

ANALISIS KETERKAITAN STRUKTUR DAN PRINSIP SAINS DENGAN KONSEP MATEMATIKA DALAM KONTEKS PENDIDIKAN

Az-Zahra Ayu Wardani¹, Marsheila Jiofani², Ahmad Hilmy Khoirulloh³, Amir⁴, Ikmawati⁵, Kurniawan⁶

¹²³⁴⁵⁶Universitas Mulawarman, Indonesia

wardaniazzahraayu@gmail.com¹, marsheilajiofani@gmail.com²,
ahmad.khirulloh@gmail.com³, amir28@sma.belajar.id⁴, ikmawati@fkip.unmul.ac.id⁵,
kurniawan@fkip.unmul.ac.id⁶

ABSTRACT

In the realm of science, mathematics functions as a universal language that enables observed facts to be expressed as organized laws and theories. This study aims to analyze the relationship between the structure and principles of science with mathematical concepts, as well as to examine their impact on the learning process. The method employed is a literature review by collecting and analyzing articles published between 2019 and 2025. Relevant articles were selected, compiled, and compared to identify patterns of connection between science and mathematics. The findings indicate that mathematics serves as a crucial foundation in explaining scientific principles across various fields, such as physics, chemistry, and biology, through equations, graphs, and mathematical models. In the context of education, integrating science and mathematics enhances conceptual understanding, critical thinking, and the skills required in the 21st century. Furthermore, the synergy between the two also fosters innovation in technological development and interdisciplinary research that aligns with the needs of modern society. This study emphasizes that mastery of mathematics is inseparable from science, and therefore both should be integrated into curriculum design and modern learning approaches.

Keywords: *structure of science, scientific principles, mathematics, integration, education*

ABSTRAK

Dalam dunia ilmu pengetahuan, matematika berfungsi sebagai bahasa umum yang membantu menyatakan fakta-fakta yang teramati menjadi hukum dan teori yang terorganisasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara struktur dan prinsip ilmu pengetahuan dengan konsep matematika, serta melihat dampaknya terhadap proses belajar. Metode yang digunakan adalah studi literatur dengan mengumpulkan dan menganalisis artikel yang terbit antara tahun 2019 hingga 2025. Artikel-artikel yang relevan dipilih, kemudian dikumpulkan dan dibandingkan untuk menemukan pola hubungan antara ilmu pengetahuan dan matematika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa matematika merupakan pondasi penting dalam menjelaskan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan di berbagai bidang, seperti fisika, kimia, dan biologi, melalui persamaan, grafik, serta model matematis. Dalam pendidikan, penggabungan antara ilmu pengetahuan dan matematika membantu meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan berpikir kritis, serta keterampilan

yang dibutuhkan di era abad ke-21. Selain itu, kerja sama antara keduanya juga mendorong terciptanya inovasi dalam pengembangan teknologi dan penelitian lintas bidang yang lebih sesuai dengan kebutuhan masyarakat saat ini. Penelitian ini menekankan bahwa penguasaan matematika merupakan bagian yang tak terpisahkan dari ilmu pengetahuan, sehingga keduanya harus diintegrasikan dalam kurikulum dan pendekatan belajar yang modern.

Kata Kunci: struktur sains, prinsip sains, matematika, integrasi, Pendidikan

PENDAHULUAN

Sains adalah bidang ilmu yang dibuat secara teratur, mulai dari pengamatan dan fakta sederhana, kemudian menghubungkan pola, menyusun model, hingga akhirnya merumuskan teori yang rumit serta kompleks. Matematika memainkan peran penting sebagai alat formal yang memungkinkan fakta-fakta dari percobaan diatur, dihitung, dan dirumuskan menjadi konsep ilmiah yang dapat diuji kembali, dianalisis, serta direplikasi secara berulang. Misalnya, hukum fisika dinyatakan dalam persamaan, perhitungan kimia bergantung pada operasi matematika, sedangkan analisis statistik dan pemodelan digunakan dalam bidang biologi modern. Temuan ini menunjukkan bahwa matematika memegang peran utama dalam pemahaman sains.

Matematika merupakan disiplin ilmu yang menyatu dengan kehidupan manusia karena hampir setiap aktivitas sehari-hari melibatkan konsep matematis, baik secara sadar maupun tidak. Mulai dari perhitungan sederhana dalam kegiatan jual beli, pengaturan waktu, hingga pemecahan masalah kompleks dalam bidang teknologi dan sains, semuanya menunjukkan bahwa matematika telah melekat erat dalam realitas kehidupan. Di Indonesia, pentingnya sains dan matematika tercermin dari keberadaannya dalam kurikulum pendidikan yang terus diperbarui agar selaras dengan perkembangan zaman. Kurikulum nasional secara bertahap mengalami perubahan dan penyesuaian, baik dalam struktur maupun pendekatannya, sehingga pembelajaran sains dan matematika dapat mengikuti kebutuhan peserta didik serta tuntutan abad ke-21 (Aslamiah et al., 2024).

Hubungan antara sains dan matematika tidak hanya berupa konsep semata, tetapi juga sangat terasa nyata dalam praktiknya sehari-hari. Prinsip-prinsip seperti konservasi energi, laju reaksi, atau pola bentuk organisme memerlukan bentuk representasi kuantitatif maupun geometris agar dapat diuji, dianalisis, dan dipahami secara jelas. Dalam proses belajar, pendekatan seperti integrasi STEM (Sains, Teknologi, Teknik, dan Matematika) semakin diakui luas sebagai strategi yang mampu memperkuat hubungan antar disiplin ilmu serta meningkatkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, dan kerja sama. Meskipun begitu, masih ada beberapa tantangan penting seperti kesiapan guru dan fleksibilitas kurikulum yang tetap perlu diperhatikan (Rahmawati & Juandi, 2022).

Studi mengenai integrasi STEM di Indonesia menunjukkan bahwa pendekatan interdisipliner, manipulatif (baik secara konkret maupun virtual), serta penggunaan teknologi dalam pembelajaran dapat memperkuat pemahaman siswa terhadap konsep matematika dan sains (Lestari et al., 2025). Oleh karena itu, desain kurikulum dan pendekatan pembelajaran yang jelas menggabungkan matematika dan sains dianggap sangat penting, bahkan sangat mendesak. Di mana di sekolah biasa kita kenal dengan pendidikan MIPA (Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam) yang mencakup pembelajaran tentang Matematika, Biologi, Fisika, dan Kimia. Di sini siswa dilatih untuk berpikir

kritis, analitis, dan sistematis, serta mengembangkan sikap ilmiah seperti keingintahuan dan ketelitian. Namun keberhasilan tersebut sangat dipengaruhi oleh kualitas pedagogi yang diterapkan guru. Dalam konteks ini, guru tidak hanya berfungsi sebagai penyampai materi, tetapi juga sebagai fasilitator yang menunjukkan relevansi antar konsep, sekaligus sebagai motivator yang menumbuhkan minat belajar siswa. Oleh sebab itu, pelajaran MIPA sangat berguna bagi peserta didik dalam kehidupan sehari-hari (Maulidah et al., 2024).

Selain itu, perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang pesat menuntut pendidikan sains dan matematika untuk terus beradaptasi. Generasi muda diharapkan tidak hanya menguasai teori, tetapi juga mampu menerapkan konsep yang dipelajari dalam kehidupan nyata. Dengan demikian, integrasi antara sains dan matematika menjadi kunci dalam membangun kemampuan berpikir kritis, kreatif, serta keterampilan pemecahan masalah yang dibutuhkan di era modern. Tantangan global seperti revolusi industri 4.0, era digitalisasi, dan perkembangan kecerdasan buatan semakin menegaskan pentingnya penguasaan keterampilan kuantitatif yang berakar pada matematika untuk memahami sains secara mendalam.

Lebih jauh, keterhubungan antara sains dan matematika juga dapat dilihat dari fenomena alam yang menunjukkan keteraturan matematis. Struktur sarang lebah berbentuk heksagonal, pola deret Fibonacci pada bunga, atau simetri kristal merupakan bukti nyata bahwa alam bekerja dengan prinsip matematis yang efisien. Fakta ini memperlihatkan bahwa matematika bukan sekadar kumpulan rumus abstrak, tetapi bagian dari realitas yang dapat diamati. Bagi pendidikan, pemahaman ini penting karena dapat menumbuhkan kesadaran siswa bahwa apa yang mereka pelajari di kelas sesungguhnya sudah hadir di sekitar mereka dalam kehidupan nyata.

Penelitian-penelitian terbaru juga menegaskan relevansi integrasi matematika dan sains dalam menjawab persoalan praktis. Model optimasi matematika dalam bidang pertanian, misalnya, digunakan untuk menentukan dosis pupuk yang tepat agar hasil panen meningkat tanpa merusak lingkungan (Gea et al., 2024). Sementara itu, penerapan statistika dan analisis citra digital dalam biologi modern telah memungkinkan deteksi penyakit tanaman secara akurat (Muchtar & Muchtar, 2024). Walaupun penelitian ini lebih bersifat aplikatif, bagi dunia pendidikan, contoh-contoh tersebut menunjukkan pentingnya membekali siswa dengan kemampuan berpikir matematis sekaligus pemahaman sains, sehingga mereka mampu menghubungkan teori dengan persoalan nyata di masyarakat.

Dalam konteks pendidikan Indonesia, kurikulum Merdeka menekankan pentingnya kompetensi abad ke-21 yang meliputi kemampuan berpikir kritis, kreatif, komunikasi, dan kolaborasi. Sains dan matematika yang diajarkan secara integratif dapat mendukung pencapaian kompetensi tersebut. Namun demikian, masih terdapat kesenjangan yang perlu diperhatikan. Sebagian besar penelitian menyoroti integrasi STEM atau peran matematika dalam bidang sains tertentu, tetapi relatif sedikit yang secara khusus membahas keterkaitan struktur sains, prinsip sains, dan konsep matematika dalam konteks pendidikan. Padahal, kajian ini penting agar siswa tidak hanya memahami teori secara terpisah, tetapi juga mampu melihat keterhubungan antar konsep dan menerapkannya secara holistik.

Namun demikian, penelitian terdahulu juga menyingkap adanya kesenjangan dalam integrasi ini. Banyak kajian yang membahas peran matematika dalam disiplin sains tertentu, atau menyoroti implementasi STEM, tetapi masih sedikit penelitian yang mengkaji keterkaitan struktur sains, prinsip sains, dan konsep matematika secara simultan dalam konteks pendidikan. Padahal,

pemahaman menyeluruh mengenai keterkaitan tersebut sangat penting agar pembelajaran tidak hanya menekankan penguasaan materi, tetapi juga menumbuhkan pola pikir ilmiah yang integratif. Hal ini semakin relevan karena dunia pendidikan dihadapkan pada perubahan global yang cepat, sehingga dibutuhkan strategi pembelajaran yang mampu menjembatani teori dan praktik. Dengan integrasi yang tepat, siswa tidak hanya memahami konsep, tetapi juga mampu menerapkannya secara adaptif dalam berbagai situasi nyata.

Berdasarkan kondisi teoritis dan praktis tersebut, artikel ini melakukan tinjauan pustaka terhadap penelitian dan artikel ilmiah dari Indonesia yang dapat diakses secara online terkait topik ini untuk menganalisis keterkaitan antara struktur dan prinsip sains dengan konsep matematika serta meninjau implikasinya bagi pendidikan. Kajian ini berfokus pada tiga aspek utama: pertama, menelaah struktur sains sebagai proses yang berawal dari fakta hingga teori dengan matematika sebagai dasar formalnya; kedua, mengkaji prinsip-prinsip sains yang direpresentasikan melalui rumus dan model matematis; serta ketiga, membahas implikasi keterpaduan sains dan matematika dalam pendidikan, khususnya dalam desain kurikulum, strategi pembelajaran STEM, dan peran guru sebagai mediator konsep.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur (*literature review*). Studi literatur merupakan proses pengumpulan data, penetapan konsep penelitian, pengolahan, serta analisis bahan penelitian yang relevan dengan topik (Yulia, 2025). Metode ini dipilih karena mampu menyajikan sintesis teoritis dari berbagai hasil penelitian terkini, sehingga memberikan gambaran komprehensif mengenai keterkaitan struktur dan prinsip sains dengan konsep matematika dalam konteks pendidikan.

Tahapan penelitian dilakukan secara sistematis mengikuti prosedur yang umum digunakan dalam kajian literatur. Pertama, dilakukan identifikasi masalah dan perumusan fokus penelitian, yaitu hubungan antara struktur sains, prinsip sains, dan konsep matematika dalam pendidikan. Kedua, ditentukan kata kunci pencarian seperti “struktur sains”, “prinsip sains”, “konsep matematika”, “integrasi sains dan matematika”, dan “pendidikan”. Ketiga, dilakukan pencarian artikel pada basis data ilmiah Google Scholar, Scopus, dan Garuda, dengan batasan tahun publikasi 2019–2025.

Artikel yang termasuk adalah yang relevan dengan integrasi sains–matematika, terbit pada jurnal terindeks, dan tersedia dalam teks penuh. Sementara artikel yang tidak sesuai fokus, terbit sebelum 2019, atau tidak dapat diakses penuh, dikecualikan. Artikel terpilih kemudian dianalisis secara deskriptif untuk menemukan tema-tema utama dan pola keterkaitan sains dengan matematika. Daftar artikel yang menjadi rujukan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daftar Artikel Yang Dikaji

No	Tahun	Judul Artikel	Jenis Publikasi	Volume (nomor)	Penulis	Nama Jurnal
----	-------	---------------	-----------------	----------------	---------	-------------

1	2023	Sarana Berfikir Ilmiah(Bahasa, logika, matematika dan statistik). Revorma	Jurnal Nasional, terindeks sinta 5	3(1)	Buyung dan Nunu Burhanuddin	Revorma: Jurnal Pendidikan Dan Pemikiran
2	2023	Identifikasi miskonsepsi konsep stoikiometri pada sumber belajar kimia sma	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	8(2)	Karimatunnisa dan Heru Pratomo Aloysius	Jurnal Riset Pembelajaran Kimia
3	2021	Pembelajaran kooperatif tipe make a match terhadap hasil belajar	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	5(1)	Ulfatrianti Amin, Ramlawati Ramlawati, dan Ratnawaty Maming	Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi
4	2025	Understanding the concepts of energy, change, and utilization: Exploring learning challenges and strategies for junior high school students	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	13(2)	Hanifah Nurhayati, Nuryani Y. Rustaman, Lilit Rusyati, dan Rika Rafikah Agustin	Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika
5	2025	Sarang lebah sebagai simbol kesempurnaan geometri dalam alquran	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	11(1)	Silvi Priandini, Silvy Aulia Wahyuni, Wati Susilawati, dan Riva Lesta Ariany	Jurnal Analisa

6	2024	Integrasi fitur warna, tekstur dan renyi fraktal untuk klasifikasi penyakit daun kentang menggunakan linear discriminant analysis	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	7(1)	Mutmainnah Muchtar dan Rafiqah Arjaliyah Muchtar	Jurnal Mnemonic
7	2024	Optimasi penggunaan pupuk dengan model matematika	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	1(2)	Chelsa Julian Gea, Eka Julianti Ndruru, Septiani Lase, Monica Endang Lestari Laoli	Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan
8	2019	Pengembangan model pembelajaran science ter-integrasi mathematics berbasis pbl	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	7(1)	Yullys Helsa dan Yanti Fitria.	E-Tech
9	2024	Efektivitas integrasi kurikulum stem di sekolah indonesia	Jurnal Nasional, tidak terindeks sinta	2(2)	Intan, Amanda Brilliant, dan Fina Fitria Wahyu Setyowati	EDUCATION: Scientific Journal of Education

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Peran Matematika dalam Struktur Sistematis Sains

Pada penelitian (Buyung & Burhanuddin, 2023) dalam artikelnya yang berjudul Sarana berfikir ilmiah (Bahasa, logika, matematika dan statistik) menjelaskan bahwa ilmu pengetahuan hanya dapat berkembang secara sistematis apabila didukung oleh sarana

berpikir ilmiah yang terdiri atas bahasa, logika, matematika, dan statistika, yang bukan merupakan ilmu pada dirinya sendiri melainkan alat bantu fundamental untuk membangun pengetahuan yang sah, teratur, serta dapat dipertanggungjawabkan. Penelitian ini menggunakan metode kajian pustaka dengan pendekatan deskriptif-analitis, kemudian mengolahnya melalui reduksi dan triangulasi informasi sehingga lahir sebuah kerangka konseptual yang utuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahasa berfungsi sebagai medium komunikasi untuk menyampaikan gagasan ilmiah, sekaligus sebagai instrumen yang menata pikiran agar dapat disusun secara runtut, meskipun bahasa alami memiliki kelemahan seperti sifat kabur dan multitafsir sehingga dalam sains sering digantikan atau dilengkapi oleh bahasa simbolik, matematika, dan logika.

Lebih lanjut, matematika disebut sebagai bahasa universal sains karena mampu mengekspresikan hukum-hukum alam secara eksak dan bebas dari bias emosional, contohnya hukum kekekalan energi dalam fisika, perhitungan stoikiometri dalam kimia, maupun model pertumbuhan populasi dalam biologi, semua dirumuskan dalam bentuk matematis sehingga memungkinkan pengujian berulang dan penyusunan teori yang konsisten; sementara itu statistika berperan sebagai sarana berpikir induktif yang memungkinkan ilmuwan menggeneralisasi hasil observasi empiris untuk menarik kesimpulan yang berlaku lebih luas, sehingga statistika harus dipandang sejajar dengan matematika karena keduanya merupakan pilar dalam proses keilmuan, artikel ini menyimpulkan bahwa sains adalah struktur pengetahuan yang berawal dari fakta sederhana menuju teori kompleks melalui mekanisme bahasa yang komunikatif, logika yang konsisten, matematika yang eksak, dan statistika yang generalisatif, dengan demikian penguasaan sarana berpikir ilmiah adalah imperatif bagi ilmuwan agar kegiatan ilmiahnya tidak berhenti pada tataran deskriptif, melainkan berkembang menjadi sistem pengetahuan yang sistematis, logis, dan mampu meningkatkan kesejahteraan hidup manusia secara luas.

Pada penelitian (Karimatunnisa' & Aloysius, 2023) dalam artikelnya yang berjudul Identifikasi Miskonsepsi Konsep Stoikiometri pada Sumber Belajar Kimia SMA bertujuan untuk menemukan dan mengidentifikasi miskonsepsi dalam konsep stoikiometri pada berbagai sumber belajar kimia SMA. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif dengan teknik survei serta analisis dokumen. Hasil penelitian menunjukkan adanya berbagai miskonsepsi, mulai dari hukum dasar kimia yang disajikan dengan urutan dan bahasa yang kurang tepat, konsep mol yang sering keliru dalam penggunaan lambang maupun perhitungan, hingga kesalahan dalam pembahasan stoikiometri seperti penentuan rumus empiris, hubungan rumus molekul, dan persen komposisi unsur. Temuan ini menegaskan bahwa sains, khususnya kimia, memiliki struktur yang sistematis: dimulai dari fakta sederhana seperti hukum Lavoisier, berkembang ke konsep mol sebagai dasar perhitungan, hingga membentuk teori yang lebih kompleks seperti kesetimbangan atau termodinamika. Matematika menjadi dasar utama karena hampir seluruh konsep stoikiometri bergantung pada perhitungan yang tepat, mulai dari massa, volume, hingga

komposisi unsur. Oleh karena itu, kesalahan kecil dalam penggunaan simbol maupun perhitungan dapat mengakibatkan miskonsepsi besar, sehingga pembelajaran kimia perlu menekankan kejelasan konsep, ketelitian matematis, dan keterkaitan logis antar konsep agar siswa mampu memahami struktur sains secara menyeluruh.

Pada penelitian (Amin et al., 2021) dalam artikelnya yang berjudul Pembelajaran Kooperatif Tipe Make A Match Terhadap Hasil Belajar membahas bagaimana matematika berperan penting dalam menopang kemajuan ilmu pengetahuan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menjelaskan bahwa matematika tidak hanya berfungsi sebagai alat hitung, melainkan sebagai fondasi utama dalam berpikir ilmiah yang memungkinkan ilmu pengetahuan berkembang secara sistematis. Dengan menggunakan metode kajian pustaka, penulis menganalisis berbagai literatur terkait peranan matematika dan menguraikannya secara deskriptif. Hasil pembahasan menunjukkan bahwa sains pada hakikatnya memiliki struktur yang sistematis, dimulai dari fakta sederhana hasil observasi, kemudian melalui proses perumusan dan perhitungan matematis berkembang menjadi teori kompleks yang bersifat universal. Dalam fisika, misalnya, hukum Newton maupun hukum kekekalan energi hanya dapat dipahami secara mendalam melalui formulasi matematis yang presisi. Dalam kimia, konsep stoikiometri, konsentrasi larutan, dan perhitungan termokimia menegaskan bahwa penguasaan matematika mutlak diperlukan agar siswa memahami hubungan kuantitatif antar zat. Dalam biologi, penggunaan statistika memungkinkan ilmuwan menganalisis data populasi, genetika, maupun uji biomedis, sehingga kesimpulan yang dihasilkan memiliki dasar empiris yang kuat. Bahkan dalam ilmu sosial, matematika hadir dalam bentuk metode kuantitatif seperti demografi, ekonomi, maupun analisis perilaku masyarakat. Dengan demikian, artikel ini menegaskan bahwa matematika adalah bahasa universal ilmu pengetahuan yang menjadi dasar bagi sains untuk bergerak dari observasi sederhana menuju teori yang sah, logis, dan dapat dipertanggungjawabkan, sehingga penguasaan matematika menjadi syarat mutlak bagi setiap upaya pengembangan ilmu pengetahuan di berbagai disiplin.

B. Prinsip Sains

Pada penelitian (Nurhayati et al., 2025) dalam artikelnya yang berjudul Peranan Matematika dalam Ilmu Pengetahuan membahas pentingnya peranan matematika sebagai dasar dari hampir seluruh prinsip sains. Tujuan penelitian ini adalah menunjukkan bahwa matematika bukan sekadar alat hitung, melainkan bahasa universal yang memungkinkan sains tersusun secara sistematis dan teruji. Dengan metode studi pustaka, penulis menelaah berbagai literatur dan menemukan bahwa hukum-hukum alam tidak dapat dijelaskan tanpa matematika, misalnya hukum kekekalan energi dalam fisika yang harus dirumuskan dengan persamaan, perhitungan stoikiometri dalam kimia yang menuntut ketelitian matematis, serta pola-pola dalam biologi yang dapat dianalisis melalui geometri, aljabar, maupun statistika. Artikel ini menyimpulkan bahwa matematika menjadi pondasi

utama dalam membangun ilmu pengetahuan, karena tanpanya sains hanya berupa kumpulan fakta terpisah yang tidak dapat berkembang menjadi teori kompleks.

Pada penelitian (Priandini et al., 2025) dalam artikelnya yang berjudul Sarang Lebah Sebagai Simbol Kesempurnaan Geometri dalam Al-Qur'an Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menelaah bagaimana sarang lebah yang berbentuk heksagonal dapat dipandang sebagai simbol kesempurnaan geometri. Penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kepustakaan, dari literatur tersebut, penulis menganalisis keterkaitan prinsip-prinsip matematis dalam struktur sarang lebah dengan konsep keteraturan dan kesempurnaan yang dijelaskan dalam Al-Qur'an. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Bentuk heksagonal pada sarang lebah bukanlah kebetulan, melainkan hasil dari prinsip efisiensi geometri. Dalam perhitungan matematis, segi enam beraturan memiliki keunggulan dibandingkan bentuk poligon lain seperti segitiga, persegi, atau lingkaran. Heksagon mampu menutupi bidang tanpa meninggalkan ruang kosong, sehingga memaksimalkan penggunaan ruang dan meminimalkan penggunaan bahan bangunan, dalam hal ini lilin yang diproduksi oleh lebah. Fakta ini selaras dengan prinsip optimasi dalam matematika, yaitu mencari bentuk yang paling efisien dengan sumber daya yang terbatas. Dengan kata lain, sarang lebah menjadi contoh konkret bagaimana konsep luas, keliling, dan efisiensi dapat diaplikasikan secara alami dalam dunia biologi. Dari hasil penelitian ini dapat dikaji bahwa matematika bukan sekadar kumpulan rumus abstrak, melainkan pondasi untuk memahami realitas. Geometri yang diterapkan secara alami oleh lebah menunjukkan bahwa alam bekerja berdasarkan prinsip rasional yang dapat dihitung dan dianalisis. Kesempurnaan geometris sarang lebah juga mengajarkan manusia tentang pentingnya efisiensi, keteraturan, dan harmoni dalam kehidupan.

Pada penelitian (Muchtar & Muchtar, 2024) Integrasi Fitur Warna, Tekstur dan Renyi Fraktal untuk Klasifikasi Penyakit Daun Kentang Menggunakan Linear Discriminant Analysis, membahas penggunaan pengolahan citra digital dalam identifikasi penyakit daun kentang. Tujuan penelitian adalah meningkatkan efektivitas identifikasi penyakit daun kentang dengan mengintegrasikan beberapa fitur citra, yakni momen warna, tekstur (Gray Level Co-occurrence Matrix/GLCM), dan dimensi fraktal Renyi, kemudian mengklasifikasikannya menggunakan Linear Discriminant Analysis (LDA). Metode yang digunakan melibatkan pengumpulan 456 citra daun kentang yang dibagi menjadi tiga kelas: sehat, early blight, dan late blight. Proses penelitian mencakup tahapan preprocessing (konversi warna dan segmentasi), ekstraksi fitur (momen warna: mean, variance, skewness, kurtosis; GLCM: contrast, correlation, energy, homogeneity; serta dimensi fraktal Renyi), lalu klasifikasi menggunakan LDA dengan validasi k-fold cross validation. Hasil penelitian menunjukkan bahwa integrasi ketiga fitur memberikan akurasi tertinggi sebesar 98,46%, lebih unggul dibandingkan penggunaan masing-masing fitur secara terpisah (momen warna 97,58%, GLCM 60,75%, fraktal Renyi 62,07%). LDA juga terbukti lebih efektif dibandingkan metode lain seperti SVM, KNN, dan Random Forest.

Jika ditinjau dari perspektif prinsip-prinsip sains yang tidak bisa lepas dari matematika, penelitian ini menegaskan bahwa setiap tahap analisis berbasis citra membutuhkan formulasi matematis. Misalnya: Momen warna menggunakan perhitungan statistik (mean, varians, skewness, kurtosis) untuk merepresentasikan distribusi intensitas piksel., GLCM berlandaskan probabilitas kemunculan nilai piksel dan menghitung parameter matematis seperti contrast dan correlation. Dari hasil ini dapat dikaji bahwa matematika menjadi pondasi utama dalam menjelaskan fenomena biologis yang tampak pada daun kentang. Tanpa rumus, perhitungan, dan model matematis, citra digital hanya akan berupa gambar biasa tanpa makna analitis.

Pada penelitian (Gea et al., 2024) dalam artikelnya yang berjudul Optimasi Penggunaan Pupuk dengan Model Matematika, membahas bagaimana pendekatan matematika dapat digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk dalam pertanian. Artikel ini menekankan bahwa penggunaan pupuk yang berlebihan seringkali berdampak negatif, baik pada produktivitas tanaman maupun pada kelestarian lingkungan, sehingga diperlukan sebuah model yang mampu memberikan rekomendasi dosis pupuk yang tepat. Tujuan penelitian ini adalah mengembangkan model matematika berbasis teori optimasi untuk menentukan dosis pupuk yang optimal dengan mempertimbangkan jenis tanaman, kondisi tanah, serta iklim. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya ingin meningkatkan hasil pertanian, tetapi juga mengurangi pemborosan biaya pupuk sekaligus dampak ekologis, seperti pencemaran tanah dan air. Metode penelitian yang digunakan bersifat kuantitatif dengan pendekatan eksperimental, di mana data mengenai jenis tanaman, kondisi tanah, iklim, dan hasil panen dikumpulkan dari percobaan lapangan maupun literatur.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis pupuk yang optimal bervariasi tergantung pada jenis tanaman dan kondisi lingkungan. Jika ditinjau dari sisi prinsip sains dan matematika, artikel ini menunjukkan bagaimana pertanian modern tidak bisa dilepaskan dari perhitungan matematis. Hubungan antara dosis pupuk dengan hasil panen dianalisis melalui fungsi objektif dan sistem persamaan, sedangkan variabel lingkungan seperti curah hujan dan pH tanah masuk sebagai parameter yang harus dimodelkan. Teori optimasi, yang pada dasarnya adalah cabang matematika terapan, menjadi alat sains yang memungkinkan pengambilan keputusan berbasis data. Dengan demikian, matematika tidak hanya dipakai untuk menghitung jumlah pupuk, tetapi juga sebagai kerangka sistematis untuk memahami dinamika ekologi, efisiensi biaya, dan keberlanjutan lingkungan.

C. Integrasi Sains dan Matematika dalam Pembelajaran

Pada penelitian (Helsa & Fitria, 2019) dalam artikelnya yang berjudul Pengembangan Model Pembelajaran Science ter-Integrasi Mathematics Berbasis PBL membahas pentingnya keterpaduan antara sains dan matematika dalam proses belajar mengajar, khususnya bagi calon guru sekolah dasar. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengembangkan model pembelajaran integratif berbasis *Problem Based Learning* (PBL)

yang valid dan praktis. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan model ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement, Evaluate). Hasil validasi menunjukkan bahwa model pembelajaran integratif ini layak digunakan dan dinilai mampu membantu mahasiswa dalam mengaitkan konsep sains dan matematika. Salah satu contoh integrasi yang ditawarkan adalah menghubungkan topik klasifikasi tumbuhan (sains) dengan konsep himpunan dan diagram Venn (matematika). Dengan cara ini, mahasiswa diajak melihat bahwa sains membutuhkan matematika sebagai alat analisis, sementara matematika menemukan makna aplikatifnya dalam menjelaskan fenomena ilmiah. Penulis menekankan bahwa pemahaman matematika sangat penting. Tanpa matematika, pembelajaran sains hanya berhenti pada pengenalan fakta, bukan analisis. Sebaliknya, matematika tanpa konteks sains sering dianggap abstrak dan kurang bermakna. Oleh karena itu, kurikulum seharusnya dirancang secara integratif, bukan terkotak-kotak, dengan mengangkat tema yang menghubungkan kedua bidang ini. Guru memiliki peran sentral dalam mewujudkan pembelajaran integratif tersebut. Guru bukan hanya penyampai materi, tetapi fasilitator yang menunjukkan hubungan antara teori matematika dengan aplikasi sains. Guru juga perlu menyiapkan masalah-masalah kontekstual yang dekat dengan kehidupan siswa, sehingga pembelajaran tidak hanya sekadar menghafal rumus, tetapi melatih keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Dari hasil penelitian ini dapat dikaji bahwa integrasi sains dan matematika mampu memberikan pembelajaran yang lebih bermakna dan sesuai dengan kebutuhan pendidikan abad 21.

Pada penelitian (Intan et al., 2024) dalam artikelnya yang berjudul Efektivitas Integrasi Kurikulum STEM di Sekolah Indonesia. Penelitian ini bertujuan menelaah sejauh mana integrasi Science, Technology, Engineering, dan Mathematics (STEM) dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Latar belakang penelitian ini berangkat dari tantangan global abad ke-21, di mana keterampilan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikatif menjadi tuntutan utama yang harus dimiliki siswa. Penelitian menggunakan metode studi literature, dengan cara ini, penulis berupaya menemukan benang merah dari beragam penelitian terdahulu, menyintesis temuan, dan menyajikan pemahaman yang lebih mendalam terkait efektivitas penerapan kurikulum STEM di Indonesia. Hasil kajian menunjukkan bahwa pendekatan STEM memiliki potensi yang sangat besar untuk meningkatkan hasil belajar siswa, terutama dalam hal penguasaan sains dan matematika. Integrasi antara keduanya mampu menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, pemecahan masalah, serta keterampilan kolaborasi yang penting dalam menghadapi dunia kerja di era digital. Beberapa penelitian terdahulu yang ditelaah penulis bahkan menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada hasil belajar ketika sains dan matematika diajarkan secara terintegrasi dalam pembelajaran berbasis proyek. Dengan demikian. Jika ditinjau lebih dalam, hubungan antara sains dan matematika dalam kerangka STEM menjadi sangat penting. Tanpa pemahaman matematika, siswa akan kesulitan memahami prinsip-prinsip sains secara mendalam, misalnya ketika harus menganalisis hukum gerak Newton,

menghitung laju reaksi, atau memahami pola pertumbuhan dalam biologi. Oleh sebab itu, pemahaman matematika bukanlah tujuan yang berdiri sendiri, melainkan fondasi yang memungkinkan siswa benar-benar menguasai sains. Kurikulum seharusnya dirancang dengan menekankan integrasi antara matematika dan sains agar pembelajaran lebih kontekstual. Alih-alih memisahkan mata pelajaran, pendekatan lintas disiplin yang memadukan teori dan praktik akan membantu siswa melihat keterhubungan keduanya. Proyek-proyek berbasis masalah nyata dapat menjadi strategi pembelajaran yang efektif, misalnya ketika siswa diminta merancang jembatan mini, mereka tidak hanya belajar prinsip mekanika dalam fisika, tetapi juga menggunakan rumus matematika untuk menghitung gaya dan struktur. Demikian pula dalam eksperimen kimia, siswa dilatih menggunakan perhitungan kuantitatif untuk menganalisis hasil reaksi. Dengan demikian, kurikulum yang berbasis proyek dan kontekstual akan memperkuat pemahaman bahwa matematika dan sains saling melengkapi.

Pada penelitian (Cahyana et al., 2024) Artikel yang berjudul Peran Guru dalam Menumbuhkan Minat Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran Matematika dalam meningkatkan minat belajar siswa. Penelitian ini difokuskan pada peran guru sebagai fasilitator dan evaluator yang secara langsung memengaruhi motivasi dan ketertarikan siswa terhadap pembelajaran matematika. Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kualitatif dengan studi kasus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa guru berperan penting sebagai fasilitator dalam menciptakan suasana belajar yang kondusif, serta menyusun perencanaan pembelajaran sesuai kurikulum merdeka. Jika dikaji lebih dalam, temuan penelitian ini menegaskan pentingnya desain kurikulum yang terintegrasi antara konten, metode, dan kebutuhan siswa. Kurikulum tidak cukup hanya menyajikan materi, tetapi juga harus dirancang agar memberi ruang bagi penggunaan media kreatif, metode bervariasi, dan asesmen yang berfungsi sebagai pemetaan kebutuhan siswa, bukan sekadar pengukuran hasil. Guru dalam hal ini memiliki peran strategis, bukan hanya sebagai penyampai materi, melainkan sebagai fasilitator yang menumbuhkan rasa ingin tahu, serta evaluator yang terus menyesuaikan strategi pembelajaran dengan kondisi siswa.

KESIMPULAN

Dari hasil kajian dapat disimpulkan bahwa matematika memiliki peran yang sangat penting dalam perkembangan ilmu pengetahuan. Matematika tidak hanya digunakan untuk menghitung, tetapi juga berfungsi sebagai bahasa universal yang membuat sains dapat dijelaskan dengan jelas, teratur, dan dapat diuji kembali. Hampir semua bidang ilmu, seperti fisika, kimia, biologi, bahkan ilmu sosial, membutuhkan matematika agar konsepnya bisa dipahami dan diterapkan dengan tepat.

Matematika juga menjadi dasar bagi lahirnya hukum-hukum dan teori dalam sains, misalnya dalam perhitungan stoikiometri di kimia, hukum energi di fisika, maupun analisis data di biologi. Tanpa matematika, sains hanya berupa kumpulan fakta yang sulit

dihubungkan. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang menggabungkan sains dan matematika, terutama dengan metode berbasis masalah dan proyek, dapat membuat siswa lebih paham, kritis, dan mampu menghubungkan teori dengan kehidupan sehari-hari.

Dengan demikian, penguasaan matematika tidak bisa dipisahkan dari sains. Keduanya saling melengkapi agar pengetahuan berkembang secara runtut, logis, dan bermanfaat, baik untuk kemajuan ilmu maupun untuk kehidupan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, U., Ramlawati, R., & Maming, R. (2021). Pembelajaran Kooperatif Tipe Make A Match Terhadap Hasil Belajar. *Diklabio: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Biologi*, 5(1), 83–92. <https://doi.org/10.33369/diklabio.5.1.83-92>
- Aslamiah, A., Lubis, N. C. P., Suadi, S., Sahyoni, S., Siregar, A. M. P., & Hayati, N. (2024). Edukasi Peran Sains dan Matematika di Era Modern di Pesantren Bi'satul Islamiyah. *Jurnal Pengembangan Dan Pengabdian Masyarakat Multikultural*, 2(1), 24-28. <https://doi.org/10.57152/batik.v2i1.1310>
- Buyung, & Burhanuddin, N. (2023). Sarana Berfikir Ilmiah (Bahasa, Logika, Matematika dan Statistik). *Revorma: Jurnal Pendidikan Dan Pemikiran*, 3(1), 1–13. <https://doi.org/10.62825/revorma.v3i1.38>
- Cahyana, F., Sukendro, S., & Sofwan, S. (2024). Peran Guru dalam Menumbuhkan Minat Belajar Peserta Didik pada Mata Pelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Tematik Dikdas*, 9(1), 45–57. <https://doi.org/10.22437/jptd.v9i1.29647>
- Chairina, & Dewi, H. I. (2025). Integrasi Kurikulum Cambridge dan Kurikulum 2013 pada Mata Pelajaran Matematika Kelas 4 Sekolah Dasar. *Instruksional*, 6(2), 1–10. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/instruksional/article/view/27570>
- Gea, C. J., Ndruru, E. J., Lase, S., & Laoli, M. E. L. (2024). Optimasi Penggunaan Pupuk dengan Model Matematika. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(2), 248–254. <https://doi.org/10.70134/penarik.v1i2.299>
- Helsa, Y., & Fitria, Y. (2019). Pengembangan Model Pembelajaran Science Ter-Integrasi Mathematics Berbasis PBL. *E-Tech*, 7(1), 391931. <https://doi.org/10.24036/et.v7i1.104474>

- Intan, Brilian, A., & Setyowati, F. F. W. (2024). Efektivitas Integrasi Kurikulum Stem di Sekolah Indonesia. *EDUCATION: Scientific Journal of Education*, 2(2), 135–144. <https://journal.csspublishing.com/index.php/education/article/view/1056>
- Karimatunnisa', K., & Aloysius, H. P. (2023). Identifikasi Miskonsepsi Konsep Stoikiometri pada Sumber Belajar Kimia SMA. *Jurnal Riset Pembelajaran Kimia*, 8(2), 102–110. <https://doi.org/10.21831/jrpk.v8i2.20632>
- Lestari, D. P., Thana, P. M., & Kamariah. (2025). Peran Matematika dalam Pendidikan STEM: Tinjauan Literatur Sistematis tentang Integritas Kurikulum dan Pendekatan Pedagogis. *Jurnal Ilmiah Edukasi Matematika*, 13(2), 139-156. <http://dx.doi.org/10.25139/>
- Maulidah, S. N., Iftinany, Z. N., Zahradia, R. E., Ikmawati, I., & Kurniawan, K. (2024). Tingkat Kualitas Pendidikan: Peran Materi MIPA dalam Mencapai Tujuan Pendidikan Nasional. *Populer: Jurnal Penelitian Mahasiswa*, 3(3), 277-286. <https://doi.org/10.58192/populer.v3i3.2563>
- Muchtar, M., & Muchtar, R. A. (2024). Integrasi Fitur Warna, Tekstur dan Renyi Fraktal untuk Klasifikasi Penyakit Daun Kentang Menggunakan Linear Discriminant Analysis. *Jurnal Memonic*, 7(1), 77–84. <https://doi.org/10.36040/mnemonic.v7i1.9258>
- Nurhayati, H., Rustaman, N. Y., Rusyati, L., & Agustin, R. R. (2025). Understanding The Concepts Of Energy, Change, and Utilization: Exploring Learning Challenges And Strategies For Junior High School Students. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 13(2), 206. <https://doi.org/10.20527/bipf.v13i2.21706>
- Priandini, S., Wahyuni, S. A., Susilawati, W., & Ariany, R. L. (2025). Sarang Lebah Sebagai Simbol Kesempurnaan Geometri dalam Alquran. *Jurnal Analisa*, 11(1), 35–46. <https://doi.org/10.15575/ja.v11i1.44256>
- Rahmawati, L., & Juandi, D. (2022). Pembelajaran Matematika dengan Pendekatan STEM: Systematic Literatur Review. *Teorema: Teori dan Riset Matematika*, 7(1), 149-160. <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v7i1.6914>
- Yulia. (2025). Studi Literatur Manajemen Laba Di Indonesia (Periode Tahun 2015 – 2024). *Jurnal Sistem Informasi Akuntansi*, 6(1), 58-64. <https://doi.org/10.31294/justian.v6i1.8868>