

**PENGEMBANGAN BUKU SAKU *BIOENTREPRENEUR* BERBASIS
STEM UNTUK MENINGKATKAN MINAT BERWIRAUSAHA DAN
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA BIOLOGI FMIPA
UNIMED**

Rega A Rastanura Sembiring Milala¹, Hasruddin², Herbert Sipahutar³
Universitas Negeri Medan^{1,2,3}
milalarega@gmail.com¹

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan Buku Saku *Bioentrepreneur* Berbasis STEM yang memenuhi kriteria kepraktisan untuk digunakan dalam pembelajaran mahasiswa Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan, serta untuk mengetahui minat berwirausaha dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah penerapan buku saku tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan dengan model ADDIE yang meliputi tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi, dan evaluasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Buku Saku *Bioentrepreneur* Berbasis STEM dinyatakan valid oleh para ahli. Buku saku yang dikembangkan terbukti praktis dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Selain itu, Buku Saku *Bioentrepreneur* Berbasis STEM memberikan dampak positif dan signifikan terhadap minat berwirausaha mahasiswa serta efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Simpulan, Buku Saku *Bioentrepreneur* Berbasis STEM layak digunakan sebagai bahan ajar untuk mendukung pembelajaran dan pengembangan keterampilan abad ke-21 mahasiswa.

Kata Kunci: Berpikir Kritis, *Bioentrepreneur*, Buku Saku, Minat Wirausaha

ABSTRACT

This study aimed to develop a STEM-based Bioentrepreneur Pocket Book that meets practicality criteria for use in learning activities for Biology students at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Universitas Negeri Medan, and to examine students' entrepreneurial interest and critical thinking skills after its implementation. The research method employed was development research using the ADDIE model, which consists of analysis, design, development, implementation, and evaluation stages. The results indicate that the STEM-based Bioentrepreneur Pocket Book was validated by experts. The developed pocket book was proven to be practical and effective in improving students' learning outcomes. Furthermore, the STEM-based Bioentrepreneur Pocket Book had a positive and significant impact on students' entrepreneurial interest and was effective in enhancing their critical thinking skills. In conclusion, the STEM-based

Bioentrepreneur Pocket Book is feasible to be used as instructional material to support learning and the development of students' 21st-century skills.

Keywords: *Critical Thinking, Bioentrepreneur, Pocket Book, Entrepreneurial Interest*

PENDAHULUAN

Mata kuliah *Bioentrepreneur* merupakan salah satu mata kuliah yang diberikan kepada mahasiswa Biologi yang sedang menempuh jalur pendidikan tingkat sarjana di FMIPA Universitas Negeri Medan. Visi mata kuliah ini adalah menghasilkan lulusan yang inovatif dan berjiwa *Bioentrepreneur* serta mampu mengembangkan solusi untuk menciptakan inovasi yang dapat diaplikasikan dalam dunia pendidikan, dunia usaha, serta pengabdian kepada masyarakat yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Visi tersebut akan melahirkan lulusan yang memiliki minat tinggi berwirausaha dan kemampuan berpikir kritis guna menjawab segala tantangan di masa setelah tamat nanti.

Pengangguran terdidik di kalangan lulusan perguruan tinggi di Indonesia pada tahun 2023 tercatat sekitar 6,23% (BPS, 2023). Masalah rendahnya minat berwirausaha juga terjadi secara nasional. Badan Pusat Statistik pada tahun 2023 mencatat bahwa persentase kewirausahaan di Indonesia hanya mencapai 3,47%, yang lebih rendah dibandingkan dengan negara-negara tetangga seperti Singapura (8,76%) dan Thailand (5%). Oleh karena itu, penting untuk melakukan upaya mendorong kewirausahaan di kalangan mahasiswa Biologi Universitas Negeri Medan agar mereka memiliki minat *Bioentrepreneur* dan kemampuan berpikir kritis yang tinggi.

Berdasarkan penelitian Milala dan Hasruddin (2024) di Pendidikan Biologi Universitas Negeri Medan, minat dan pengetahuan mahasiswa tergolong sedang, dengan 14,63% memiliki minat tinggi, 73,17% memiliki minat sedang, dan 12,20% memiliki minat rendah. Adapun hasil belajar menunjukkan bahwa 18,29% mahasiswa memiliki hasil belajar tinggi, 58,54% hasil belajar sedang, dan 23,17% hasil belajar rendah. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan kepada mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Negeri Medan, ditemukan bahwa mahasiswa Biologi memiliki beberapa permasalahan dalam pembelajaran *Bioentrepreneur*. Salah satu permasalahan tersebut adalah kurangnya buku penunjang yang relevan dalam perkuliahan *Bioentrepreneur*, yang menyebabkan mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami dan mengaplikasikan konsep-konsep kewirausahaan dalam konteks biologi. Buku penunjang yang kreatif dan praktis sangat diperlukan untuk memperkaya materi perkuliahan dan memberikan panduan praktis mengenai pemanfaatan ilmu biologi dalam menciptakan peluang bisnis yang inovatif.

Wardani et al. (2025) dalam penelitiannya menekankan bahwa buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM Pratama membantu mahasiswa menghubungkan

teori dengan praktik secara langsung, yang sangat penting dalam membangun minat berwirausaha. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa buku saku berbasis STEM efektif dalam meningkatkan minat dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Anita et al. (2021) berpendapat bahwa buku saku digital berbasis STEM yang dikembangkan menggunakan model ADDIE terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa, yang merupakan indikator utama dari kemampuan berpikir kritis. Pendekatan berbasis STEM memberikan struktur pembelajaran yang menantang serta mendorong mahasiswa untuk berpikir lebih mendalam dan kritis dalam menghadapi masalah.

Penelitian oleh Widiana dan Rosy (2021) menunjukkan bahwa buku saku digital berbasis STEM berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa dengan nilai efektivitas yang tinggi dan tingkat kepraktisan yang diakui oleh siswa. Temuan ini mengindikasikan bahwa buku saku yang dirancang dengan pendekatan praktis dan berbasis teknologi dapat mengarahkan mahasiswa untuk lebih aktif terlibat dalam proses pembelajaran, yang pada gilirannya mengembangkan kemampuan berpikir kritis mereka. Studi oleh Lala Bella dan Bramianto Setiawan (2023) mengungkapkan bahwa buku saku berbasis STEM yang diterapkan pada siswa sekolah dasar berhasil meningkatkan kemampuan berpikir kritis. Hal ini menunjukkan bahwa buku saku dapat digunakan sebagai alat yang efektif pada berbagai tingkat pendidikan untuk menumbuhkan kemampuan analitis dan reflektif, terutama ketika materi disampaikan secara menarik dan kontekstual.

Penelitian oleh Khomairroh et al. (2014) mengenai buku saku berbasis literasi sains untuk pembelajaran IPA menunjukkan hasil yang serupa, yaitu adanya peningkatan signifikan kemampuan berpikir kritis siswa di madrasah. Temuan ini memperlihatkan bahwa buku saku berbasis STEM tidak hanya cocok untuk mata pelajaran tertentu, tetapi juga dapat diadaptasi untuk berbagai bidang ilmu, termasuk ilmu biologi dan teknologi, yang menjadi kunci dalam pengembangan *Bioentrepreneurship*. Utari (2020) menunjukkan bahwa buku saku digital berbasis STEM mampu meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa. Hasil ini memperlihatkan bahwa buku saku berbasis STEM yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang lebih holistik dan relevan serta memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

Hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa pengembangan dan implementasi buku saku berbasis STEM merupakan langkah penting dalam meningkatkan minat berwirausaha dan kemampuan berpikir kritis pada mata kuliah *Bioentrepreneur* di Biologi Universitas Negeri Medan. Buku saku diharapkan dapat memberikan panduan praktis yang menghubungkan pengetahuan ilmiah *Bioentrepreneur* dengan empat elemen STEM. Buku saku ini dapat memberikan mahasiswa pemahaman mengenai langkah-langkah yang perlu diambil dalam memulai dan mengelola usaha berbasis biologi, serta membantu mahasiswa dalam

mengidentifikasi peluang usaha yang berkelanjutan. Dengan menggunakan buku saku berbasis STEM, mahasiswa dapat memperoleh pengetahuan yang lebih mendalam tentang cara mengembangkan produk *Bioentrepreneur*, melakukan riset pasar, dan menyusun strategi bisnis, yang pada akhirnya berdampak pada kemampuan berpikir kritis mahasiswa Biologi Universitas Negeri Medan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah metode pengembangan. Model pengembangan yang diterapkan yaitu model ADDIE, yang terdiri atas tahap (A) analisis, (D) desain, (D) pengembangan, (I) implementasi, dan (E) evaluasi. Objek dalam penelitian ini adalah buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM. Penelitian ini diselenggarakan pada Program Studi Biologi FMIPA Universitas Negeri Medan yang beralamat di Jalan Willem Iskandar, Pasar V Medan Estate, Percut Sei Tuan, Deli Serdang, 20221, Sumatera Utara. Penelitian dilaksanakan pada Semester Ganjil Tahun Akademik 2025/2026, yaitu pada bulan Juli sampai dengan September 2025.

HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa model pengembangan buku saku berbasis STEM dapat dilihat dari lima tahapan pengembangan.

Analisis Kebutuhan Pengembangan Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM

Analisis kebutuhan dilakukan untuk mengetahui sejauh mana mahasiswa memiliki pemahaman dan wawasan mengenai konsep *Bioentrepreneur* serta keterkaitannya dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Hasil analisis ini digunakan untuk merancang materi buku saku yang mengintegrasikan aspek sains, teknologi, rekayasa proses, dan perhitungan ekonomi secara sederhana. Analisis ini menjadi dasar dalam penyusunan konten buku saku yang menekankan pemanfaatan ilmu biologi secara aplikatif dan bernilai ekonomi. Analisis ini digunakan untuk merancang materi buku saku yang mengintegrasikan konsep biologi, teknologi, rekayasa, dan aspek ekonomi dalam pengembangan usaha bioenergy.

Desain dan Perancangan Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM

Tahap desain merupakan tahap perancangan awal produk pengembangan berupa buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM yang disusun berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan analisis materi. Tahap ini terdiri atas langkah-langkah sebagai berikut: (a) memilih dan menetapkan bahan materi buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM, (b) merancang buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM, (c) menyusun instrumen penilaian buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM, dan (d) menyusun rancangan pembelajaran uji coba buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM.

<p style="text-align: center;">BAB 1</p> <p style="text-align: center;">STEM DALAM BIOENTREPRENEUR</p> <p><i>Bioentrepreneur</i> berdiri pada persimpangan ilmu dan tindakan bukan hanya sekadar gagasan romantis tentang ilmuwan yang menjadi pedagang, melainkan sebuah disiplin praktis yang merajut metode sains, kapabilitas teknologi, kecakapan <i>engineering</i>, dan ketegasan matematika menjadi sebuah usaha yang memiliki manfaat sosial dan nilai ekonomi.</p> <p>Dalam praktiknya, <i>bioentrepreneur</i> menuntut kemampuan berpikir kritis yang sama seperti penelitian ilmiah menguji hipotesis, menilai bukti, dan menimbang risiko sekaligus menuntut nalar kewirausahaan yang cepat dalam merespons pasar, regulasi, dan etika.</p> <p>Pendekatan ini muncul dari kebutuhan untuk menerjemahkan penemuan laboratorium menjadi solusi nyata seperti pangan yang lebih aman dan bergizi, obat yang lebih terjangkau, atau produk konsumen yang berbasis bahan hayati lokal.</p> <p>Proses transisi itulah yang membedakan <i>bioentrepreneur</i> dari sekadar penelitian akademik maka dari itu, ketika kita</p> <p style="text-align: center;">1</p>	<p style="text-align: center;">BAB 3</p> <p style="text-align: center;">PILAR TEKNOLOGI (T)</p> <p style="text-align: center;">"INOVASI PENGOLAHAN DAN PRODUKSI"</p> <p>Teknologi merupakan poros transformasi yang membuat pengetahuan hayati tidak lagi terkurung di laboratorium, melainkan dapat menyentuh kehidupan sehari-hari melalui produk yang terstandar dan terukur.</p> <p>Pada bidang <i>Bioentrepreneur</i>, pengolahan dan produksi bukan sekadar urusan mesin, melainkan praktik yang menggabungkan pengetahuan mikrobiologi, disiplin rekayasa, dan pertimbangan ekonomi yang realistis.</p> <p>Ketika kita berbicara tentang teknologi fermentasi, ekstraksi, atau digitalisasi aktivitas produksi, yang dimaksud bukan hanya perangkat keras tetapi juga metode, protokol, dan standar yang memastikan bahwa apa yang diproduksi konsisten, aman, dan dapat direplikasi. Bab ini menempatkan teknologi sebagai "jembatan praktis": dari pengetahuan ilmiah yang abstrak menuju proses yang dapat dijalankan setiap hari oleh pekerja skala kecil maupun industri menengah. Dalam tata pikir ini, adopsi teknologi harus dipandu oleh prinsip</p> <p style="text-align: center;">65</p>	<p style="text-align: center;">BAB 4</p> <p style="text-align: center;">PILAR ENGINEERING (E)</p> <p style="text-align: center;">"MERANCANG PROSES YANG EFISIEN DAN TERUKUR"</p> <p><i>Engineering</i> adalah seni membuat sesuatu yang bekerja secara andal dan ulang, dalam konteks <i>Bioentrepreneur</i>, <i>engineering</i> mengubah prototipe laboratorium menjadi sistem produksi yang dapat dipercaya oleh konsumen, regulator, dan investor.</p> <p>Proses ini menuntut perhatian simultan pada detail operasional alur bahan, titik kontrol kritis, sanitasi, hingga ergonomi pekerja sekaligus pada gambaran besar seperti kapasitas produksi, fleksibilitas untuk variasi bahan baku, dan dampak lingkungan jangka panjang.</p> <p>Pendekatan <i>engineering</i> yang baik tidak sekadar mengkopir skala kecil menjadi besar tetapi merancang ulang proses berdasarkan prinsip-prinsip fisika, kimia, dan biologi yang mendasari perilaku material saat volume berubah.</p> <p>Dalam praktiknya, ini berarti menggabungkan wawasan ilmiah dengan perhitungan matematis dan keputusan teknis</p> <p style="text-align: center;">87</p>
--	---	--

Gambar 1. Pengembangan Buku Saku Berbasis STEM

Pengembangan Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM

Tahap pengembangan awal buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM merupakan tahap realisasi rancangan menjadi produk awal berupa prototype buku saku yang siap untuk divalidasi dan diuji coba. Pada tahap ini, hasil perancangan yang telah disusun sebelumnya diwujudkan dalam bentuk buku saku yang memuat materi, ilustrasi, aktivitas pembelajaran, serta studi kasus yang terintegrasi dengan pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM). Pengembangan awal ini bertujuan untuk menghasilkan buku saku yang mampu menjadi sarana pembelajaran kontekstual dalam menumbuhkan minat berwirausaha serta melatih kemampuan berpikir kritis mahasiswa Biologi FMIPA UNIMED

Implementasi Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM

Implementasi diawali dengan pelaksanaan uji validasi produk oleh para ahli yang terdiri atas ahli media, ahli materi, dan ahli bahasa. Validasi oleh ahli media bertujuan untuk menilai kelayakan tampilan buku saku, meliputi desain visual, tata letak, keterbacaan, ilustrasi, serta kemudahan penggunaan buku saku sebagai bahan ajar pendamping. Validasi oleh ahli materi difokuskan pada kesesuaian isi buku saku dengan konsep *Bioentrepreneur*, ketepatan integrasi pendekatan STEM, serta keselarasan materi dengan capaian pembelajaran mahasiswa Biologi FMIPA UNIMED. Sementara itu, validasi oleh ahli bahasa bertujuan untuk menilai kejelasan, ketepatan, dan keterbacaan bahasa yang digunakan agar sesuai dengan karakteristik mahasiswa serta kaidah kebahasaan yang baik dan benar. Hasil validasi dari para ahli digunakan sebagai dasar untuk melakukan revisi dan penyempurnaan buku saku sebelum diujicobakan kepada mahasiswa.

Setelah buku saku dinyatakan layak oleh para ahli, tahap implementasi dilanjutkan dengan uji coba buku saku kepada mahasiswa Biologi FMIPA UNIMED. Uji coba dilakukan pada mahasiswa angkatan 2022 kelas A sebanyak 33 mahasiswa dan kelas C sebanyak 45 mahasiswa.

Evaluasi dan Revisi Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM

Tahap evaluasi dilakukan dengan tujuan untuk memvalidasi buku saku berbasis STEM yang telah dikembangkan melalui uji ahli dan uji produk. Pada setiap tahap pengembangan buku saku berbasis STEM terdapat evaluasi dan revisi yang dilakukan untuk perbaikan produk yang dihasilkan.

Buku saku yang telah dibuat, di uji oleh para ahli untuk di validasi, validasi meliputi validasi ahli media, validasi ahli materi dan validasi ahli bahasa, serta validasi dari dosen *bioentrepreneur*. Kemudian dilakukanlah perbaikan sesuai dengan saran dan komentar para ahli, berikut saran dan komentar para ahli validasi, untuk dijadikan bahan revisi buku saku berbasis STEM.

Tabel 1. Saran Dan Catatan Dari Validasi Ahli Mengenai Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM

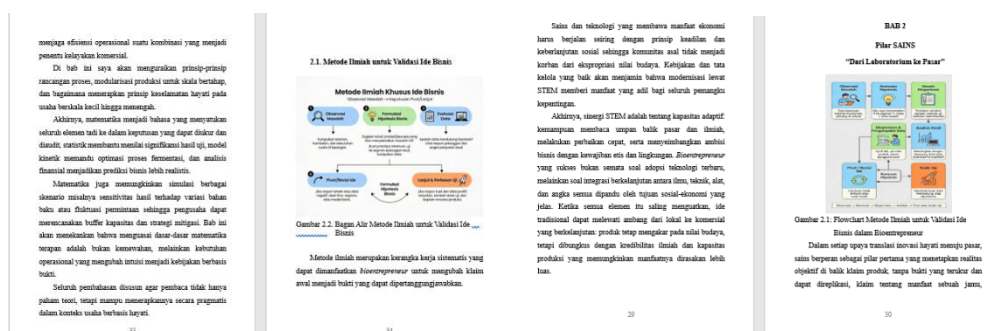
Aspek	Ahli 1	Ahli 2
Aspek Materi	materi sudah sesuai dengan RPS hanya saja perlu penambahan gambar dari ilustrasi pada terminologi buku saku ini dapat digunakan di lapangan setelah revisi	layak digunakan di lapangan tanpa revisi.
Aspek Media	perbaiki sesuai isi	perlu untuk memasukan gambar (grafik) tabel agar pembaca lebih paham dan jelas, tebal buku dikurangi sesuai peruntukannya dengan buku saku
Aspek Bahasa	penggunaan kalimat tidak terlalu panjang; untuk kata kata singkatan tuliskan terlebih dahulu kepanjangannya kemudian berikutnya ditulis singkatan	bahasa mudah dipahami; untuk hasil agar pembaca maksimal dalam pemanfaatan buku saku agar penggunaan bahasa di efisienkan dan di efektifkan (jangan terlalu panjang)
Kesesuaian materi pada aspek STEM	Dosen bioentrepreneur: menyetujui tanpa revisi, materi sudah sesuai dengan STEM tentang buku saku entrepreneur meningkatkan minat wirausaha dan kemampuan berpikir kritis	

Validasi ahli terhadap buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM sebagaimana tercantum dalam Tabel 1 menunjukkan berbagai masukan konstruktif yang mencerminkan evaluasi menyeluruh dari aspek materi, media, bahasa, serta kesesuaian dengan pendekatan STEM. Dari segi materi, Ahli 1 menilai bahwa konten buku saku telah selaras dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS), namun masih memerlukan penambahan ilustrasi berupa gambar yang dapat memperjelas terminologi teknis yang digunakan, sehingga buku tersebut benar-benar siap digunakan di lapangan setelah melalui proses revisi. Di sisi lain, Ahli 2 menyatakan bahwa materi tersebut sudah layak digunakan di lapangan tanpa perlu revisi, menunjukkan kepuasan terhadap substansi konten yang disajikan. Dalam aspek media, Ahli 1 menyarankan agar tampilan buku diperbaiki sesuai dengan isi, sedangkan Ahli 2 menekankan perlunya penambahan elemen visual seperti grafik

dan tabel untuk memperjelas informasi, serta mengusulkan agar ketebalan buku dikurangi agar lebih sesuai dengan format buku saku yang praktis dan ringkas.

Mengenai aspek bahasa, Ahli 1 mengingatkan agar kalimat-kalimat dalam buku tidak terlalu panjang, serta menyarankan agar setiap singkatan terlebih dahulu dituliskan dalam bentuk lengkapnya sebelum menggunakan bentuk singkatnya. Ahli 2 juga menyoroti pentingnya efisiensi dan efektivitas penggunaan bahasa agar pembaca dapat memaksimalkan pemanfaatan buku saku tersebut, dengan menghindari kalimat-kalimat yang berbelit-belit atau terlalu panjang. Adapun terkait kesesuaian materi dengan pendekatan STEM, dosen *Bioentrepreneur* menyatakan persetujuan penuh tanpa memerlukan revisi, menilai bahwa buku saku tersebut telah memadukan unsur-unsur Science, Technology, Engineering, dan Mathematics dengan baik, sekaligus mampu meningkatkan minat kewirausahaan dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

Hasil revisi produk buku saku berbasis STEM berdasarkan rekomendasi atau saran ahli dapat terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2. Revisi Produk Dengan Menambahkan Gambar Ilustrasi Dan Diagram

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa revisi produk buku saku diperbaiki sesuai dengan saran dan rekomendasi para ahli validasi, yakni memperbaiki tata bahasa menjadi baku serta bahasa yang tidak berbelit, selain itu revisi produk juga menekankan pada penambahan elemen visual seperti grafik

PEMBAHASAN

Penelitian tentang *Pengembangan Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM untuk Meningkatkan Minat Berwirausaha dan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi FMIPA UNIMED* memiliki relevansi strategis dalam pendidikan tinggi saat ini, di mana tantangan yang ada menuntut lulusan yang tidak hanya menguasai kompetensi akademik, tetapi juga memiliki jiwa kewirausahaan serta kemampuan berpikir kritis yang memadai. Buku saku *Bioentrepreneur* yang dikembangkan dalam penelitian ini tidak hanya bertujuan sebagai sumber belajar alternatif, tetapi juga sebagai medium integratif yang menghubungkan ilmu biologi dengan prinsip-prinsip kewirausahaan melalui pendekatan STEM, yaitu

pendekatan yang mengedepankan keterpaduan antara sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam menyelesaikan permasalahan nyata.

Hasil validasi oleh para ahli menunjukkan bahwa buku saku yang dikembangkan secara umum telah memenuhi standar kelayakan dari aspek materi, media, dan bahasa, meskipun terdapat beberapa catatan revisi yang perlu diperhatikan. Dari aspek materi, kedua ahli menyatakan bahwa isi buku saku telah selaras dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) dan relevan dengan tujuan pengembangan minat berwirausaha serta kemampuan berpikir kritis. Ahli pertama menyarankan penambahan ilustrasi visual untuk memperkuat pemahaman terminologi dan aplikasinya di lapangan, sementara ahli kedua menilai bahwa materi telah layak tanpa perlu revisi. Hal ini menunjukkan bahwa konten buku saku telah dirancang secara kontekstual dan aplikatif, sesuai dengan prinsip *authentic learning* yang menekankan pembelajaran melalui konteks nyata. Selain itu, kesesuaian materi dengan pendekatan STEM juga telah diverifikasi oleh dosen *Bioentrepreneur* yang menyatakan bahwa integrasi STEM dalam konten buku saku telah tepat dan efektif dalam mendukung tujuan peningkatan minat berwirausaha dan kemampuan berpikir kritis.

Dari aspek media, terdapat kesepakatan di antara para ahli bahwa desain buku saku perlu diperbaiki agar lebih komunikatif dan sesuai dengan karakteristik buku saku itu sendiri, yaitu ringkas, praktis, dan visual. Saran untuk menyertakan grafik, tabel, dan ilustrasi visual menunjukkan bahwa informasi yang disajikan secara verbal dan visual secara bersamaan akan meningkatkan retensi dan pemahaman pembaca. Selain itu, penyesuaian ketebalan buku agar tetap ringkas merupakan langkah penting untuk memastikan buku saku benar-benar portabel dan mudah digunakan kapan saja, sesuai dengan prinsip dasar buku saku sebagai media pembelajaran nonformal.

Dari aspek bahasa, kedua ahli menekankan pentingnya efisiensi dan efektivitas dalam penyampaian informasi. Kalimat yang terlalu panjang perlu dihindari, dan istilah singkatan harus dijelaskan terlebih dahulu sebelum digunakan secara berulang. Hal ini sejalan dengan prinsip komunikasi efektif dalam pembelajaran, di mana penyederhanaan bahasa tanpa mengurangi makna substansial sangat penting untuk memastikan aksesibilitas dan keterpahaman konten, terutama bagi mahasiswa yang masih berada dalam tahap pengembangan literasi akademik. Pendekatan ini juga mendukung prinsip *cognitive load theory*, di mana beban kognitif ekstrinsik perlu diminimalkan agar beban kognitif intrinsik, yaitu proses pemahaman materi, dapat berjalan secara optimal.

Hasil pengujian empiris menunjukkan adanya peningkatan yang signifikan pada tiga aspek utama, yaitu hasil belajar, minat berwirausaha, dan kemampuan berpikir kritis. Peningkatan rerata hasil belajar sebesar 15,08 poin, dari 49,74 menjadi 64,82, menunjukkan bahwa buku saku berbasis STEM efektif dalam meningkatkan penguasaan materi akademik. Hal ini dapat dijelaskan melalui teori konstruktivisme, di mana pembelajaran yang aktif, kontekstual, dan berbasis

proyek, sebagaimana diterapkan dalam pendekatan STEM, memungkinkan mahasiswa membangun pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman langsung. Buku saku yang dikembangkan tidak hanya menyajikan informasi teoretis, tetapi juga memberikan studi kasus, contoh penerapan bioteknologi dalam usaha, serta aktivitas yang mendorong eksplorasi mandiri, sehingga mendukung proses konstruksi pengetahuan secara aktif.

Peningkatan minat berwirausaha sebesar 17,21 poin, dari rerata 72,53 menjadi 89,74, menjadi bukti bahwa integrasi kewirausahaan dalam konteks biologi melalui pendekatan STEM mampu menginspirasi mahasiswa untuk melihat peluang usaha berbasis ilmu hayat. Temuan ini dapat dijelaskan melalui teori niat berperilaku, di mana minat berwirausaha dipengaruhi oleh sikap terhadap perilaku, norma subjektif, dan persepsi kontrol perilaku. Buku saku yang dikembangkan tampaknya mampu membentuk sikap positif terhadap kewirausahaan melalui penyajian peluang nyata, studi kasus keberhasilan, serta langkah-langkah konkret dalam memulai usaha berbasis biologi, sehingga meningkatkan persepsi mahasiswa terhadap kemampuan diri mereka sebagai calon wirausaha.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis sebesar 6,18 poin, dari 36,56 menjadi 42,74, juga menunjukkan bahwa pendekatan STEM dalam buku saku berhasil mengaktifkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Berpikir kritis melibatkan kemampuan analisis, evaluasi, inferensi, dan penjelasan, yang semuanya didorong melalui aktivitas dalam buku saku, seperti menganalisis studi kasus *Bioentrepreneur*, mengevaluasi model bisnis, dan merancang solusi inovatif berbasis biologi. Integrasi aspek rekayasa dan teknologi dalam STEM mendorong mahasiswa untuk tidak hanya memahami konsep, tetapi juga merancang, menguji, dan memperbaiki solusi, suatu proses yang secara inheren melatih kemampuan berpikir kritis. Hal ini diperkuat oleh hasil uji statistik nonparametrik Wilcoxon yang menunjukkan nilai *p-value* sebesar 0,000 ($< 0,05$) pada ketiga variabel, yang menandakan bahwa peningkatan tersebut bersifat signifikan secara statistik dan bukan terjadi secara kebetulan.

Penelitian ini menunjukkan bahwa pengembangan buku saku *Bioentrepreneur* berbasis STEM bukan hanya merupakan inovasi media pembelajaran, tetapi juga strategi pembelajaran holistik yang menjembatani ilmu murni dengan dunia nyata. Integrasi STEM dalam konteks biologi dan kewirausahaan menciptakan ruang belajar yang relevan, menantang, dan bermakna, sebagaimana ditekankan dalam pendekatan *Understanding by Design* untuk mencapai pemahaman yang mendalam. Dengan demikian, buku saku ini tidak hanya meningkatkan kompetensi akademik, tetapi juga menanamkan *mindset* kewirausahaan dan melatih kemampuan berpikir kritis yang esensial bagi lulusan Biologi agar mampu bersaing dan berkontribusi dalam era ekonomi berbasis pengetahuan. Implikasi penelitian ini tidak hanya terbatas pada pengembangan kurikulum di FMIPA UNIMED, tetapi juga berpotensi menjadi model replikatif

bagi program studi lain yang ingin mengintegrasikan STEM dan kewirausahaan dalam pembelajaran.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai *Pengembangan Buku Saku Bioentrepreneur Berbasis STEM untuk Meningkatkan Minat Berwirausaha dan Kemampuan Berpikir Kritis Mahasiswa Biologi FMIPA UNIMED*, dapat ditarik simpulan sebagai berikut. Pertama, dari aspek kevalidan, Buku Saku *Bioentrepreneur* Berbasis STEM dinyatakan valid oleh para ahli. Validasi oleh ahli materi menunjukkan bahwa isi buku telah sesuai dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS) dan relevan dengan tujuan pengembangan minat berwirausaha serta kemampuan berpikir kritis mahasiswa.

Kedua, dari aspek kepraktisan, buku saku terbukti praktis dan efektif dalam meningkatkan hasil belajar mahasiswa. Penerapan buku saku menunjukkan adanya peningkatan hasil belajar mahasiswa yang signifikan, sehingga buku saku dapat digunakan sebagai bahan ajar pendukung dalam pembelajaran *Bioentrepreneur*.

Ketiga, penerapan Buku Saku *Bioentrepreneur* Berbasis STEM memberikan dampak positif dan signifikan terhadap minat berwirausaha mahasiswa. Peningkatan minat berwirausaha mengindikasikan bahwa konten buku saku mampu menanamkan persepsi positif terhadap kewirausahaan, membuka wawasan mengenai peluang usaha berbasis biologi, serta memperkuat keyakinan diri mahasiswa untuk terjun ke dunia kewirausahaan.

Keempat, Buku Saku *Bioentrepreneur* Berbasis STEM juga terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Aktivitas dan konten dalam buku saku, seperti analisis studi kasus, evaluasi model bisnis *Bioentrepreneur*, serta perancangan solusi berbasis bioteknologi, mampu melatih mahasiswa untuk berpikir analitis, reflektif, dan solutif. Pendekatan STEM yang menekankan pemecahan masalah nyata secara interdisipliner menjadi landasan utama dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis tersebut.

Model pengembangan buku saku ini berpotensi untuk direplikasi atau diadaptasi pada program studi lain, seperti kimia, fisika, pertanian, atau kesehatan, dengan penyesuaian konteks keilmuan dan peluang wirausaha yang relevan. Dengan demikian, pengembangan buku saku berbasis STEM diharapkan dapat memperluas dampak penelitian dan mendorong terciptanya ekosistem kewirausahaan berbasis sains di perguruan tinggi. Penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengevaluasi dampak jangka panjang penggunaan buku saku ini guna memperkuat validitas eksternal model pembelajaran yang dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ajzen, I. (1991). *The theory of planned behavior*. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 50(2), 179–211.
[https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)

- Anita, M., Pramudito, A., & Hidayat, S. (2021). Efektivitas buku saku berbasis STEM dalam meningkatkan minat dan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 14(4), 210–222.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik kewirausahaan Indonesia 2023*. Badan Pusat Statistik.
- Endang, W. (2014). Model pengembangan ADDIE dalam pembuatan buku saku. *Jurnal Pengembangan Pendidikan*, 18(2), 90–100.
- Khomairroh, S., Yulianti, D., Nurwahidin, M., & Adha, M. M. (2024). Development of an inquiry-based social complexity science pocketbook to enhance elementary students' critical thinking skills. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 15(2), 484–496. <https://doi.org/10.31849/lectura.v15i2.20590>
- Lala Bella, S., & Setiawan, M. B. (2023). Penerapan buku saku berbasis STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, 25(1), 110–120.
- Milala, R. A. R. S., & Hasruddin, H. (2024). Analisis pengetahuan dan minat mahasiswa Pendidikan Biologi terhadap Bioentrepreneur di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, 2(9), 267–287. <https://doi.org/10.572349/scientica.v2i9.2398>
- Piaget, J. (1970). *Science of education and the psychology of the child*. New York: Viking Press.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257–285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Utari, I. D. (2020). Buku saku digital berbasis STEM untuk meningkatkan pemahaman konsep matematis siswa. *Jurnal Pendidikan Matematika*, 15(2), 120–130.
- Wardani, N., Naswir, M., & Afrida, A. (2025). Development of a STEM-based e-pocket book as a learning media on green chemistry materials at MAN 2 Jambi City. *Journal on Education.*, 7(2), xx–xx. <https://doi.org/10.31004/joe.v7i2.8121>
- Wiggins, G., & McTighe, J. (2005). *Understanding by design* (2nd ed.). Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD).
- Widiana, I., & Rosy, S. (2021). Buku saku digital berbasis STEM dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. *Jurnal Pendidikan Sains*, 19(3), 150–160.