berkaitan kemampuan literasi sains siswa. Berdasarkan pengamatan yang terjadi di kelas V dan dari hasil pre-tes soal literasi sains didapatkan hasil 80% dari 30 siswa atau sebanyak 24 siswa di kelas belum menjawab soal literasi sains dengan benar berdasar KKTP (kriteria ketercapaian tujuan pembelajaran). Apabila terus dibiarkan maka akan terjadi *science illiteracy* yakni kategori siswa yang tidak dapat menanggapi pertanyaan yang masuk akal tentang sains, siswa tidak memiliki kosakata, konteks, konsep dan kapasitas kognitif untuk mengidentifikasi pertanyaan ilmiah literasi sains (Shwartz, et. al, 2006).

Salah satu upaya untuk mengatasi masalah ini dalam penelitian ini adalah dengan fokus pada penyelesaian masalah literasi sains siswa melalui *brain-based learning*. Menurut Nurbaiti et al. (2022), kemampuan belajar dan perilaku anak sekolah dasar merupakan hasil dari proses belajar yang berlangsung dari waktu ke waktu. *Brain-based learning* diharapkan dapat meningkatkan literasi sains siswa bersamaan dengan meningkatnya minat dan antusiasme mereka dalam belajar sains. Menurut penelitian sebelumnya, *Brain-based learning* adalah strategi yang berpusat pada siswa yang difasilitasi oleh guru dengan memanfaatkan kemampuan kognitif siswa (Olaoluwa & Ayantoye, 2016). Strategi pengajaran ini didasarkan pada struktur dan fungsi otak dalam berbagai aspek seperti belajar, asimilasi, berpikir, dan mengingat (Uzezi & Jonah, 2017; Jensen, 2020).

Penelitian telah dilakukan tentang *brain-based learning* terfokus pada beberapa aspek pendidikan. Misalnya, penelitian oleh Kosar & Bedir (2018) menunjukkan bahwa menciptakan lingkungan belajar yang sesuai dengan prinsip *brain-based learning* memungkinkan retensi pengetahuan. Uzezi & Jonah (2017) menemukan bahwa *brain-based learning* lebih efektif dalam meningkatkan kinerja akademik, sikap, dan motivasi siswa. Khalil dan El-Nagar (2019) menemukan bahwa *brain-based learning* memfasilitasi dan mempercepat pengembangan keterampilan berbicara siswa. Sebuah penelitian oleh Akyurek & Afacan (2013) mengungkapkan bahwa *brain-based learning* secara signifikan meningkatkan kinerja siswa dalam pelajaran sains. Funa et al. (2024) menemukan melalui meta-analisis bahwa *brain-based learning* memiliki dampak positif yang signifikan terhadap pemahaman konseptual siswa. Murniati et al. (2023) menunjukkan bahwa *brain-based learning* mempengaruhi literasi sains siswa, penguasaan konsep, dan retensi. Penelitian ini dilakukan di SD Islam Al-Azhar dengan pendekatan *brain-based learning* dan PTK dengan tujuan untuk meningkatkan literasi sains siswa kelas V sekolah dasar.

Metode

Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dirancang untuk mengatasi kebutuhan empiris dalam meningkatkan literasi sains di kalangan siswa kelas lima di sekolah dasar melalui pendekatan *brain-based learning*. Penelitian ini mengadopsi model penelitian tindakan oleh Kemmis dan McTaggart. Model ini dipilih karena kesesuaiannya dalam membantu guru menerapkan ide penelitian ke dalam praktik kelas, memperbaiki praktik pendidikan, dan meningkatkan kualitas pendidikan melalui siklus reflektif. Model penelitian tindakan terdiri dari empat langkah: perencanaan, Tindakan yaitu perencanaan, tindakan, observasi, dan refleksi. Siklus ini diulang sampai penelitian mencapai peningkatan yang diinginkan dalam literasi sains. Pada

pelaksanaannya pendekatan *brain-based learning* diterapkan langsung oleh peneliti sementara guru lain bertindak sebagai observer. Jika hasilnya tidak memenuhi kriteria keberhasilan setelah satu siklus, rencana yang direvisi diterapkan pada siklus berikutnya. Partisipan pada penelitian ini adalah siswa kelas V di SD Islam Al-Azhar Bumi Serpong Damai dengan populasi berjumlah 30 siswa. SD Islam Al-Azhar Bumi Serpong Damai menggunakan Kurikulum Nasional yaitu kurikulum Merdeka dalam kegiatan belajar mengajarnya. Setelah data didapat dengan metode wawancara dan tes literasi sains lalu dianalisis, untuk memastikan validitas data penelitian ini menggunakan uji *Trustworthiness*.

Hasil dan Pembahasan

Hasil dan pembahasan terdiri dari tiga bagian utama yaitu analisis kondisi awal peserta didik yang dilanjutkan pelaksanaan pembelajaran, dan perkembangan literasi sains, sebagai berikut.

1. Analisis Kondisi Awal Peserta Didik

Penelitian dilaksanakan untuk memperbaiki literasi sains siswa pada aspek pengetahuan konten, konteks, keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan aspek afektif. Peneliti melakukan analisis literasi sains sebelum penerapan pendekatan *brain-based learning* dilakukan. Tes literasi sains dilakukan oleh peneliti untuk menentukan kemampuan awal siswa dalam literasi sains pada materi sistem pernapasan. Peneliti memberi tahu siswa bahwa meskipun mereka belum pernah mengikuti tes literasi sains sebelumnya, hal itu tidak menjadi masalah. Peneliti kemudian menjelaskan tujuan dari pre-tes kepada siswa. Awalnya, siswa menunjukkan berbagai reaksi ketika mengerjakan soal literasi sains. Beberapa siswa diam, beberapa bertanya tentang makna soal, dan banyak yang kesulitan menjawab pertanyaan terbuka seperti yang terdapat dalam tes literasi sains. Peneliti kembali memberi tahu siswa untuk menjawab pertanyaan literasi sains sesuai kemampuan mereka. Penilaian literasi sains dapat dilihat dari empat aspek: pengetahuan konten, konteks, keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan aspek afektif. Beberapa hasil yang diperoleh dari tes yang dilakukan:

- a. *Pengetahuan konten atau aspek konten* menunjukkan hasil 15 dari 30 siswa atau 50% siswa menjawab dengan benar. Siswa yang tidak menjawab dengan benar menulis jawaban yang bervariasi seperti bulu hidung berfungsi untuk menyaring kotoran, bulu hidung tidak berguna dalam proses pernapasan karena bulu hidung mengirimkan sinyal bau suatu objek. Untuk pertanyaan literasi sains tentang pengetahuan konten tentang fungsi hidung, banyak siswa yang menjawab bahwa hidung berfungsi dalam proses pernapasan sebagai alat pertukaran oksigen dan karbon dioksida.
- b. *Aspek konteks* menunjukkan hasil 6 siswa atau 20% siswa menjawab dengan benar dengan jawaban yang bervariasi seperti menyalin ulang informasi tabel yang diberikan dalam soal.
- c. *Aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi* menunjukkan hasil 8 siswa atau 26% siswa menjawab pertanyaan dengan benar. Siswa yang tidak menjawab dengan benar adalah mereka yang tidak dapat menjelaskan secara rinci fungsi salah satu organ sistem pernapasan dan memprediksi apa yang terjadi jika organ sistem pernapasan tersebut rusak atau terganggu.
- d. *Aspek afektif* menunjukkan hasil 20 siswa atau 66% siswa menjawab dengan benar pada pertanyaan tentang pencegahan penyakit pernapasan. Banyak siswa yang menjawab dengan benar pada pertanyaan ini karena mereka sudah memahami cara mencegah penyakit pernapasan sebagai bagian dari pengalaman mereka selama pandemi Covid-19.

Penilaian literasi sains siswa menunjukkan hasil yang bervariasi di empat aspek: pengetahuan konten (50% siswa menjawab benar), konteks (20% siswa menjawab benar), keterampilan berpikir tingkat tinggi (26% siswa menjawab benar), dan aspek afektif (66% siswa menjawab benar). Hasil ini mengindikasikan bahwa siswa memiliki pemahaman yang lebih baik dalam aspek afektif, terutama dalam pencegahan penyakit pernapasan, namun masih memerlukan peningkatan dalam memahami konteks dan mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, pengembangan dan peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi juga diungkapkan oleh Lu, et al (2021) merekomendasikan agar instruktur yang mengajar di lingkungan pembelajaran cerdas harus fokus pada peningkatan interaksi teman sebaya dan motivasi belajar, serta preferensi kelas cerdas dan strategi pembelajaran, untuk mengasah HOTS siswa (Lu et al., 2021).

2. Pelaksanaan Pembelajaran dengan Pendekatan *Brain-based Learning*

Literasi sains siswa pada hasil tes literasi sains dalam aspek pengetahuan konten, konteks, keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan aspek afektif masih di bawah 80% dari siswa. Hasil ini menunjukkan bahwa literasi sains siswa di kelas V harus ditingkatkan. Peneliti bertujuan untuk meningkatkan jumlah siswa yang memiliki literasi sains yang meningkat pada setiap siklus. Dalam penelitian ini, tindakan kelas dilakukan sesuai dengan modul ajar yang dirancang oleh peneliti. Belajar mengajar dilakukan sesuai dengan sintaks atau langkah-langkah *brain-based learning* yang dipilih oleh peneliti. Eric Jensen (Jensen, 2020) menyatakan bahwa perencanaan pembelajaran *brain-based learning* terdiri dari tujuh tahap yaitu *Pra-exposure* atau prapemaparan, *preparation* atau persiapan, *Initiation and Acquisition* atau inisiasi atau akuisi, *elaboration* atau elaborasi, *Incubation and Memory Encoding* atau inkubasi dan memasukkan memori, *Verification and Confidence Check* atau tahap Verifikasi dan Pengecekan Keyakinan dan *Celebration and Integration* dan tahap Selebrasi dan Integrasi. Perbedaan tahapan pembelajaran pada setiap siklus dilakukan sebagai berikut:

Tabel 1. Perbedaan Tahapan Pembelajaran Pada Setiap Siklus

No	Tahapan Pembelajaran	Siklus I	Siklus II	Siklus III
1	Pra pemaparan	Siswa dan guru bersama-sama membaca do'a, melakukan absensi, dan mengkondisikan peserta didik untuk siap mengikuti kegiatan pembelajaran.	Sama dengan Siklus I, dengan penambahan pernyataan harapan positif kepada siswa dan siswa untuk menyuarakan harapan mereka juga.	Sama dengan Siklus II, dengan penekanan lebih pada kegiatan ice breaking dan relaksasi.
2	Persiapan	Menyusun modul ajar, memilih media dan materi pembelajaran, menyiapkan instrumen penelitian.	Rolling anggota kelompok, menggunakan media baru.	Tambahan pada tahap elaborasi dan inisiasi.
3	Inisiasi dan Akuisisi	Siswa mengamati media augmented reality tentang sistem pernafasan lalu menonton video tentang	Sama dengan Siklus I, dengan penambahan model sistem pernafasan yang dibuat oleh	Sama dengan Siklus II, dengan penyederhanaan proses dan penekanan pada

No	Tahapan Pembelajaran	Siklus I	Siklus II	Siklus III
		bagaimana sistem pernafasan bekerja.	siswa dalam kelompok.	aktivitas yang lebih santai.
4	Elaborasi	Siswa melakukan game "sistem pernafasan" dan mempresentasikan hasil diskusi tentang sistem pernafasan.	Penekanan lebih pada tahap elaborasi dengan kegiatan presentasi dan diskusi yang lebih hidup.	Diskusi ringan dan kegiatan santai seperti mewarnai sistem pernafasan.
5	Inkubasi	Siswa melakukan ice breaking dan rehat sejenak, kemudian mendengarkan musik sambil menulis catatan kecil.	Sama dengan Siklus I, dengan penambahan kuis sebagai latihan bentuk pengingat atas materi yang telah diajarkan.	Tanya jawab singkat dan penghargaan bagi siswa yang aktif menjawab.
6	Verifikasi dan Pengecekan Keyakinan	Siswa menulis jurnal berupa refleksi selama pembelajaran tentang apa yang telah mereka pelajari.	Sama dengan Siklus I, dengan penekanan pada diskusi dan presentasi kelompok.	Sama dengan Siklus II, dengan penekanan lebih pada tanya jawab dan refleksi individual.
7	Perayaan dan Integrasi	Guru bersama siswa melakukan tepuk tangan dan sorak sorai untuk mengakhiri pembelajaran, kemudian guru memberi ungkapan positif kepada siswa.	Sama dengan Siklus I, dengan penambahan penghargaan bagi siswa yang berpartisipasi aktif.	Sama dengan Siklus II, dengan penekanan lebih pada penguatan positif dan pemberian penghargaan.

Tahapan tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

a. *Pre-exposure* (Tahap Pra-pemaparan).

Tahap ini yang membantu otak membuat peta konseptual yang lebih baik dan memberi alasan kepada otak tentang pembelajaran baru sebelum benar-benar mempelajarinya. Pada tahap ini, sebelum pembelajaran dimulai, guru menampilkan peta konsep tentang topik yang akan dipelajari. Selain itu, guru harus berinteraksi dengan siswa mereka sehingga mereka merasa nyaman dengan guru mereka. Salah satu cara untuk melakukan ini adalah dengan memberi tahu siswa tentang tujuan pembelajaran senam otak. Misalnya, guru dapat meminta siswa menuliskan nama mereka pada kertas dengan menggunakan tangan kanan dan kiri secara bersamaan.

b. *Preparation* (Persiapan)

Tahap ini dilakukan dengan guru menjelaskan topik yang akan dipelajari dan mengaitkannya dengan kehidupan sehari-hari. Fase ini menciptakan minat.

c. *Initiation and Acquisition* (Tahap Inisiasi dan Akuisisi)

Tahap ini dilakukan dengan prinsip neuron-neuron berkomunikasi satu sama lain, atau mereka membuat koneksi. Pada tahap ini, guru membagi siswa menjadi beberapa kelompok, dan siswa bergabung dengan teman-temannya masing-masing dalam kelompok mereka masing-masing. Setelah itu, guru memberikan lembar kerja kepada

setiap kelompok untuk dipelajari sebelum dipenuhi. Setelah itu, siswa berbicara tentang lembar kerja tersebut dengan teman-teman mereka di kelompok mereka untuk mengisikannya.

d. *Elaboration* (Tahap Elaborasi)

Tahap ini dilakukan dengan prinsip memberi otak kesempatan untuk memikirkan, menganalisis, menguji, dan memperdalam pengetahuan. Pada tahap ini, siswa mempresentasikan hasil diskusi kelompok di depan kelas, sementara siswa lain memperhatikan dan memberikan pertanyaan atau tanggapan. Diharapkan dari hasil diskusi ini, siswa dapat menemukan solusi untuk masalah yang ada di lembar kerja mereka. Oleh karena itu, guru harus membantu siswa berbicara agar diskusi berjalan lancar. Pada tahap ini, pembelajaran membutuhkan kemampuan berpikir logis.

e. *Incubation and Memory Encoding* (Inkubasi dan Encoding Memori)

Fase ini menekankan betapa pentingnya waktu untuk mengulang kembali dan istirahat. Pada tahap ini, siswa menonton video yang dapat mendorong mereka untuk belajar sambil melakukan peregangan. Selama pembelajaran, guru juga dapat memberikan tes pemahaman yang berkaitan dengan materi yang dipelajari.

f. *Verification and Confidence Check* (Tahap Verifikasi dan Pengecekan Keyakinan)

Pada tahap ini, guru mengevaluasi pemahaman siswa tentang materi yang telah dipelajari. Mereka juga perlu mengetahui apakah mereka benar-benar memahami materi. Pada tahap ini, instruktur dapat memberikan soal latihan yang lebih kompleks. Kemudian, guru dan siswa mengevaluasi pekerjaan siswa.

g. *Celebration and Integration* (Tahap Selebrasi dan Integrasi). Melibatkan emosional sangat penting untuk membuat fase ini lebih menggembirakan dan menyenangkan. Semua aspek penting dari kecintaan terhadap belajar ditanamkan pada tahap ini. Pada tahap ini, siswa dengan bantuan guru menyimpulkan materi yang mereka pelajari baru-baru ini. Selanjutnya, guru memberikan PR (Pekerjaan Rumah) kepada siswa dan memberi tahu mereka tentang materi yang akan dibahas pada pertemuan berikutnya. Sebagai penutup, guru dan siswa melakukan acara kecil bersama, seperti bersorak dan bertepuk tangan.



Gambar 1. Kegiatan Pembelajaran dengan *Brain-Based Learning*

Hasil observasi dan refleksi pembelajaran *brain-based learning* Sebagian besar siswa mengungkapkan bahwa pembelajaran menjadi lebih menyenangkan; waktu belajar IPA terasa menjadi lebih singkat; tidak membosankan, terdapat beberapa siswa yang mengungkapkan belajar menjadi lebih rumit dan siswa lainnya berpendapat merasa biasa saja.



Gambar 2. Kegiatan Pembelajaran dengan *Brain-Based Learning*

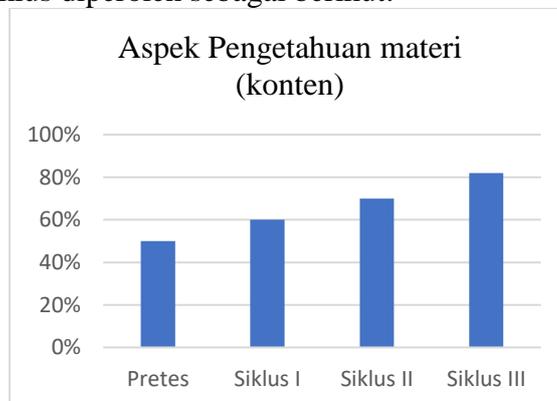
Secara keseluruhan penerapan tahapan *brain-based learning* membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif, menyenangkan, dan efektif, meskipun beberapa siswa masih merasa tantangan dalam memahami materi.

2. Peningkatan Literasi Sains

Pada setiap siklus, setelah kegiatan pembelajaran yang sesuai berdasarkan sintaks pembelajaran yang berbasis *brain-based learning* dilaksanakan, siswa diuji dengan esai untuk mengevaluasi tingkat literasi sains mereka. Hasil dan pembahasan tes literasi sains untuk setiap siklus dibawah berikut ini:

a. Aspek Pengetahuan Materi (Konten)

Pembelajaran dilakukan untuk memastikan bahwa siswa memperoleh pengetahuan yang mendalam serta keterampilan untuk menginterpretasi dan mengaplikasikan pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Peneliti memilih materi sistem pernafasan yang sesuai dengan kurikulum merdeka. Pada proses awal pembelajaran peneliti memberi tahu siswa tentang subjek yang akan dipelajari. Kemudian siswa mengeksplorasi dunia nyata dengan melakukan percobaan, pengamatan, atau penelitian. Melalui diskusi kelas dapat membantu siswa menyampaikan apa yang mereka lihat atau temukan selama kegiatan eksplorasi. Peneliti juga menjelaskan konsep ilmiah yang lebih kompleks dengan menggunakan model dan simulasi. Berdasarkan hasil analisis pada setiap siklus diperoleh sebagai berikut:



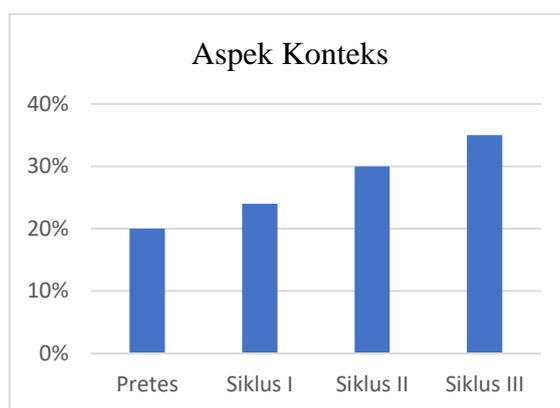
Gambar 3. Hasil Tes Literasi Sains Aspek Konten Pada Setiap Siklus

Proses *brain-based learning* yang dilakukan dalam Siklus 1 menunjukkan perubahan positif dengan peningkatan Literasi Sains aspek materi (konten) sebesar 10% atau 10 siswa mencapai kriteria kompetensi minimum (KKM). Berdasarkan data yang diperoleh dapat dilihat bahwa peningkatan aspek literasi sains pada konteks dan keterampilan berpikir tingkat tinggi masih rendah pada siklus I sebesar 60%. Selanjutnya

perbaikan dilakukan pada siklus II berdasarkan hasil refleksi pada siklus sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan bahwa *brain-based learning* meningkatkan pemahaman siswa tentang materi sistem pernafasan, dengan peningkatan 10% dari siklus I ke siklus II. Hal ini disebabkan oleh penggunaan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan penguatan konsep melalui kegiatan praktis yang relevan (Ibrahim, 2007). Selanjutnya pada siklus III diperoleh peningkatan lebih lanjut, di mana pengetahuan konten siswa meningkat signifikan menjadi 82%. Ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan *brain-based learning* efektif dalam meningkatkan pengetahuan konten siswa dengan peningkatan total sebesar 32% dari pretes. Karena adanya adaptasi metode pembelajaran berdasarkan umpan balik dari setiap siklus dan peningkatan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, hasil yang dicapai semakin baik.

b. Aspek Konteks

Kemampuan siswa untuk memahami dan menerapkan konsep ilmiah dalam konteks kehidupan sehari-hari termasuk aspek konteks dalam literasi sains. Ini mencakup pemahaman bagaimana sains dapat digunakan untuk memecahkan masalah praktis dan bagaimana sains berinteraksi dengan elemen sosial, ekonomi, dan lingkungan (Shwartz, 2016).

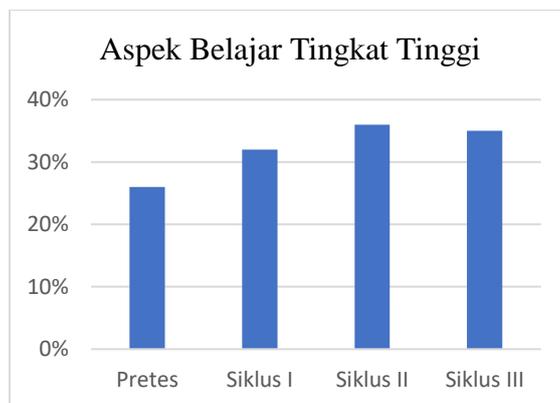


Gambar 4. Hasil Tes Literasi Sains Aspek Konteks

Proses *brain-based learning* yang dilakukan dalam Siklus 1 menunjukkan perubahan positif dengan peningkatan Literasi Sains aspek konteks sebesar 4% dari 20% pada pretes menjadi 24% pada siklus I. Meskipun peningkatan ini relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa *brain-based learning* mampu meningkatkan pemahaman konteks siswa. Namun, penyesuaian metode atau pendekatan yang lebih baik mungkin diperlukan untuk mencapai peningkatan yang lebih besar di siklus berikutnya. Selanjutnya, pada Siklus II, aspek konteks literasi sains meningkat lagi menjadi 30%, menunjukkan peningkatan sebesar 6% dari Siklus I. Ini mengindikasikan bahwa *brain-based learning* memberikan hasil yang baik dan meningkatkan pemahaman konteks siswa secara berkelanjutan. Pada Siklus III, terdapat peningkatan lebih lanjut sebesar 5% dari Siklus II dan peningkatan sebesar 15% dari pretes, sehingga pemahaman konteks siswa mencapai 35%. Siklus III menunjukkan hasil yang paling signifikan dengan peningkatan total sebesar 15% dari pretes. Peningkatan ini menunjukkan bahwa *brain-based learning* memberikan hasil positif yang signifikan dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konteks ilmiah dalam kehidupan sehari-hari.

c. Aspek Belajar Tingkat Tinggi

Keterampilan belajar/berpikir tingkat tinggi dalam literasi sains mencakup kemampuan siswa untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan berdasarkan konsep-konsep ilmiah. Ini melibatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, serta kemampuan untuk memecahkan masalah kompleks dan membuat keputusan berdasarkan bukti ilmiah Shwartz (2016). Berikut hasil tes literasi sains aspek belajar tingkat tinggi:

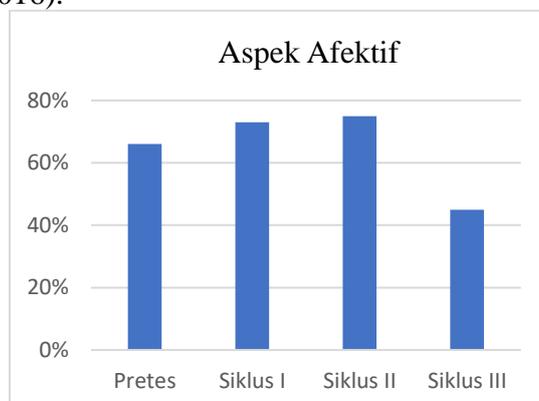


Gambar 5. Hasil Tes Literasi Sains Aspek Belajar Tingkat Tinggi

Proses *brain-based learning* yang dilakukan dalam Siklus 1 menunjukkan perubahan positif dengan peningkatan Literasi Sains aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi sebesar 6% atau 6 siswa mencapai kriteria kompetensi minimum (KKM). Berdasarkan data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa peningkatan keterampilan berpikir tingkat tinggi masih rendah pada siklus I sebesar 32%. Selanjutnya, perbaikan dilakukan pada siklus II berdasarkan hasil refleksi pada siklus sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan bahwa *brain-based learning* meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa tentang konsep ilmiah, dengan peningkatan 4% dari siklus I ke siklus II. Hal ini disebabkan oleh penggunaan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan penguatan konsep melalui kegiatan praktis yang relevan. Selanjutnya pada siklus III diperoleh peningkatan lebih lanjut, di mana keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa meningkat signifikan menjadi 45%. Ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan *brain-based learning* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dengan peningkatan total sebesar 19% dari pretes. Karena adanya adaptasi metode pembelajaran berdasarkan umpan balik dari setiap siklus dan peningkatan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, hasil yang dicapai semakin baik.

d. Aspek Afektif

Aspek afektif dalam literasi sains mencakup sikap, minat, motivasi, dan nilai-nilai yang dipegang siswa terkait dengan sains. Ini melibatkan bagaimana siswa merasakan dan merespons pembelajaran sains, termasuk minat mereka terhadap subjek, motivasi untuk belajar, dan apresiasi terhadap pentingnya ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari Shwartz (2016).



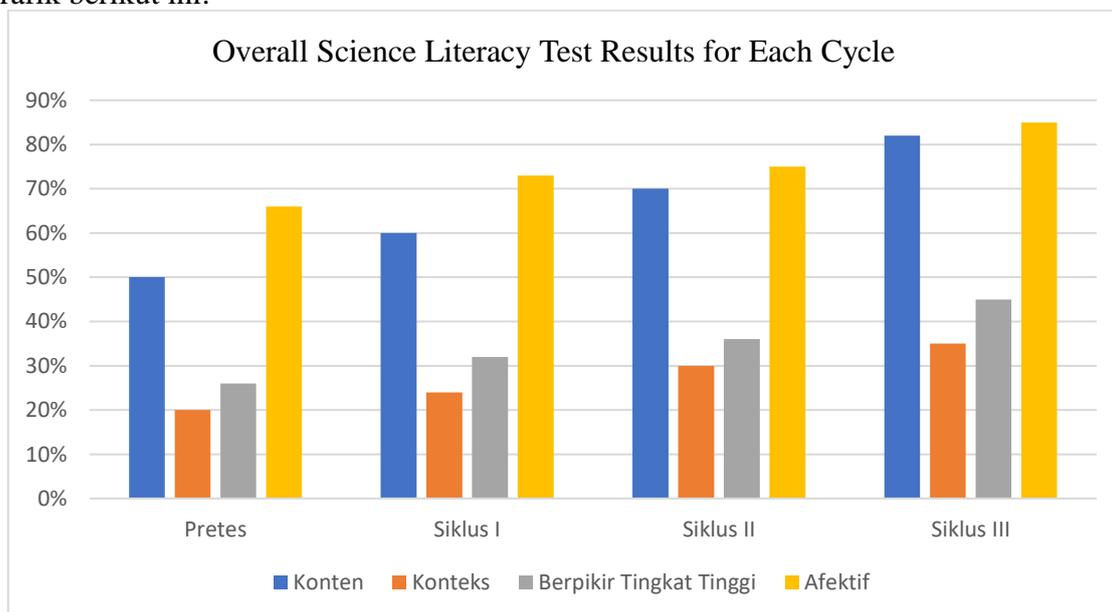
Gambar 6. Hasil Tes Literasi Sains Aspek Afektif

Proses *brain-based learning* yang dilakukan dalam Siklus 1 menunjukkan perubahan positif dengan peningkatan Literasi Sains aspek keterampilan berpikir tingkat tinggi sebesar 6% atau 6 siswa mencapai kriteria kompetensi minimum (KKM). Berdasarkan data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa peningkatan keterampilan berpikir

tingkat tinggi masih rendah pada siklus I sebesar 32%. Selanjutnya, perbaikan dilakukan pada siklus II berdasarkan hasil refleksi pada siklus sebelumnya. Peningkatan ini menunjukkan bahwa *brain-based learning* meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan analitis siswa tentang konsep ilmiah, dengan peningkatan 4% dari siklus I ke siklus II. Hal ini disebabkan oleh penggunaan metode pembelajaran yang lebih interaktif dan penguatan konsep melalui kegiatan praktis yang relevan. Selanjutnya pada siklus III diperoleh peningkatan lebih lanjut, di mana keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa meningkat signifikan menjadi 45%. Ini menunjukkan bahwa pembelajaran dengan *brain-based learning* efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa dengan peningkatan total sebesar 19% dari pretes. Karena adanya adaptasi metode pembelajaran berdasarkan umpan balik dari setiap siklus dan peningkatan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran, hasil yang dicapai semakin baik.

Proses *brain-based learning* yang diterapkan menunjukkan peningkatan signifikan dalam berbagai aspek literasi sains siswa, termasuk pengetahuan materi, konteks ilmiah, keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan aspek afektif. Metode pembelajaran yang interaktif dan penguatan konsep melalui kegiatan praktis relevan telah berhasil meningkatkan pemahaman siswa tentang materi sistem pernafasan, kemampuan menghubungkan konsep ilmiah dengan kehidupan sehari-hari, serta keterampilan berpikir kritis dan kreatif. Selain itu, pendekatan ini juga berdampak positif pada sikap, minat, dan motivasi siswa terhadap sains, menunjukkan bahwa *brain-based learning* efektif dalam meningkatkan literasi sains secara komprehensif.

Secara keseluruhan hasil tes literasi sains pada setiap siklus dapat dilihat pada grafik berikut ini:



Gambar 7. Hasil Tes Literasi Keseluruhan pada Setiap Siklus

Peningkatan literasi sains diperoleh pada setiap siklus. Hasil evaluasi dalam Siklus I akan digunakan sebagai acuan untuk tindakan lebih lanjut. Berdasarkan observasi dalam Siklus I, terdapat hasil positif dengan peningkatan persentase literasi sains siswa dari hasil pre-tes sebesar 20% menjadi 30%. Meskipun terdapat hasil positif, hal ini tidak dapat dikatakan berhasil sesuai yang diharapkan karena peningkatan literasi sains siswa masih rendah hanya sebesar 10%. Evaluasi tindakan dalam Siklus I adalah: a) Siswa tidak antusias dalam mengikuti pembelajaran. b) Siswa kurang termotivasi untuk bertanya atau menjawab pertanyaan. c) Siswa cenderung bekerja secara individu dan tidak saling membantu dalam kelompok. d) Siswa masih enggan mengungkapkan pendapat selama diskusi kelompok. Selain itu berikut ini adalah analisis yang dilakukan selama proses

pembelajaran dan elemen yang mendukung pembelajaran peningkatan literasi sains: a) Lingkungan Pembelajaran yang Mendukung: Analisis: Peningkatan dalam aspek pengetahuan konten dan afektif menunjukkan bahwa lingkungan pembelajaran yang diterapkan mendukung stimulasi otak secara optimal. Lingkungan pembelajaran yang menarik dan mendukung dapat membuat siswa focus hal ini sejalan dengan (Cayubit, 2022). b) Pembelajaran Sosial (*Social Learning*): Analisis: Menurut teori *brain-based learning*, interaksi sosial sangat penting dalam proses pembelajaran. Peningkatan aspek konteks dan belajar tingkat tinggi dapat dikaitkan dengan kegiatan belajar kelompok dan diskusi yang efektif. Data menunjukkan bahwa manfaat interaksi sosial dalam pembelajaran. c) Pembelajaran Aktif (*Active Learning*): Analisis: Pembelajaran aktif melalui kegiatan praktis dan diskusi meningkatkan keterlibatan dan retensi siswa, yang tercermin dalam peningkatan hasil di semua aspek, terutama pada pengetahuan konten. Data: Peningkatan nilai tinggi di setiap aspek bahwa siswa lebih aktif. d) Umpan Balik yang Tepat Waktu (*Timely Feedback*): Analisis: Memberikan umpan balik yang cepat dan spesifik membantu memperkuat pembelajaran dan meningkatkan hasil akademik siswa. Data: Peningkatan hasil pada semua aspek menunjukkan bahwa siswa menerima umpan balik yang efektif selama proses pembelajaran.

Selanjutnya berdasarkan hasil refleksi pada siklus I, peneliti melakukan perbaikan dan evaluasi dengan merencanakan pengaturan kondisi kelas, persiapan bahan ajar, dan media/alat yang diperlukan. Langkah selanjutnya adalah memperbaiki modul pengajaran berdasarkan refleksi yang dilakukan dalam Siklus I. Dalam modul pengajaran, peneliti memilih media yang berbeda dari yang sebelumnya dan mempersiapkan rotasi anggota kelompok. Peneliti juga memberi tahu siswa untuk mempersiapkan kegiatan pembelajaran yang akan datang. Peneliti juga mempersiapkan langkah-langkah pembelajaran untuk meningkatkan literasi sains dengan *brain-based learning* berdasarkan saran dan masukan dari kolaborator. Observasi dilakukan untuk memantau dan mengamati proses peneliti dalam melaksanakan proses belajar mengajar. Observasi dilakukan oleh pengamat untuk memantau pencapaian pada lembar pemantauan tindakan. Pengamat menggunakan instrumen observasi dengan 35 item. Selain itu, pengamat mengamati aktivitas siswa selama proses pembelajaran. Observasi ini bertujuan untuk menilai penerapan *brain-based learning* yang dilakukan oleh guru selama proses pembelajaran.

Berdasarkan observasi dalam Siklus II, masih ada 3 item yang belum dilaksanakan. Dari data instrumen Siklus I, data yang diperoleh dari instrumen *brain-based learning* adalah sebagai berikut: Proses *brain-based learning* yang dilakukan dalam Siklus II menunjukkan perubahan positif meskipun hasilnya tidak sangat signifikan dan lebih rendah dari siklus sebelumnya. Pembelajaran dalam Siklus II tidak jauh berbeda dari Siklus I kecuali pada tahap elaborasi yang lebih ditekankan sehingga kegiatan pembelajaran menjadi lebih aktif dan menyenangkan. Kemudian pada tahap elaborasi, siswa membuat presentasi yang lebih hidup dan antusias. Pada tahap inkubasi atau input memori, siswa diberikan kuis terkait materi pembelajaran. Peningkatan kecil yang dilakukan dalam Siklus II berdampak signifikan pada antusiasme siswa dalam belajar dan meningkatkan literasi sains mereka. Berikut adalah data peningkatan hasil tes literasi sains pada setiap aspek berdasarkan tes literasi sains yang dikembangkan oleh Schwartz (2006). Hasil dari tes literasi sains dalam Siklus II menunjukkan bahwa peningkatan terbesar terjadi pada pengetahuan konten karena pertanyaan pada aspek ini sebagian besar adalah hafalan dan pengetahuan materi. Meskipun pemahaman siswa tentang materi dalam kaitannya dengan konteks kehidupan nyata masih kurang, hasil pada pengetahuan konten menunjukkan peningkatan yang signifikan. Aspek terendah dalam hasil tes literasi sains adalah konteks yang menunjukkan bahwa banyak siswa masih kesulitan dalam

menyelesaikan atau memahami konteks. Refleksi digunakan untuk menentukan apakah tindakan dalam Siklus II telah berhasil atau tidak. Hasil evaluasi dalam Siklus II akan digunakan sebagai acuan untuk tindakan lebih lanjut. Berdasarkan observasi dalam Siklus II, terdapat hasil positif dengan peningkatan persentase literasi sains siswa dari hasil pre-tes sebesar 30% menjadi 34%. Peningkatan dalam Siklus II lebih rendah dibandingkan Siklus I dan dengan hasil ini tidak dapat dikatakan berhasil sesuai yang diharapkan karena peningkatan literasi sains siswa masih rendah hanya sebesar 14%. Evaluasi tindakan dalam Siklus II adalah: a. Siswa tidak mampu mengeksplorasi pengetahuan mereka. b. Siswa masih tidak dapat mengatur diri mereka sendiri atau kelompok mereka ketika diberi kesempatan untuk bebas mengekspresikan atau terlibat dalam pembelajaran aktif. c. Siswa kesulitan dalam proses inisiasi atau input memori.

Berdasarkan refleksi siklus II, langkah-langkah berikut dapat diambil untuk meningkatkan pembelajaran pada siklus berikutnya: Menyesuaikan strategi pembelajaran dengan prinsip-prinsip *brain-based learning* untuk memperkuat keterhubungan antara konsep-konsep pembelajaran dengan pengalaman siswa. Memberikan lebih banyak kesempatan bagi siswa untuk menerapkan pemahaman mereka dalam situasi yang mengharuskan mereka untuk memecahkan masalah yang kompleks terkait dengan sistem pernapasan. Memperkuat aspek belajar tingkat tinggi dengan memberikan tantangan yang sesuai dengan tingkat kemampuan siswa dan mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis hal ini juga sejalan dengan pendapat (Blyznyuk, 2024). Mengidentifikasi faktor-faktor yang telah berhasil dalam meningkatkan aspek afektif siswa dan memperkuatnya untuk mempertahankan tingkat motivasi dan keterlibatan yang tinggi.

Proses *brain-based learning* yang dilakukan dalam Siklus III menunjukkan perubahan yang lebih baik dibandingkan siklus sebelumnya. Pembelajaran dalam Siklus III dibuat lebih santai dan tidak membuat siswa merasa terikat atau bosan. Pada tahap elaborasi, siswa lebih santai dalam mengerjakan lembar kerja siswa dan berdiskusi ringan serta berbagi pengetahuan tentang sistem pernapasan. Pada tahap inkubasi atau input memori, siswa diberikan pertanyaan terkait materi pembelajaran dengan hadiah untuk siswa yang aktif. Peningkatan yang dilakukan dalam Siklus III berdampak signifikan pada antusiasme siswa dalam belajar dan meningkatkan literasi sains mereka. Hasil dari tes literasi sains dalam Siklus III menunjukkan peningkatan yang signifikan dibandingkan siklus sebelumnya. Aspek literasi dengan peningkatan terbesar adalah pengetahuan konten dengan hasil pre-tes 50% meningkat menjadi 82% yang berarti terdapat peningkatan sebesar 32%. Aspek literasi afektif menempati peringkat kedua dalam hasil yang signifikan karena pertanyaan aspek afektif terkait dengan pencegahan pandemi Covid-19 yang baru saja dialami oleh siswa. Hasil tes literasi sains dianggap cukup baik mengingat target peningkatan dalam penelitian ini adalah peningkatan literasi sains siswa. Peneliti merefleksikan pelaksanaan tindakan dalam Siklus III dan mengevaluasi pembelajaran yang telah dilakukan. Refleksi ini digunakan untuk menyempurnakan dan merumuskan pembelajaran terbaik untuk pembelajaran di masa depan. Berdasarkan hasil tes literasi sains siswa dalam pelajaran sains dengan *brain-based learning*, Siklus III dikatakan berhasil karena terdapat peningkatan literasi sains siswa sebesar 25%. Hasil tes literasi sains ini dianggap cukup baik karena dalam penelitian sebelumnya peningkatan hasil literasi sains siswa hanya sekitar 10-20%. Kriteria keberhasilan pembelajaran telah tercapai sebesar 90% yang berarti kriteria keberhasilan telah melampaui target 80%.

Pendekatan *brain-based learning* dalam pembelajaran sains di kelas V SD Islam Al-Azhar BSD terbukti efektif dalam meningkatkan literasi sains siswa. Metode ini berhasil memperdalam pemahaman siswa terhadap materi, meningkatkan kemampuan mereka untuk menghubungkan konsep ilmiah dengan kehidupan sehari-hari, mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan analitis, serta memotivasi mereka untuk

lebih antusias dalam belajar. Melalui penggunaan kegiatan interaktif, model, simulasi, diskusi, dan penerapan praktis, siswa menunjukkan peningkatan yang signifikan dalam aspek pengetahuan materi, konteks ilmiah, keterampilan berpikir tingkat tinggi, dan sikap positif terhadap sains. Adaptasi dan penyesuaian metode pembelajaran yang berkelanjutan berdasarkan umpan balik dan observasi selama proses pembelajaran menjadi kunci utama keberhasilan ini.

Kesimpulan

Pendekatan *brain-based Learning* meningkatkan literasi sains siswa sekolah dasar dari siklus ke siklus. Pendekatan ini digunakan dalam tiga siklus, dengan setiap siklus menunjukkan penguatan positif, peningkatan interaksi, dan peningkatan keterlibatan. Siklus I berkonsentrasi pada dasar-dasar pembelajaran melalui AR dan video. Siklus II memasukkan model sistem pernapasan buatan dan lebih banyak interaksi dalam presentasi dan diskusi. Siklus III membuat proses lebih mudah dengan kegiatan santai seperti mewarnai dan berbicara, dan memberikan penghargaan untuk meningkatkan motivasi. Hasilnya menunjukkan bahwa Pendekatan ini efektif dalam meningkatkan pemahaman materi, keterampilan berpikir kritis, dan motivasi siswa, serta menciptakan lingkungan pembelajaran yang menyenangkan dan interaktif. Pada siklus ketiga, peningkatan literasi sains siswa mencapai 45% dari hasil pre-tes 20%.

Daftar Pustaka

- Akyurek, E., & Afacan, O. (2013). Effects of brain-based learning approach on students' motivation and attitudes. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(2), 1149-1162.
- Avikasari, F., Kadaritna, N., & Firdaus, M. R. (2018). Pengembangan modul pembelajaran IPA terpadu berbasis literasi sains pada tema energi dalam kehidupan. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(2), 88-94.
- Betari, S. W., Widodo, W., & Nurohman, S. (2016). Pengaruh penggunaan model pembelajaran Predict, Observe, Explain terhadap kemampuan literasi sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 12(1), 1-7.
- Blyznyuk, T., & Kachak, T. (2024). Benefits of interactive learning for students' critical thinking skills improvement. *Journal of Vasyl Stefanyk Precarpathian National University*, 11(1), 94-102.
- Cayubit, R. F. O. (2022). Why learning environment matters? An analysis on how the learning environment influences the academic motivation, learning strategies and engagement of college students. *Learning Environments Research*, 25, 581-599.
- Dragos, V., & Mih, V. (2015). Scientific literacy in school. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 209, 167-172.
- Fraser, B. J. (2015). Classroom learning environments: International handbook of research on teachers and teaching. *Springer*, 469-488.
- Funa, E., Mulyati, Y., & Kustandi, C. (2024). Meta-analysis of brain-based learning and its effect on students' conceptual understanding. *Journal of Education Research*, 7(1), 45-57.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Ibrahim, M., & Al-Shara, O. (2007). Impact of interactive learning on knowledge retention. In M. J. Smith & G. Salvendy (Eds.), *Human Interface and the Management of Information. Interacting in Information Environments. Human Interface 2007. Lecture Notes in Computer Science* (Vol. 4558). Springer, Berlin, Heidelberg.

- Jensen, E. (2011). *Brain-based learning: The new science of teaching and training*. Corwin Press.
- Jensen, E. (2020). *Engaging students with poverty in mind: Practical strategies for raising achievement*. ASCD.
- Karakas, M., Sarigul, E., & Kokoc, M. (2015). 21st century skills and education. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 14(4), 142-157.
- Khalil, M. S., & El-Nagar, S. (2019). The effect of brain-based learning on developing EFL students' speaking skills. *English Language Teaching*, 12(3), 45-59.
- Kosar, S., & Bedir, H. (2018). The effects of brain-based learning on academic achievement: A meta-analytical study. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 17(5), 85-102.
- Liu, X. (2009). Beyond science literacy: Science and the public. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 301-311.
- Lu, K., Yang, H. H., Shi, Y., et al. (2021). Examining the key influencing factors on college students' higher-order thinking skills in the smart classroom environment. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1).
- Murniati, E., Wahyudi, W., & Yamin, M. (2023). Implementasi brain-based learning dalam pembelajaran IPA untuk meningkatkan literasi sains siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 9(2), 122-133.
- Nurbaiti, E., Supriyanto, A., & Sudirman, M. (2022). Penerapan brain-based learning untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa SD. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 14(1), 55-66.
- OECD. (2015). *PISA 2015 results: Excellence and equity in education*. OECD Publishing.
- Olaoluwa, O., & Ayantoye, C. (2016). Brain-based learning strategies and secondary school students' academic performance in science subjects in Oyo State, Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 7(33), 125-131.
- Rahmawati, Y., Ridwan, A., & Faustine, S. (2020). Pengembangan Literasi Sains dan Identitas Siswa Melalui Pendekatan Etno-Pedagogi dalam Pembelajaran Sains. *EDUSAINS*, 50-63.
- Ristanto, R. H., Zubaidah, S., Amin, M., & Rohman, F. (2017). Scientific literacy enhancement through nature of science (NOS) and argumentation implementation in science learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 355-362.
- Sakdiah, H., & Jamilah, J. (2022). Kurikulum Merdeka dan literasi sains: Peluang dan tantangan dalam implementasi. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 11(2), 234-245.
- Schwartz, R. S. (2006). Assessing scientific literacy: A test of literacy and inquiry skills. *Journal of Science Teacher Education*, 17(2), 163-182.
- Shen, B. S. P. (1975). Science literacy and the public understanding of science. In S. B. Day (Ed.), *Communication of scientific information*. Karger.
- Toharudin, U., Hendrawati, S., & Rustaman, N. Y. (2017). *Membangun literasi sains peserta didik*. Humaniora.
- Uzezi, J., & Jonah, A. (2017). Effects of brain-based learning on students' academic performance in Edo State, Nigeria. *Journal of Education and Practice*, 8(15), 50-55.
- Yager, R. E. (1984). What is needed to win the war on ignorance? *Science Education*, 68(2), 105-108.