

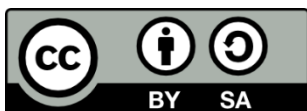


Modelo Sirius (Simulasi Interaktif Representasi IPA Untuk Sintesis) Berbasis Scratch MIT Pada Konsep Fotosintesis Siswa Kelas 4 SD

Eni Ristiyanti^{1✉},

Magister Pendidikan Dasar, Universitas Muria Kudus, Indonesia

email : 202403093@std.umk.ac.id



This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license
Copyright © 2025 by Author
Published by Forum Guru Wiyata Bhakti

Abstract

Understanding the concept of photosynthesis in elementary school students is often hampered by its abstract and complex nature. This research aims to develop *MODELO SIRIUS* (Interactive Simulation of Science Representation for Synthesis) based on Scratch MIT as a valid, practical, and effective learning medium for photosynthesis concepts. The development was carried out using the Research and Development (R&D) method of Borg & Gall's model, which includes ten systematic stages. The research was conducted at SD Negeri 5 Godong, Grobogan Regency, with 37 fourth-grade students as research subjects from January to April 2025. Data collection used interviews, observations, validation questionnaires, concept understanding tests, and student response questionnaires. Validation results show that *MODELO SIRIUS* has an excellent level of feasibility from material experts (92%), media experts (89%), and education practitioners (94%). Operational field tests showed a significant increase in understanding of photosynthesis concepts with an average pretest score of 62.43 to 85.16 on the posttest, with an N-gain of 0.72 (high category). The percentage of student misconceptions about materials needed for photosynthesis decreased from 75.68% to 18.92%. Student responses to *MODELO SIRIUS* were very positive (90.86%) with the highest aspects being learning motivation (95%) and display attractiveness (94%). The advantage of *MODELO SIRIUS* lies in its ability to visualize the photosynthesis process dynamically and interactively, accommodate various learning styles, and support independent learning through interactive simulations and immediate feedback.

Keywords: *MODELO SIRIUS*, Scratch-MIT, learning media, photosynthesis, Elementary School

Article History:

Received 2025-04-02

Revised 2025-04-15

Accepted 2025-04-18

DOI:

10.70277/jgsd.v2i1.3

Abstrak

Pemahaman konsep fotosintesis pada siswa sekolah dasar seringkali terkendala oleh sifatnya yang abstrak dan kompleks. Penelitian ini bertujuan mengembangkan *MODELO SIRIUS* (Simulasi Interaktif Representasi IPA Untuk Sintesis) berbasis Scratch MIT sebagai media pembelajaran konsep fotosintesis yang valid, praktis, dan efektif. Pengembangan dilakukan menggunakan metode Research and Development (R&D) model Borg & Gall yang meliputi sepuluh tahapan sistematis. Penelitian dilaksanakan di SD Negeri 5 Godong Kabupaten Grobogan dengan subjek penelitian 37 siswa kelas IV pada Januari hingga April 2025. Pengumpulan data menggunakan wawancara, observasi, angket validasi, tes pemahaman konsep, dan angket respons siswa. Hasil validasi menunjukkan *MODELO SIRIUS* memiliki tingkat kelayakan sangat baik dari ahli materi (92%), ahli media (89%), dan praktisi pendidikan (94%). Uji lapangan operasional

menunjukkan peningkatan signifikan pada pemahaman konsep fotosintesis dengan nilai rata-rata pretest 62,43 menjadi 85,16 pada posttest, dengan N-gain 0,72 (kategori tinggi). Persentase miskonsepsi siswa tentang bahan yang diperlukan untuk fotosintesis mengalami penurunan dari 75,68% menjadi 18,92%. Respon siswa terhadap MODEL SIRIUS sangat positif (90,86%) dengan aspek tertinggi pada motivasi belajar (95%) dan kemenarikan tampilan (94%). Keunggulan MODEL SIRIUS terletak pada kemampuannya memvisualisasikan proses fotosintesis secara dinamis dan interaktif, mengakomodasi berbagai gaya belajar, serta mendukung pembelajaran mandiri melalui simulasi interaktif dan umpan balik langsung.

Kata Kunci: MODEL SIRIUS, Scratch-MIT, media pembelajaran, konsep fotosintesis, Sekolah Dasar

PENDAHULUAN

Pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) di sekolah dasar memegang peranan strategis dalam pengembangan pemahaman siswa tentang fenomena alam dan proses-proses ilmiah di sekitar mereka. Efektivitas pembelajaran IPA tidak hanya bergantung pada transfer informasi verbal, tetapi juga pada keterlibatan aktif siswa dalam proses eksplorasi, pengamatan, dan penemuan, sebagaimana tercermin dalam pendekatan *experiential learning* dan *guided inquiry* yang terbukti meningkatkan keterampilan ilmiah dan hasil belajar siswa (Dinatha et al., 2023; Ibrahim & Hindi, 2024).

Salah satu konsep fundamental dalam kurikulum IPA sekolah dasar adalah *fotosintesis*, yaitu proses biologis kompleks yang menunjukkan interaksi antara organisme hidup dengan lingkungannya. Materi *fotosintesis* memiliki karakteristik abstrak karena melibatkan reaksi biokimia pada tingkat seluler, yang sulit divisualisasikan secara langsung. Hal ini menjadi tantangan bagi siswa pada tahap perkembangan kognitif operasional konkret, sebagaimana dijelaskan dalam teori Piaget. Oleh karena itu, anak-anak memerlukan representasi visual atau konkret untuk memahami konsep-konsep abstrak seperti *fotosintesis* (Nur'ariyani et al., 2023; Putri & Apriza, 2024).

Observasi awal dan wawancara dengan guru kelas IV di SD Negeri 5 Godong Kecamatan Godong Kabupaten Grobogan menunjukkan tiga permasalahan utama dalam pembelajaran materi *fotosintesis*. Pertama, keterbatasan media pembelajaran yang mampu menggambarkan proses *fotosintesis* secara dinamis dan interaktif. Kedua, rendahnya pemahaman siswa ditunjukkan oleh nilai rata-rata ulangan harian sebesar 65, yang berada di bawah Kriteria Ketuntasan Minimal (KKM) sebesar 75. Ketiga, teridentifikasinya miskonsepsi umum, seperti anggapan bahwa tumbuhan hanya memerlukan air dan cahaya matahari, tanpa memahami peran penting karbon dioksida sebagai bahan baku dalam proses *fotosintesis* (Viratama & Maskhuliah, 2023).

Studi terbaru oleh Purnama Sari dan Candra Sayekti (2023) menyoroti tantangan teknis yang dihadapi guru dalam mengimplementasikan aplikasi *Scratch* untuk pembelajaran IPA. Kendala tersebut meliputi kesulitan dalam penggunaan teknis serta pengembangan konten yang sesuai. Sebagai solusi, guru secara bertahap melakukan pelatihan melalui media sosial dan mencari referensi pembelajaran tambahan. Hasil penelitian ini menekankan pentingnya pengembangan kompetensi guru dalam pemanfaatan teknologi sebagai media pembelajaran interaktif dan efektif, termasuk dalam pembelajaran konsep abstrak seperti *fotosintesis*.

Penelitian oleh Akmalia et al. (2022) menyebutkan bahwa 56,57% guru sekolah dasar mengalami *miskonsepsi* pada materi *fotosintesis*, dan hanya sekitar 38% yang benar-benar memahami konsep tersebut dengan tepat. Temuan ini konsisten dengan studi Kismiati dan Hutasoit (2024), yang menunjukkan bahwa mayoritas guru SD mengalami kesalahan konsep mendasar pada topik seperti peran *klorofil*, waktu terjadinya fotosintesis, dan hasil dari proses tersebut. Kondisi ini berdampak signifikan terhadap kualitas pembelajaran dan pemahaman siswa, karena guru yang memiliki pemahaman keliru cenderung mereproduksi *miskonsepsi* dalam proses pengajaran (Kismiati & Hutasoit, 2024; Jančaříková & Jančařík, 2022).

Untuk itu, diperlukan media pembelajaran yang tidak hanya membantu siswa memahami konsep dengan benar, tetapi juga dapat menjadi sumber belajar akurat bagi guru. Era *digitalisasi* menawarkan peluang besar dalam pengembangan media pembelajaran berbasis teknologi. *Scratch MIT* merupakan salah satu platform potensial, yaitu bahasa pemrograman visual yang memungkinkan pengguna menciptakan animasi dan simulasi

interaktif tanpa perlu kemampuan pemrograman kompleks (Resnick et al., 2009; Maloney et al., 2010). Platform ini mendukung pendekatan *konstruksionis*, di mana siswa secara aktif membangun pemahaman melalui kreasi dan eksplorasi (Papert & Harel, 1991; Brennan & Resnick, 2012).

Efektivitas *Scratch* dalam pembelajaran IPA telah didemonstrasikan oleh Budiman et al. (2021), yang menemukan bahwa penggunaan *Scratch* dapat meningkatkan keterampilan *computational thinking* siswa. Meskipun penelitian dilakukan pada jenjang SMA, prinsip dasar seperti kolaborasi, berpikir algoritmik, dan representasi visual tetap relevan untuk jenjang SD jika disesuaikan dengan konteks usia. Selain itu, Rosmiati et al. (2024) melaporkan bahwa penggunaan media pembelajaran berbasis *Scratch* pada topik konversi suhu mampu meningkatkan hasil belajar siswa secara signifikan dan memotivasi mereka dalam memahami konsep fisika abstrak.

Berdasarkan potensi tersebut dan kebutuhan media visualisasi *fotosintesis*, penelitian ini mengembangkan *MODELO SIRIUS (Simulasi Interaktif Representasi IPA Untuk Sintesis)* sebagai media pembelajaran IPA untuk siswa kelas IV SD. *MODELO SIRIUS* mengintegrasikan elemen multimedia seperti animasi, simulasi, dan aktivitas interaktif agar siswa dapat mengeksplorasi proses *fotosintesis* secara mandiri dan komprehensif.

Pengembangan *MODELO SIRIUS* menggunakan metodologi *Research and Development (R&D)* model Borg & Gall, yang telah terbukti efektif dalam menghasilkan produk edukatif dengan validitas dan kepraktisan tinggi dalam konteks pendidikan dasar (Gall et al., 2003). Model ini menekankan pada identifikasi kebutuhan awal, validasi ahli, serta uji coba lapangan dalam konteks pembelajaran aktual.

Melalui pengembangan *MODELO SIRIUS*, diharapkan tercipta solusi konkret atas permasalahan pembelajaran *fotosintesis* di sekolah dasar, sekaligus berkontribusi dalam pengayaan sumber belajar teknologi untuk materi-materi IPA yang kompleks.

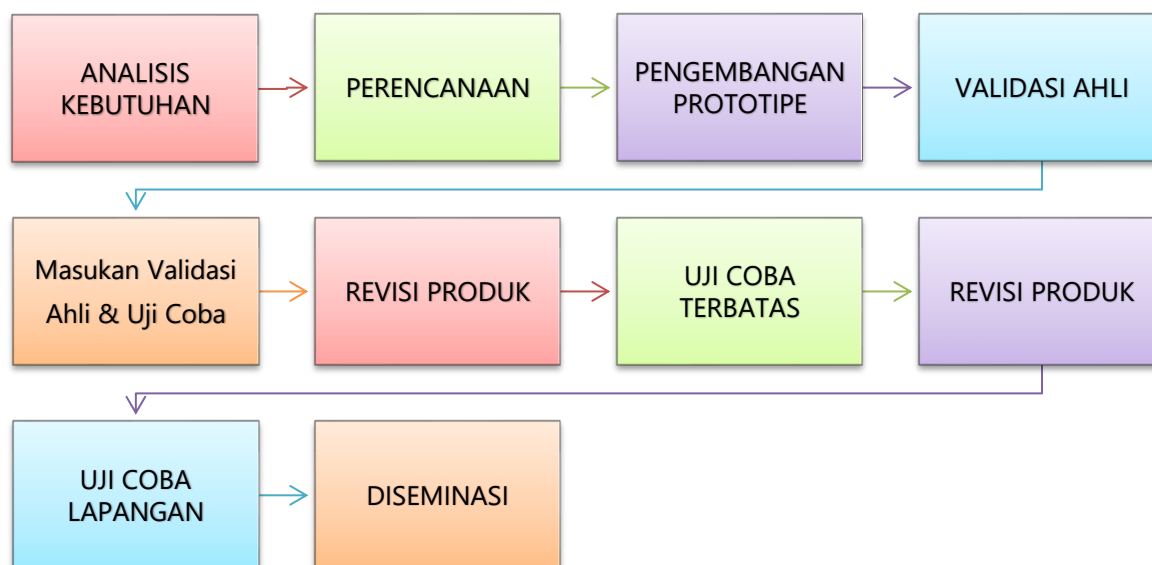
METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengimplementasikan metode *Research and Development (R&D)* dengan model pengembangan Borg & Gall yang terdiri dari sepuluh tahapan sistematis, yang terbukti efektif dalam menghasilkan produk pendidikan berbasis kebutuhan lapangan dan validasi empiris (Gall et al., 2003; Sukmadinata, 2016). Pemilihan model ini didasarkan pada kemampuannya dalam menghasilkan produk pembelajaran yang aplikatif dan terstruktur melalui serangkaian siklus pengembangan yang berorientasi pada kebutuhan pengguna (Sari et al., 2024; Sugiyono, 2019).

Subjek penelitian terdiri dari 37 siswa kelas IV di SD Negeri 5 Godong, Kecamatan Godong, Kabupaten Grobogan. Penelitian dilaksanakan selama empat bulan, dari Januari hingga April 2025. Rincian distribusi waktu pelaksanaan adalah sebagai berikut: Januari digunakan untuk studi pendahuluan dan pengembangan produk awal; Februari untuk uji coba awal dan revisi; Maret untuk uji coba lapangan; serta April untuk uji lapangan operasional, revisi akhir, dan diseminasi produk.

Teknik pengumpulan data mencakup: (1) observasi terhadap proses implementasi *MODELO SIRIUS* dalam pembelajaran IPA; (2) wawancara semi-terstruktur dengan guru dan siswa untuk menggali persepsi dan pengalaman mereka; (3) angket sebagai instrumen penilaian kepraktisan dan keterterimaan media dari siswa dan ahli; serta (4) tes yang digunakan untuk mengukur pemahaman konsep *fotosintesis* sebelum dan sesudah penggunaan *MODELO SIRIUS*. Penggunaan metode campuran ini konsisten dengan praktik terbaik dalam evaluasi media pembelajaran berbasis teknologi (Zaniyati & Rohmani, 2024).

Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Data kuantitatif berupa skor validasi ahli, respons angket, dan hasil tes siswa dianalisis dengan statistik deskriptif dan inferensial. Perhitungan *Normalized Gain (N-gain)* digunakan untuk mengukur efektivitas media terhadap peningkatan pemahaman konsep *fotosintesis* siswa. Analisis data kualitatif dilakukan dengan model interaktif dari Miles, Huberman, & Saldaña (2014), yang meliputi tahap *reduksi data*, *penyajian data*, dan *penarikan kesimpulan/verifikasi* secara sistematis.



Gambar 1. Tahapan Pelaksanaan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengembangan MODEL SIRIUS (Simulasi Interaktif Representasi IPA Untuk Sintesis) sebagai media pembelajaran fotosintesis menghasilkan beberapa temuan yang disajikan secara sistematis berdasarkan tahapan penelitian dan pengembangan model Borg & Gall.

Hasil Penelitian dan Pengumpulan Informasi

Analisis kebutuhan dilakukan melalui observasi pembelajaran dan wawancara dengan guru kelas IV SD Negeri 5 Godong. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan beberapa permasalahan dalam pembelajaran fotosintesis seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kebutuhan Pembelajaran Fotosintesis

No	Aspek	Temuan
1	Media Pembelajaran	Terbatasnya media visual dinamis untuk menjelaskan proses fotosintesis
2	Pemahaman Konsep	Nilai rata-rata ulangan harian tema fotosintesis 65 (di bawah KKM 75)
3	Miskonsepsi	78% siswa mengalami miskonsepsi terkait peran CO ₂ dalam fotosintesis
4	Sarana dan Prasarana	Tersedia laboratorium komputer dengan 20 unit komputer yang dapat dimanfaatkan
5	Kompetensi Teknologi	89% siswa sudah familiar dengan penggunaan komputer dasar

Analisis kurikulum mengidentifikasi Kompetensi Dasar (KD) yang relevan dengan materi fotosintesis pada kelas IV, yaitu KD 3.1 "Menganalisis hubungan antara bentuk dan fungsi bagian tumbuhan serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari" dan KD 4.1 "Menyajikan laporan hasil pengamatan tentang bentuk dan fungsi bagian tumbuhan serta pemanfaatannya dalam kehidupan sehari-hari".

Hasil Pengembangan Produk Awal

Pengembangan MODEL SIRIUS menghasilkan produk awal berupa media pembelajaran interaktif berbasis Scratch MIT yang terdiri dari beberapa komponen. Spesifikasi produk awal MODEL SIRIUS disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi Produk Awal MODEL SIRIUS

No	Komponen	Deskripsi
1	Antarmuka Utama	Tampilan beranda dengan menu: Pengenalan, Simulasi, Latihan, Evaluasi, dan Bantuan
2	Pengenalan Konsep	Animasi tentang pengertian fotosintesis dan komponen yang terlibat
3	Simulasi Interaktif	Simulasi proses fotosintesis dengan variabel yang dapat dimanipulasi (intensitas cahaya, jumlahCO ₂ , dan air)
4	Latihan	Aktivitas interaktif untuk mengidentifikasi bahan dan hasil fotosintesis
5	Evaluasi	Kuis interaktif dengan 15 soal pilihan ganda dan umpan balik langsung
6	Bantuan	Petunjuk penggunaan media dan glosarium
7	Platform	Dapat dijalankan secara offline atau online melalui Scratch MIT platform
8	Ukuran File	18 MB

Hasil Validasi Ahli

Produk awal MODELO SIRIUS divalidasi oleh tiga validator, yaitu ahli materi (dosen pendidikan IPA), ahli media pembelajaran, dan praktisi pendidikan (guru IPA SD). Hasil validasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Validasi Ahli Terhadap MODELO SIRIUS

No	Aspek Penilaian	Ahli Materi	Ahli Media	Praktisi	Rata-rata	Kategori
1	Kesesuaian materi dengan KD	95%	-	98%	96.50%	Sangat Layak
2	Keakuratan materi	90%	-	92%	91.00%	Sangat Layak
3	Kemutakhiran materi	88%	-	90%	89.00%	Sangat Layak
4	Mendorong keingintahuan	94%	-	95%	94.50%	Sangat Layak
5	Tampilan visual	-	88%	90%	89.00%	Sangat Layak
6	Interaktivitas	-	92%	90%	91.00%	Sangat Layak
7	Kemudahan penggunaan	-	90%	96%	93.00%	Sangat Layak
8	Desain pembelajaran	92%	87%	95%	91.33%	Sangat Layak
Rata-rata Keseluruhan		92%	89%	94%	91.67%	Sangat Layak

Berdasarkan hasil validasi pada Tabel 3, MODELO SIRIUS memperoleh penilaian rata-rata keseluruhan 91.67% dengan kategori "Sangat Layak". Para validator juga memberikan beberapa saran perbaikan yang menjadi dasar untuk revisi produk awal.

Hasil Uji Coba Lapangan

Uji coba lapangan dilakukan dengan melibatkan 10 siswa kelas IV SD Negeri 5 Godong yang dipilih secara purposive. Hasil tanggapan siswa terhadap MODELO SIRIUS disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Tanggapan Siswa pada Uji Coba Lapangan

No	Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
1	Kemenarikan tampilan	92%	Sangat Baik
2	Kejelasan materi	87%	Sangat Baik
3	Kemudahan penggunaan	85%	Sangat Baik
4	Interaktivitas	90%	Sangat Baik
5	Motivasi belajar	94%	Sangat Baik
Rata-rata	89.6%		Sangat Baik

Selain data kuantitatif, hasil wawancara dengan siswa menunjukkan bahwa mereka antusias menggunakan MODELO SIRIUS dan merasa lebih mudah memahami konsep fotosintesis. Beberapa siswa mengusulkan penambahan lebih banyak animasi dan contoh dalam kehidupan sehari-hari.

Hasil Uji Lapangan Operasional

Uji lapangan operasional melibatkan 37 siswa kelas IV SD Negeri 5 Godong. Pengujian menggunakan desain one-group pretest-posttest untuk mengetahui efektivitas MODELO SIRIUS dalam meningkatkan pemahaman konsep fotosintesis. Hasil tes pemahaman konsep fotosintesis disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pretest dan Posttest Pemahaman Konsep Fotosintesis

Jenis Tes	Nilai Terendah	Nilai Tertinggi	Nilai Rata-rata	Standar Deviasi	Ketuntasan
Pretest	40	78	62.43	9.87	27.03%
Posttest	70	98	85.16	7.56	91.89%

Untuk mengukur peningkatan pemahaman konsep fotosintesis, dilakukan analisis N-gain (Normalized Gain). Hasil analisis N-gain disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis N-gain Pemahaman Konsep Fotosintesis

Interval N-gain	Kategori	Frekuensi	Persentase
$g \geq 0.7$	Tinggi	18	48.65%
$0.3 \leq g < 0.7$	Sedang	19	51.35%
$g < 0.3$	Rendah	0	0.00%
Rata-rata N-gain	0.72	-	-

Hasil analisis N-gain pada Tabel 6 menunjukkan bahwa rata-rata peningkatan pemahaman konsep fotosintesis siswa setelah menggunakan MODELO SIRIUS adalah 0.72, yang termasuk dalam kategori tinggi.

Respons siswa terhadap MODELO SIRIUS pada uji lapangan operasional juga dikumpulkan melalui angket. Hasil respons siswa disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Respons Siswa pada Uji Lapangan Operasional

No	Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
1	Kemenarikan tampilan	94%	Sangat Baik

No	Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
2	Kejelasan materi	89%	Sangat Baik
3	Kemudahan penggunaan	87%	Sangat Baik
4	Interaktivitas	92%	Sangat Baik
5	Motivasi belajar	95%	Sangat Baik
6	Pemahaman konsep	91%	Sangat Baik
7	Kemandirian belajar	88%	Sangat Baik
Rata-rata	90.86%	Sangat Baik	

Selain peningkatan pemahaman konsep, penggunaan MODELO SIRIUS juga berdampak pada penurunan miskonsepsi siswa tentang fotosintesis. Hasil identifikasi miskonsepsi sebelum dan sesudah penggunaan MODELO SIRIUS disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Persentase Miskonsepsi Siswa Sebelum dan Sesudah Penggunaan MODELO SIRIUS

No	Konsep Fotosintesis	Persentase Miskonsepsi		Penurunan
		Sebelum	Sesudah	
1	Pengertian fotosintesis	45.95%	8.11%	37.84%
2	Bahan yang diperlukan untuk fotosintesis	75.68%	18.92%	56.76%
3	Peranan klorofil	59.46%	13.51%	45.95%
4	Hasil fotosintesis	48.65%	10.81%	37.84%
5	Faktor yang mempengaruhi fotosintesis	62.16%	16.22%	45.94%
	Rata-rata	58.38%	13.51%	44.87%

Berdasarkan Tabel 8, penggunaan MODELO SIRIUS mampu menurunkan miskonsepsi siswa tentang fotosintesis dengan rata-rata penurunan sebesar 44.87%.

Hasil Produk Akhir

Berdasarkan hasil uji lapangan operasional, dilakukan revisi akhir pada MODELO SIRIUS sehingga menghasilkan produk akhir yang siap diimplementasikan. Spesifikasi produk akhir MODELO SIRIUS disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Spesifikasi Produk Akhir MODELO SIRIUS

No	Komponen	Deskripsi
1	Antarmuka Utama	Tampilan beranda dengan menu: Pengenalan, Simulasi, Latihan, Evaluasi, Pengayaan, dan Bantuan
2	Pengenalan Konsep	Animasi tentang pengertian fotosintesis dan komponen yang terlibat dengan tambahan contoh dalam kehidupan sehari-hari

No	Komponen	Deskripsi
3	Simulasi Interaktif	Simulasi proses fotosintesis dengan variabel yang dapat dimanipulasi (intensitas cahaya, jumlah CO ₂ , air, dan suhu)
4	Latihan	Aktivitas interaktif untuk mengidentifikasi bahan dan hasil fotosintesis dengan 3 tingkat kesulitan
5	Evaluasi	Kuis interaktif dengan 20 soal pilihan ganda, umpan balik langsung, dan analisis hasil
6	Pengayaan	Materi tambahan tentang peran fotosintesis dalam ekosistem dan penerapan konsep fotosintesis dalam teknologi
7	Bantuan	Petunjuk penggunaan media, glosarium, dan FAQ
8	Platform	Dapat dijalankan secara offline atau online melalui Scratch MIT platform, dengan versi aplikasi standalone
9	Ukuran File	22 MB



Gambar 2. Uji Coba Luas bersama guru (Penulis, 2025)



Gambar 3. Uji Coba Luas dengan siswa (Penulis, 2025)

Produk akhir *MODELO SIRIUS* telah disempurnakan berdasarkan masukan dari seluruh tahapan uji coba, dengan penambahan fitur-fitur baru seperti materi pengayaan, tingkat kesulitan latihan yang bervariasi, dan aplikasi standalone yang memudahkan penggunaan tanpa perlu koneksi internet.

Pembahasan

Pengembangan *MODELO SIRIUS* sebagai media pembelajaran *fotosintesis* untuk siswa kelas IV SD menghasilkan sejumlah temuan penting yang perlu dianalisis berdasarkan tiga aspek utama, yaitu *validitas*, *kepraktisan*, dan *efektivitas*, serta implikasinya terhadap pembelajaran IPA di sekolah dasar.

Validitas *MODELO SIRIUS* sebagai Media Pembelajaran *Fotosintesis*

Validasi oleh ahli materi, media, dan praktisi pendidikan menunjukkan bahwa *MODELO SIRIUS* memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik, dengan skor rata-rata sebesar 91,67%. Aspek kesesuaian materi dengan *Kompetensi Dasar* mendapatkan skor tertinggi (96,50%), yang menunjukkan bahwa konten *MODELO SIRIUS* telah sepenuhnya selaras dengan kurikulum nasional. Hal ini sejalan dengan pendapat Sukmadinata dan Syaodih (2018) yang menekankan pentingnya keterpaduan antara media pembelajaran dan standar kurikulum.

Aspek keakuratan materi mendapat skor 91,00%, menandakan bahwa konsep *fotosintesis* disajikan secara ilmiah dan bebas dari *miskonsepsi*. Ini sangat relevan mengingat tingginya prevalensi *miskonsepsi* terkait *fotosintesis* di kalangan guru dan siswa sekolah dasar (Kismiati & Hutasoit, 2024). Visualisasi dalam *MODELO*

SIRIUS—seperti peran *klorofil*, pengambilan karbon dioksida melalui *stomata*, dan transformasi energi dalam *kloroplas*—memberikan representasi akurat terhadap proses yang abstrak dan mikroskopis.

Fitur interaktivitas *MODELO SIRIUS* juga mendapat skor tinggi (91,00%). Dengan menggunakan *Scratch MIT* sebagai platform, media ini memungkinkan siswa memanipulasi variabel seperti intensitas cahaya, jumlah karbon dioksida, dan ketersediaan air. Simulasi ini mendukung pembelajaran berbasis *inkuiri*, di mana siswa dapat merumuskan hipotesis dan mengujinya secara virtual—sejalan dengan prinsip *constructivist learning* (Sumalia & Listiaji, 2024).

Kepraktisan *MODELO SIRIUS* dalam Pembelajaran Fotosintesis

Hasil uji coba lapangan menunjukkan respons positif dari siswa, dengan nilai rata-rata kepraktisan sebesar 89,6%. Aspek motivasi belajar mendapatkan skor tertinggi (94%), yang mencerminkan bahwa tampilan animasi, karakter yang menyenangkan, dan *feedback* instan mampu membangkitkan antusiasme siswa. Ini selaras dengan prinsip desain multimedia oleh Mayer (2020) dan juga ditegaskan oleh Zahra et al. (2024), yang menyatakan bahwa media berbasis *Scratch* meningkatkan daya tarik dan efektivitas pembelajaran IPA.

Pada uji operasional, penilaian meningkat menjadi 90,86%. Aspek pemahaman konsep memperoleh nilai 91%, yang memperlihatkan keberhasilan media dalam mendukung internalisasi konsep *fotosintesis*. Kemandirian belajar (88%) juga menunjukkan bahwa *MODELO SIRIUS* memungkinkan siswa mengeksplorasi materi secara mandiri berkat antarmuka yang intuitif dan narasi yang mudah dipahami. Hal ini sangat penting dalam mendorong *self-regulated learning* yang menjadi kompetensi kunci abad ke-21 (Boekaerts et al., 2017; Zimmerman & Schunk, 2011).

Efektivitas *MODELO SIRIUS* dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Fotosintesis

Analisis hasil belajar menunjukkan peningkatan signifikan pada nilai rata-rata pretest (62,43; ketuntasan 27,03%) menjadi nilai posttest (85,16; ketuntasan 91,89%). Perhitungan *N-gain* sebesar 0,72 menunjukkan peningkatan dengan kategori tinggi. Ini membuktikan bahwa *MODELO SIRIUS* efektif dalam meningkatkan pemahaman konsep siswa.

Penurunan *miskonsepsi* dari 75,68% menjadi 18,92% pada konsep bahan yang dibutuhkan dalam fotosintesis menunjukkan terjadinya perubahan konseptual yang signifikan. Strategi simulasi interaktif dalam media ini menciptakan *cognitive conflict* yang mendorong siswa untuk merevisi pengetahuan awal yang keliru (Chi & Roscoe, 2002; Vosniadou, 2019).

Efektivitas ini dapat dijelaskan melalui pendekatan *dual channel processing* dan *multimodal representation* yang digunakan oleh *MODELO SIRIUS*. Media ini mengintegrasikan teks, audio, animasi, dan interaksi taktil secara simultan, sesuai teori *Cognitive Theory of Multimedia Learning* (Mayer, 2020; Sweller et al., 2019).

Implikasi *MODELO SIRIUS* terhadap Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar

Temuan penelitian ini membawa lima implikasi penting:

1. **Transformasi Pembelajaran IPA melalui Teknologi *Scratch***
MODELO SIRIUS menunjukkan bahwa *visual programming tools* seperti *Scratch* dapat digunakan tidak hanya untuk mengenalkan logika pemrograman, tetapi juga sebagai media untuk menyampaikan konsep sains yang kompleks secara interaktif (Maola & Irianto, 2023).
2. **Efektivitas Representasi Multipel**
Penggunaan teks, gambar, audio, dan interaktivitas mampu mengakomodasi berbagai gaya belajar dan meningkatkan retensi (Ainsworth, 2006). Pendekatan ini juga mendukung siswa dengan kebutuhan khusus atau latar belakang yang beragam.
3. **Penguatan Pembelajaran Berbasis Simulasi**
MODELO SIRIUS memungkinkan siswa mengamati fenomena abstrak seperti fotosintesis secara *real-time*, mengatasi keterbatasan alat eksperimen di SD. Hal ini mendukung pembelajaran berbasis *virtual inquiry* (de Jong et al., 2013).
4. **Pembelajaran yang Personal dan Adaptif**
Siswa dapat belajar sesuai kecepatan masing-masing melalui *feedback loops* dan jalur eksplorasi bebas. Pendekatan ini mendukung *differentiated instruction* dan inklusi (Tomlinson, 2014; Subban, 2016).
5. **Penguatan Integrasi Kurikulum dan STEAM**
Melalui penggunaan *MODELO SIRIUS*, siswa tidak hanya belajar sains, tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir komputasional, visualisasi data, dan literasi digital, mendukung pendekatan *STEAM* (Henriksen, 2014; English, 2017).

Namun demikian, implementasi luas masih menghadapi tantangan seperti keterbatasan perangkat di sekolah dan rendahnya literasi digital guru. Oleh karena itu, perlu pengembangan versi ringan *MODELO SIRIUS*, pelatihan guru, dan dukungan kebijakan dari pemangku kepentingan.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pengembangan *MODELO SIRIUS* (Simulasi Interaktif Representasi IPA Untuk Sintesis) sebagai media pembelajaran fotosintesis pada siswa kelas IV SD Negeri 5 Godong Kecamatan Godong Kabupaten Grobogan telah menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif. *MODELO SIRIUS* dikembangkan menggunakan metode Research and Development (R&D) model Borg & Gall dengan platform Scratch MIT sebagai basis pengembangan.

Produk *MODELO SIRIUS* yang dihasilkan memiliki tingkat kelayakan yang sangat baik berdasarkan validasi ahli materi (92%), ahli media (89%), dan praktisi pendidikan (94%). Secara keseluruhan, *MODELO SIRIUS* mendapatkan penilaian 91,67% yang termasuk dalam kategori sangat layak. Hasil ini menunjukkan bahwa *MODELO SIRIUS* telah memenuhi standar kualitas dari aspek konten materi, desain media, dan kelayakan pedagogis.

Dari segi kepraktisan, *MODELO SIRIUS* mendapatkan respons yang sangat positif dari siswa pada uji coba lapangan (89,6%) dan uji lapangan operasional (90,86%). Aspek yang mendapatkan penilaian tertinggi adalah motivasi belajar (95%) dan kemenarikan tampilan (94%), yang mengindikasikan bahwa *MODELO SIRIUS* berhasil membangkitkan minat dan antusiasme siswa dalam mempelajari konsep fotosintesis.

Efektivitas *MODELO SIRIUS* dalam meningkatkan pemahaman konsep fotosintesis terbukti melalui peningkatan hasil belajar siswa dari rata-rata pretest 62,43 menjadi 85,16 pada posttest, dengan nilai N-gain sebesar 0,72 yang termasuk dalam kategori tinggi. Selain itu, *MODELO SIRIUS* juga berhasil menurunkan miskonsepsi siswa tentang fotosintesis dengan rata-rata penurunan sebesar 44,87%.

Keunggulan *MODELO SIRIUS* terletak pada kemampuannya dalam memvisualisasikan proses fotosintesis secara dinamis dan interaktif, mengakomodasi berbagai gaya belajar siswa, dan mendukung pembelajaran mandiri. Fitur simulasi interaktif memungkinkan siswa untuk memanipulasi variabel yang mempengaruhi fotosintesis dan mengamati dampaknya, sehingga memfasilitasi pembelajaran berbasis inkuiri.

Meskipun demikian, implementasi *MODELO SIRIUS* secara luas masih menghadapi beberapa tantangan, terutama terkait ketersediaan infrastruktur teknologi dan kompetensi digital guru. Tantangan ini perlu diatasi melalui strategi yang komprehensif yang melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam ekosistem pendidikan.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan dan implementasi *MODELO SIRIUS* lebih lanjut:

Bagi Guru: Dalam mengimplementasikan *MODELO SIRIUS*, guru direkomendasikan untuk mengintegrasikannya dengan pendekatan pembelajaran yang konstruktivis, seperti pembelajaran berbasis inkuiri atau problem-based learning. Guru juga perlu memberikan scaffolding yang memadai bagi siswa yang masih mengalami kesulitan dalam menggunakan *MODELO SIRIUS* atau memahami konsep fotosintesis.

Bagi Sekolah: Sekolah perlu memfasilitasi penggunaan *MODELO SIRIUS* dengan menyediakan infrastruktur teknologi yang memadai, seperti komputer atau tablet dengan spesifikasi yang cukup untuk menjalankan *MODELO SIRIUS*. Sekolah juga perlu mendukung pengembangan kompetensi digital guru melalui pelatihan atau workshop.

Bagi Pengembang Media Pembelajaran: Pengembangan lebih lanjut dapat diarahkan pada perluasan cakupan materi dalam *MODELO SIRIUS*, seperti integrasi materi fotosintesis dengan materi lain seperti respirasi atau siklus karbon. Pengembangan versi *MODELO SIRIUS* untuk platform mobile juga dapat meningkatkan aksesibilitas dan jangkauan penggunaannya.

Bagi Peneliti Selanjutnya: Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada analisis dampak jangka panjang penggunaan *MODELO SIRIUS* terhadap pemahaman konsep fotosintesis, transfer pengetahuan ke konteks lain, atau pengembangan keterampilan computational thinking siswa. Penelitian juga dapat diarahkan pada pengembangan model integrasi *MODELO SIRIUS* dalam kurikulum IPA secara menyeluruh.

Bagi Pembuat Kebijakan: Perlu ada dukungan kebijakan yang memfasilitasi pengembangan dan implementasi media pembelajaran berbasis teknologi seperti MODELO SIRIUS, termasuk dalam hal penyediaan dana, pelatihan guru, dan pengembangan kurikulum yang mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran.

Pengembangan MODELO SIRIUS merupakan langkah awal dalam inovasi pembelajaran IPA di sekolah dasar menggunakan teknologi berbasis pemrograman visual. Dengan dukungan dan pengembangan lebih lanjut, MODELO SIRIUS dapat menjadi model untuk pengembangan media pembelajaran interaktif pada materi-materi lain dalam IPA, sehingga berkontribusi pada peningkatan kualitas pembelajaran IPA di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(3), 183–198. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Boekaerts, M., de Koning, E., & Vedder, P. (2017). Self-regulated learning: A key to success in lifelong learning. *Current Directions in Psychological Science*, 25(6), 1–6.
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association*.
- Budiman, A., Supriyatno, T., & Prihatmoko, E. (2021). Meta-analisis pengaruh penggunaan Scratch terhadap keterampilan computational thinking. *Jurnal Pembelajaran Fisika*.
- Chi, M. T. H., & Roscoe, R. D. (2002). The processes and challenges of conceptual change. *Cognitive Psychology*, 6(3), 261–281.
- de Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305–308.
- Dinatha, N. M., Qondias, D., Laksana, D. N. L., Dhena, G. V. A., & Meme, Y. O. (2023). Science learning strategies in elementary schools. *International Journal of Instructions and Language Studies*. <https://doi.org/10.25078/ijils.v1i2.3190>
- English, L. D. (2017). Advancing elementary and middle school STEM education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(1), 5–24.
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2003). *Educational research: An introduction* (7th ed.). Boston: Allyn and Bacon.
- Henriksen, D. (2014). Full STEAM ahead: Creativity in excellent STEM teaching practices. *The STEAM Journal*, 1(2), 15.
- Jančaříková, K., & Jančařík, A. (2022). How to teach photosynthesis? A review of academic research. *Sustainability*, 14(20), 13529. <https://doi.org/10.3390/su142013529>
- Khalil, H. A., Abdul, F., & Hindi, M. (2024). The effectiveness of experiential learning strategy in achieving science subject competence among fifth grade elementary school students. *Evolutionary Studies in Imaginative Culture*. <https://doi.org/10.70082/esiculture.vi.1039>
- Kismiati, D. A., & Hutasoit, L. R. (2024). Teacher misconceptions: A phenomenon of the lack of knowledge in science subjects. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(6). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i6.7226>
- Maloney, J., Resnick, M., Rusk, N., Silverman, B., & Eastmond, E. (2010). The Scratch programming language and environment. *ACM Transactions on Computing Education*, 10(4), 1–15. <https://doi.org/10.1145/1868358.1868363>
- Maola, P. S., & Irianto, D. M. (2023). Development of interactive media Scratch-based educational games on environmental conservation materials in elementary schools. *Jurnal Kependidikan*. <https://doi.org/10.33394/jk.v9i4.9254>
- Mayer, R. E. (2020). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Nur'ariyani, S., Jumyati, J., Yuliyanti, Y., Nulhakim, L., & Leksono, S. M. (2023). Scientific approach to learning science in elementary schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.3680>
- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. In *Constructionism* (pp. 1–11).
- Purnamasari, B. Y., & Sayekti, I. C. (2023). Talking stick learning model assisted by media question box: Effectiveness on science learning outcomes in elementary schools. *Journal of Education Research and Evaluation*, 7(1), 104–112. <https://doi.org/10.23887/jere.v7i1.58196>
- Putri, S. A., Rohmani, B., Apriza, B., & Elizar. (2024). Effectiveness of using animation videos in science learning in elementary schools: A systematic literature review. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 7(3), 456–466. <https://doi.org/10.23887/ijerr.v7i3.82242>
- Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., ... & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, 52(11), 60–67. <https://doi.org/10.1145/1592761.1592779>
- Rosmiati, S., Nurjanah, & Sulastri. (2024). Efektivitas media pembelajaran fisika berbasis Scratch pada materi

konversi suhu. *Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika*.

Sari, I. P., Rohmani, R., & Nisa', K. (2024). Analysis of the effectiveness of using flipbook-based e-modules in science learning in elementary schools. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i6.615>

Subban, P. (2016). Differentiated instruction: A research basis. *International Education Journal*, 7(7), 935–947.

Sugiyono. (2019). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sukmadinata, N. S. (2016). *Metode penelitian pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya.

Sumalia, R., & Listiaji, P. (2024). Scratch-based science interactive animation media to improve concept understanding of junior high school learners. *Journal for Lesson and Learning Studies*, 7(2), 112–120. <https://doi.org/10.23887/jlls.v7i2.77645>

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2019). *Cognitive load theory* (2nd ed.). Springer.

Tomlinson, C. A. (2014). *The differentiated classroom: Responding to the needs of all learners* (2nd ed.). ASCD.

Viratama, I. P., & Maskhuliah, P. (2023). Analysis of the causes of science learning difficulties for elementary school students. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, 7(2). <https://doi.org/10.33487/edumaspul.v7i2.6861>

Vosniadou, S. (2019). The development of students' understanding of science. *Frontiers in Psychology*, 10, 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01696>

Zahra, A. S., Usman, H., & Wardhani, P. (2024). Analisis kebutuhan pengembangan media game Scratch dengan pendekatan TPACK pada muatan IPA kelas IV SD. *Reslaj*. <https://doi.org/10.47467/reslaj.v6i6.2478>

Zaniyati, M., & Rohmani, R. (2024). Analysis of the effectiveness of pop-up book media on science learning in elementary schools. *IJORER: International Journal of Recent Educational Research*. <https://doi.org/10.46245/ijorer.v5i4.641>

Zimmerman, B. J., & Schunk, D. H. (2011). *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives* (2nd ed.). Routledge.