

Integration of Seaweed Food Diversification in Entrepreneurship-Oriented Biology Learning

Integrasi Diversifikasi Pangan Rumput Laut dalam Pembelajaran Biologi Berorientasi Kewirausahaan

Muhammad Fuad¹, Rahmania Rahman², Risqah Amaliah Kasman³,
Siti Yasya Ey Fathanah⁴

^{1,3,4}Institut Teknologi dan Kesehatan Permata Ilmu Maros, Maros, Indonesia

²Universitas Negeri Manado, Manado, Indonesia

Article Info

Corresponding Author:

Muhammad Fuad

✉ muhammadfuad@itkpi.ac.id

History:

Submitted: 25-11-2025

Revised: 02-12-2025

Accepted: 15-12-2025

Published: 20-12-2025

Keywords:

[Bioentrepreneurship, Biology education; Food diversification; Seaweed.]

Kata Kunci:

[Bioentrepreneurship; Diversifikasi pangan; Pembelajaran biologi; Rumput laut.]

Abstract

[Biology education plays a strategic role in equipping students not only with mastery of scientific concepts but also with 21st-century skills, including entrepreneurial mindset and environmental sustainability awareness. Challenges related to limited formal employment opportunities, the demographic dividend, as well as national agendas on the blue economy and the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs) demand more contextual and applicable biology learning. However, the use of marine biological resources, particularly seaweed, as a pedagogical context in entrepreneurship-oriented biology education remains limited. Therefore, this article aims to review and synthesize research findings related to the integration of seaweed-based food diversification into biology learning as a strategy for strengthening youth entrepreneurship through bioentrepreneurship and ecopreneurship approaches. This study employed a qualitative approach using a narrative review method of reputable national and international articles published between 2015 and 2025. Data were analyzed thematically to identify patterns, novelty, and research gaps. The findings indicate that entrepreneurship-oriented biology learning consistently has a positive impact on improving students' entrepreneurial self-efficacy, attitudes, and entrepreneurial intentions, particularly through project-based learning models. Seaweed possesses strong biological, ecological, and economic potential to serve as a learning context, especially in sustainable food diversification aligned with the blue economy and the SDGs. This review concludes that integrating seaweed-based food diversification into biology education has the potential to become an innovative pedagogical approach that bridges scientific concept mastery, the strengthening of youth entrepreneurship, and the internalization of sustainability values, while also opening opportunities for future empirical research and instructional model development.]

Abstrak

[Pendidikan biologi memiliki peran strategis dalam membekali peserta didik tidak hanya dengan penguasaan konsep sains, tetapi juga dengan keterampilan abad ke-21, termasuk jiwa kewirausahaan dan kepedulian terhadap keberlanjutan. Tantangan keterbatasan lapangan kerja formal, bonus demografi, serta agenda nasional ekonomi biru dan pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs) menuntut pembelajaran biologi yang lebih kontekstual dan aplikatif. Namun, pemanfaatan sumber daya hayati laut, khususnya rumput laut, sebagai konteks pembelajaran

biologi berorientasi kewirausahaan masih relatif terbatas. Oleh karena itu, artikel ini bertujuan untuk mengkaji dan mensintesis temuan penelitian terkait integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi sebagai strategi penguatan kewirausahaan muda berbasis bioentrepreneurship dan ecopreneurship. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode narrative review terhadap artikel nasional dan internasional bereputasi yang dipublikasikan dalam kurun waktu 2015–2025. Analisis data dilakukan secara tematik untuk mengidentifikasi pola temuan, novelty, dan research gap. Hasil kajian menunjukkan bahwa pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan secara konsisten berdampak positif terhadap peningkatan entrepreneurial self-efficacy, sikap, dan minat berwirausaha peserta didik, terutama melalui model pembelajaran berbasis proyek. Rumput laut memiliki potensi biologis, ekologis, dan ekonomi yang kuat untuk dijadikan konteks pembelajaran, khususnya dalam diversifikasi pangan berkelanjutan yang selaras dengan ekonomi biru dan SDGs. Simpulan kajian ini menegaskan bahwa integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi berpotensi menjadi pendekatan pedagogis inovatif untuk menjembatani penguasaan konsep sains, penguatan jiwa kewirausahaan muda, dan internalisasi nilai keberlanjutan, serta membuka peluang penelitian empiris dan pengembangan model pembelajaran].

PENDAHULUAN

Pendidikan biologi memiliki peran strategis tidak hanya dalam membekali peserta didik dengan penguasaan konsep dan proses sains, tetapi juga dalam membentuk karakter, pola pikir inovatif, serta keterampilan abad ke-21, termasuk jiwa kewirausahaan. Dalam konteks pembangunan nasional, pendidikan dituntut untuk berkontribusi pada penguatan sumber daya manusia yang adaptif terhadap tantangan global, mampu menciptakan lapangan kerja, serta berorientasi pada pembangunan berkelanjutan. Keterbatasan lapangan kerja formal, bonus demografi, dan tingginya angka pengangguran usia muda menjadikan penguatan kewirausahaan muda sebagai salah satu agenda strategis nasional yang perlu diintegrasikan secara sistematis dalam pembelajaran di sekolah dan perguruan tinggi. Oleh karena itu, pembelajaran sains, khususnya biologi, tidak lagi cukup hanya berorientasi pada penguasaan pengetahuan, tetapi juga perlu diarahkan pada pengembangan kapasitas peserta didik dalam menciptakan peluang usaha berbasis ilmu pengetahuan dan sumber daya alam.

Sejalan dengan kebutuhan tersebut, pendekatan bioentrepreneurship dan ecopreneurship dalam pembelajaran biologi menjadi semakin relevan. Bioentrepreneurship menekankan pemanfaatan pengetahuan dan keterampilan biologi untuk menghasilkan produk atau jasa yang memiliki nilai tambah ekonomi, sedangkan ecopreneurship mengintegrasikan prinsip kewirausahaan dengan kepedulian terhadap lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam. Melalui integrasi kedua pendekatan ini, pembelajaran biologi berpotensi menjadi wahana strategis untuk menumbuhkan inovasi, kreativitas, dan tanggung jawab lingkungan secara simultan. Selain itu, pendekatan ini selaras dengan agenda global Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*), khususnya SDG 4 (Pendidikan Berkualitas), SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi), SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab), serta SDG 14 (Ekosistem Laut).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan mampu meningkatkan minat, sikap, dan entrepreneurial *self-efficacy* peserta didik melalui penerapan model pembelajaran berbasis proyek, pemecahan masalah, kerja kolaboratif, serta praktik produksi nyata (Wardani et al., 2025; Wazni et al., 2023; Setiawan et al., 2023). Peserta didik tidak hanya memahami konsep biologi secara teoritis, tetapi juga belajar mengaitkannya dengan konteks dunia nyata dan peluang usaha. Namun demikian, konteks sumber daya hayati yang digunakan dalam pembelajaran tersebut masih didominasi oleh sumber daya darat, seperti tanaman herbal, produk

pertanian, atau urban farming. Pemanfaatan sumber daya laut sebagai konteks pedagogis masih relatif terbatas, meskipun Indonesia merupakan negara maritim dengan potensi kelautan yang sangat besar dan strategis dalam kerangka ekonomi biru.

Salah satu komoditas unggulan dalam ekonomi biru adalah rumput laut. Rumput laut merupakan sumber daya hayati laut yang ramah lingkungan, memiliki siklus produksi yang relatif cepat, serta bernilai ekonomi tinggi. Selain berperan penting dalam ekosistem pesisir, rumput laut juga memiliki potensi besar dalam mendukung diversifikasi pangan, ketahanan pangan, dan pengembangan industri berbasis biomassa laut. Berbagai kajian menunjukkan bahwa rumput laut dapat dikembangkan menjadi pangan fungsional dengan kandungan gizi dan senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan. Dari sisi sosial-ekonomi, budidaya dan pengolahan rumput laut relatif mudah, berkelanjutan, dan relevan dengan konteks masyarakat pesisir, sehingga sangat potensial dijadikan konteks pembelajaran biologi yang kontekstual dan aplikatif.

Meskipun demikian, pemanfaatan rumput laut dalam pembelajaran biologi masih lebih banyak dibahas dari perspektif bioteknologi, industri pangan, atau aspek teknis produksi, dan belum secara eksplisit dikembangkan sebagai konteks pedagogis untuk penguatan kewirausahaan muda. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara agenda nasional ekonomi biru dan pencapaian SDGs dengan implementasi pembelajaran biologi di kelas. Padahal, integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi berpotensi menjadi strategi pedagogis yang menjembatani penguasaan konsep biologi, penguatan jiwa kewirausahaan muda, serta internalisasi nilai-nilai keberlanjutan.

Berdasarkan sintesis literatur, novelty artikel ini terletak pada pengintegrasian tiga ranah kajian yang selama ini masih terfragmentasi, yaitu pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan, bio/eco-entrepreneurship berbasis sumber daya lokal, dan diversifikasi pangan rumput laut sebagai komoditas hayati laut. Sebagian besar studi sebelumnya berfokus pada pengembangan model pembelajaran kewirausahaan biologi secara umum atau pemanfaatan sumber daya hayati darat, tanpa secara eksplisit menempatkan rumput laut sebagai konteks utama pembelajaran biologi. Dengan demikian, artikel ini menawarkan perspektif baru yang memosisikan rumput laut tidak hanya sebagai objek kajian biologi atau komoditas industri, tetapi sebagai media pedagogis strategis dalam pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan.

Adapun research gap yang teridentifikasi meliputi belum adanya kajian pedagogis yang secara khusus membahas rumput laut sebagai konteks pembelajaran biologi untuk penguatan jiwa kewirausahaan peserta didik; minimnya integrasi konsep diversifikasi pangan laut dalam model *bioentrepreneurship* dan *ecopreneurship* di kelas biologi; serta keterbatasan bukti konseptual yang mengaitkan karakteristik biologis, ekologis, dan ekonomi rumput laut dengan pengembangan entrepreneurial self-efficacy peserta didik. Kesenjangan ini menunjukkan perlunya kajian yang lebih komprehensif dan terintegrasi untuk menghubungkan potensi sumber daya laut dengan desain pembelajaran biologi yang relevan dengan kebutuhan pembangunan nasional.

Dengan demikian, *narrative review* ini memberikan kontribusi konseptual dengan memetakan peluang integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi sebagai pendekatan bioentrepreneurship dan ecopreneurship yang selaras dengan ekonomi biru, SDGs, dan agenda penguatan kewirausahaan muda. Artikel ini diharapkan dapat menjadi landasan teoritis bagi pengembangan model pembelajaran, bahan ajar, serta penelitian empiris selanjutnya yang berorientasi pada penguatan jiwa kewirausahaan berbasis sumber daya hayati laut.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan *narrative review* yang bertujuan untuk mengkaji, menginterpretasikan, dan mensintesis temuan-temuan penelitian terdahulu secara komprehensif dan kritis guna membangun pemahaman konseptual yang utuh terkait integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan. Pendekatan ini mengidentifikasi pola, kecenderungan, novelty, serta research gap dalam kajian lintas disiplin yang mencakup pendidikan biologi, bioentrepreneurship, ecopreneurship, ekonomi biru, dan diversifikasi pangan.

Data dalam penelitian ini berupa data sekunder yang diperoleh dari publikasi ilmiah. Penelusuran literatur dilakukan melalui basis data jurnal daring, seperti Google Scholar, Scopus, Web of Science, dan portal jurnal nasional terakreditasi. Kriteria inklusi dalam pemilihan artikel meliputi:

artikel dipublikasikan dalam kurun waktu sepuluh tahun terakhir (2015–2025), relevan dengan pembelajaran biologi, kewirausahaan, atau pemanfaatan rumput laut, dan dipublikasikan dalam jurnal bereputasi atau prosiding ilmiah yang kredibel. Selain itu, beberapa artikel kunci yang diterbitkan sebelum rentang waktu tersebut tetap disertakan apabila memiliki kontribusi konseptual yang signifikan terhadap topik kajian. Prosedur penelitian narrative review ini dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu:

1. Identifikasi topik dan fokus kajian, berdasarkan isu ekonomi biru, SDGs, kewirausahaan muda, dan pembelajaran biologi.
2. Penelusuran literatur, menggunakan kata kunci yang relevan seperti *biology entrepreneurship learning*, *bioentrepreneurship*, *ecopreneurship*, *seaweed*, dan *food diversification*.
3. Seleksi dan penyaringan artikel, berdasarkan kriteria inklusi dan relevansi terhadap tujuan penelitian.
4. Analisis dan sintesis data, dengan mengelompokkan temuan penelitian ke dalam tema-tema utama.
5. Interpretasi hasil, untuk mengidentifikasi pola, novelty, dan research gap.
6. Perumusan kerangka konseptual, sebagai dasar integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan.

Data dianalisis menggunakan analisis tematik kualitatif, yaitu dengan mengkategorikan dan menginterpretasikan temuan literatur ke dalam tema-tema konseptual utama, meliputi pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan, bio/eco-entrepreneurship, potensi rumput laut, ekonomi biru, dan penguatan kewirausahaan muda. Hasil analisis kemudian disintesis secara naratif untuk menjawab tujuan dan pertanyaan penelitian serta memetakan peluang dan celah penelitian yang masih terbuka.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran komprehensif mengenai pola temuan, kecenderungan penelitian, serta celah kajian yang masih terbuka diperoleh melalui sintesis terhadap hasil-hasil penelitian relevan yang membahas tentang pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan, bioentrepreneurship dan ecopreneurship dalam pendidikan, serta potensi rumput laut sebagai sumber diversifikasi pangan dan komoditas bernilai tambah. Sintesis ini disajikan dalam bentuk tabel ringkasan temuan (Tabel 1) guna memetakan fokus kajian, konteks sumber daya hayati yang digunakan, pendekatan metodologis, serta kontribusi utama masing-masing penelitian.

Tabel 1. Hasil Sintesis Artikel Utama

No	Penulis & Tahun	Fokus Kajian	Kontek/ Sumber Daya	Metode/ Desain	Temuan Utama	Relevansi & Celah Penelitian
1	Wardani et al. (2025)	Pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan	Umum (biologi)	Systematic/ Narrative Review	Pembelajaran biologi berbasis proyek meningkatkan minat dan entrepreneurial self-efficacy peserta didik	Belum membahas konteks sumber daya laut atau rumput laut
2	Wazni et al. (2023)	Sikap dan minat berwirausaha mahasiswa	Biologi	Kuantitatif korelasional	Pembelajaran kewirausahaan berpengaruh signifikan terhadap sikap dan minat berwirausaha	Tidak mengaitkan konteks biologis spesifik atau ekonomi biru
3	Setiawan et al. (2023)	Bioentrepreneurship dalam pembelajaran biologi	Produk biologi umum	Eksperimen	Peningkatan kreativitas dan efikasi wirausaha melalui praktik produksi	Konteks masih didominasi sumber daya darat
4	Supriatno et al. (2023)	Model CAPAB(L)E	Calon guru biologi	R&D	Model valid dan efektif meningkatkan keterampilan kewirausahaan	Belum mengintegrasikan sumber daya laut
5	Yani et al. (2021)	PBL berorientasi kewirausahaan	Biologi sekolah	Quasi-eksperimen	Aktivitas dan hasil belajar meningkat signifikan	Belum mengaitkan dengan

6	Suryaningsih & Aripin (2022)	Sumber daya lokal dalam pembelajaran biologi	Lokal (umum)	Kualitatif	Meningkatkan life skills dan kepedulian lingkungan	keberlanjutan dan SDGs	Tidak spesifik pada komoditas laut
7	Farghali et al. (2022)	Potensi rumput laut	Rumput laut	Review	Rumput laut berpotensi untuk pangan, kesehatan, dan industri	Tidak dikaitkan dengan konteks pendidikan	
8	Syakilla et al. (2022)	Kandungan gizi <i>Caulerpa lentillifera</i>	Rumput laut	Eksperimental	Kaya nutrisi dan senyawa bioaktif	Fokus pada pangan, belum pedagogis	
9	Toth et al. (2025)	Rumput laut & ekonomi biru	Biomassa laut	Review	Rumput laut mendukung ekonomi biru dan keberlanjutan	Belum dimanfaatkan sebagai konteks pembelajaran	
10	Hasibuan & Siregar (2023)	Bioentrepreneurship berbasis lingkungan	Biologi	Eksperimen	Meningkatkan kreativitas dan minat berwirausaha	Tidak menggunakan konteks laut	
11	Lutfi et al. (2024)	Pendidikan lingkungan & kewirausahaan	Biologi	Mixed methods	Pembelajaran kontekstual memperkuat karakter kewirausahaan berkelanjutan	Belum spesifik pada diversifikasi pangan laut	

Sumber: Data Primer, 2025

Pembelajaran Biologi Berorientasi Kewirausahaan

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa bioentrepreneurship dan ecopreneurship merupakan dua pendekatan yang semakin dominan dalam pengembangan pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan. Bioentrepreneurship dalam konteks pendidikan biologi menekankan pemanfaatan pengetahuan, keterampilan, dan proses biologi untuk menghasilkan produk atau jasa yang memiliki nilai tambah ekonomi. Pendekatan ini memosisikan biologi tidak hanya sebagai disiplin ilmu teoretis, tetapi juga sebagai sumber inovasi yang aplikatif dan produktif. Peserta didik didorong untuk mengidentifikasi potensi biologis di lingkungan sekitar dan mengolahnya menjadi peluang usaha yang bernilai.

Sementara itu, ecopreneurship menambahkan dimensi keberlanjutan lingkungan dalam praktik kewirausahaan. Ecopreneurship menekankan bahwa aktivitas ekonomi harus sejalan dengan prinsip pelestarian lingkungan, efisiensi sumber daya, dan tanggung jawab sosial. Dalam pembelajaran biologi, pendekatan ini relevan karena biologi secara inheren mempelajari hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya. Integrasi ecopreneurship memungkinkan peserta didik memahami bahwa inovasi dan kewirausahaan tidak boleh mengorbankan keberlanjutan ekosistem.

Temuan dari berbagai penelitian menunjukkan bahwa kombinasi bioentrepreneurship dan ecopreneurship efektif dalam membangun karakter inovatif, kreatif, mandiri, serta bertanggung jawab pada peserta didik. Pendekatan ini juga sejalan dengan paradigma pendidikan berkelanjutan yang menempatkan peserta didik sebagai agen perubahan (change agents) dalam menghadapi tantangan sosial, ekonomi, dan lingkungan. Dalam konteks penelitian ini, bioentrepreneurship dan ecopreneurship menjadi landasan konseptual utama untuk mengintegrasikan diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi.

Model dan Strategi Pembelajaran

Implementasi pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan umumnya menggunakan model pembelajaran aktif dan kontekstual. Model yang paling banyak dilaporkan efektif adalah project-based learning (PjBL), problem-based learning (PBL), kerja kelompok kolaboratif, serta praktik produksi dan pameran produk biologi. Model-model tersebut memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengalami secara langsung proses identifikasi masalah, perancangan solusi, produksi, hingga evaluasi produk.

Penelitian Yani et al. (2021) menunjukkan bahwa penerapan PBL bernuansa kewirausahaan dalam pembelajaran biologi mampu meningkatkan aktivitas dan hasil belajar mahasiswa secara signifikan. Peserta didik tidak hanya terlibat secara kognitif, tetapi juga secara afektif dan psikomotorik

melalui pemecahan masalah kontekstual. Temuan serupa dilaporkan oleh Setiawan et al. (2023), yang menekankan pentingnya refleksi dan pengalaman autentik dalam membangun entrepreneurial self-efficacy mahasiswa biologi.

Model CAPAB(L)E yang dikembangkan oleh Supriatno et al. (2023) menjadi salah satu contoh model pembelajaran bioentrepreneurship yang terstruktur. Model ini menekankan tahapan eksplorasi potensi biologis, perancangan produk, praktik bisnis, serta refleksi pembelajaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model tersebut valid dan mendapatkan respons sangat positif dari mahasiswa calon guru biologi. Temuan ini menunjukkan bahwa pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan memerlukan desain pembelajaran yang sistematis dan berbasis pengalaman nyata.

Namun demikian, hasil sintesis juga menunjukkan bahwa sebagian besar model dan strategi pembelajaran tersebut masih menggunakan konteks sumber daya hayati darat. Pemanfaatan sumber daya laut, khususnya rumput laut, sebagai konteks utama pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan masih sangat terbatas. Hal ini menunjukkan adanya peluang pengembangan konteks baru yang lebih relevan dengan karakteristik geografis dan potensi Indonesia sebagai negara maritim.

Dampak terhadap Jiwa Kewirausahaan

Secara umum, hasil penelitian yang direview menunjukkan bahwa pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan memberikan dampak positif yang signifikan terhadap penguatan jiwa kewirausahaan peserta didik. Wardani et al. (2025), melalui systematic literature review, menegaskan bahwa entrepreneurial self-efficacy dalam konteks pembelajaran biologi dapat dikembangkan secara efektif melalui penerapan pembelajaran berbasis proyek, praktik produksi nyata, serta integrasi teknologi digital dalam proses pembelajaran. Entrepreneurial self-efficacy menjadi faktor kunci karena berperan dalam membentuk keyakinan individu untuk memanfaatkan pengetahuan dan keterampilan biologi sebagai dasar pengambilan keputusan, inovasi, dan penciptaan peluang usaha berbasis sains. Peserta didik yang memiliki tingkat self-efficacy tinggi cenderung lebih percaya diri dalam mengidentifikasi peluang, mengelola risiko, dan mengembangkan produk biologi bernilai ekonomi.

Sejalan dengan temuan tersebut, Wazni et al. (2023) melaporkan bahwa pembelajaran kewirausahaan dan norma subjektif memiliki pengaruh yang signifikan terhadap sikap dan minat berwirausaha mahasiswa biologi. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan tidak hanya berdampak pada penguasaan aspek kognitif, tetapi juga berkontribusi pada pembentukan sikap, nilai, dan intensi berwirausaha. Dimensi afektif dan sosial dalam pembelajaran, seperti dukungan lingkungan akademik dan persepsi terhadap kewirausahaan, turut memengaruhi keberhasilan internalisasi nilai-nilai kewirausahaan pada peserta didik.

Selain itu, integrasi sumber daya lokal dalam pembelajaran biologi terbukti mampu memperkuat keterampilan hidup (life skills), kepedulian lingkungan, serta kemampuan pemecahan masalah peserta didik (Suryaningsih & Aripin, 2022). Temuan-temuan ini mengindikasikan bahwa pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan memiliki potensi besar dalam membentuk wirausaha muda berbasis sains yang adaptif dan berkelanjutan. Namun demikian, efektivitas pembelajaran sangat dipengaruhi oleh konteks sumber daya hayati yang digunakan. Oleh karena itu, pemilihan konteks pembelajaran yang relevan, kontekstual, dan memiliki nilai ekonomi tinggi menjadi faktor strategis dalam mengoptimalkan dampak pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan.

Potensi Biologis dan Ekologis Rumput Laut

Hasil kajian menunjukkan bahwa rumput laut merupakan biomassa laut yang memiliki peran ekologis strategis dalam ekosistem pesisir, antara lain sebagai penyedia habitat bagi berbagai organisme laut, penyerap karbon melalui proses fotosintesis, serta penyangga keseimbangan ekosistem pesisir dan laut dangkal. Keberadaan rumput laut berkontribusi terhadap stabilitas rantai makanan, perlindungan wilayah pesisir dari abrasi, serta mitigasi perubahan iklim melalui penyerapan karbon dan nutrisi berlebih di perairan. Selain fungsi ekologis tersebut, rumput laut juga memiliki potensi ekonomi yang sangat besar karena dapat dimanfaatkan dalam berbagai sektor, seperti pangan fungsional, kesehatan, bioenergi, bioplastik, farmasi, dan industri kosmetik. Berbagai kajian menunjukkan bahwa rumput laut mengandung senyawa bioaktif, mineral, vitamin, dan komponen bernilai tambah lainnya yang menjadikannya komoditas unggulan dalam pengembangan ekonomi biru yang berkelanjutan (Farghali et al., 2022; Toth et al., 2025).

Dalam perspektif pembelajaran biologi, rumput laut menawarkan konteks pembelajaran yang kaya, kontekstual, dan multidimensional. Berbagai konsep biologi, seperti fisiologi tumbuhan laut,

ekologi pesisir, keanekaragaman hayati, adaptasi organisme terhadap lingkungan laut, hingga aplikasi bioteknologi, dapat dipelajari secara terpadu melalui kajian rumput laut. Pemanfaatan rumput laut sebagai objek pembelajaran memungkinkan peserta didik untuk mengaitkan konsep-konsep teoretis dengan fenomena nyata yang relevan dengan kondisi geografis dan potensi sumber daya lokal, khususnya di wilayah pesisir. Dengan demikian, pembelajaran biologi berbasis rumput laut tidak hanya memperkuat pemahaman konseptual peserta didik, tetapi juga menumbuhkan kesadaran akan pentingnya pemanfaatan sumber daya laut secara berkelanjutan dalam mendukung pembangunan ekonomi dan lingkungan, sejalan dengan prinsip ekonomi biru.

Rumput Laut dan Diversifikasi Pangan

Kajian tentang *Caulerpa lentillifera* menunjukkan bahwa rumput laut merupakan sumber pangan laut yang memiliki kandungan gizi tinggi, meliputi asam lemak tak jenuh, mineral esensial, vitamin, serta berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi dikembangkan menjadi pangan fungsional bernilai tambah (Syakilla et al., 2022). Karakteristik ini menjadikan rumput laut tidak hanya relevan dalam konteks ketahanan pangan, tetapi juga sebagai komoditas strategis dalam pengembangan sistem pangan berkelanjutan. Diversifikasi pangan berbasis rumput laut memungkinkan pengembangan berbagai produk inovatif yang ramah lingkungan, sejalan dengan kebutuhan global terhadap pangan sehat dan berkelanjutan. Dalam kerangka ekonomi biru, rumput laut dipandang sebagai biomassa laut dengan jejak lingkungan yang rendah karena tidak memerlukan pupuk maupun pakan tambahan, sehingga cocok untuk mendukung sistem produksi pangan yang efisien dan berkelanjutan (Healy et al., 2023; Farghali et al., 2022).

Dari perspektif pembangunan berkelanjutan, budidaya dan pemanfaatan rumput laut memiliki kontribusi ekologis yang signifikan. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa rumput laut berperan dalam penyerapan karbon, pengurangan eutrofikasi perairan, serta peningkatan biodiversitas ekosistem pesisir dan laut dangkal (Nakhate & Van Der Meer, 2021; Minicante et al., 2022; Farghali et al., 2022). Kontribusi ekologis ini menjadikan rumput laut relevan secara langsung dengan pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan, khususnya SDG 14 (Ekosistem Laut). Selain itu, pengembangan industri rumput laut juga berkaitan erat dengan SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) serta SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi), karena membuka peluang usaha berbasis sumber daya laut yang berkelanjutan dan inklusif (Lee et al., 2020; Sarangi, 2022; Choudhary et al., 2021). Dengan demikian, rumput laut menjadi contoh konkret bagaimana konsep ekonomi biru dapat diimplementasikan secara nyata melalui pemanfaatan sumber daya hayati laut yang berkelanjutan.

Dalam konteks diversifikasi produk pangan, rumput laut telah banyak dikaji sebagai bahan baku berbagai produk pangan fungsional, seperti roti, pasta, produk daging olahan, hingga makanan siap saji, dengan peningkatan kandungan serat, mineral, antioksidan, serta profil asam lemak yang lebih sehat (Roohinejad et al., 2017; Kumar et al., 2023; Healy et al., 2023). Pengembangan produk-produk tersebut tidak hanya meningkatkan nilai tambah rumput laut, tetapi juga memperluas peluang usaha berbasis inovasi pangan. Studi di bidang pendidikan menunjukkan bahwa diversifikasi produk pangan rumput laut dapat diintegrasikan secara efektif dalam pembelajaran melalui pendekatan project-based learning. Rais et al. (2021) melaporkan bahwa mahasiswa mampu mengembangkan berbagai produk inovatif, seperti es krim, puding, dan makanan ringan berbahan rumput laut, sekaligus menunjukkan peningkatan kreativitas, kemampuan berpikir kritis, dan keterampilan abad ke-21.

Dalam pembelajaran biologi, diversifikasi pangan rumput laut menawarkan konteks yang kaya untuk mengintegrasikan konsep-konsep biologi dengan kewirausahaan. Proses biologis seperti fisiologi rumput laut, ekologi pesisir, siklus nutrien, hingga aplikasi bioteknologi dan biorefinery dapat dipelajari secara terpadu melalui kegiatan pengembangan produk pangan (Chopin et al., 2001; Stedt et al., 2022; Healy et al., 2023). Pada saat yang sama, peserta didik dapat dilatih untuk mengembangkan prototipe produk, melakukan uji pasar sederhana, menyusun strategi branding, serta menganalisis kelayakan usaha berbasis prinsip keberlanjutan. Integrasi ini menjadikan pembelajaran biologi tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan keterampilan kewirausahaan berbasis sains dan lingkungan.

Lebih lanjut, pendekatan pembelajaran yang mengaitkan rumput laut dengan isu ekonomi biru dan keberlanjutan terbukti efektif dalam menginternalisasikan karakter kewirausahaan berkelanjutan. Pendekatan berbasis proyek dengan konteks lokal pesisir memungkinkan peserta didik memahami secara langsung keterkaitan antara pemanfaatan sumber daya alam, keberlanjutan lingkungan, dan peluang ekonomi (Lutfi et al., 2024). Rais et al. (2021) juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis

proyek dengan fokus diversifikasi produk rumput laut lebih efektif dibandingkan problem-based learning dalam mengasah kemampuan diversifikasi produk serta keterampilan 4C, yaitu *critical thinking, communication, collaboration, dan creativity*.

Secara keseluruhan, menjadikan diversifikasi pangan rumput laut sebagai konteks pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan memiliki landasan ilmiah yang kuat dan relevan dengan agenda pembangunan berkelanjutan. Pendekatan ini tidak hanya mendukung pencapaian tujuan pendidikan dan kewirausahaan muda, tetapi juga berkontribusi pada implementasi ekonomi biru dan SDGs melalui pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan berorientasi pada keberlanjutan. Dengan demikian, integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi berpotensi menjadi strategi pedagogis inovatif untuk menyiapkan generasi muda yang memiliki kompetensi sains, jiwa kewirausahaan, dan kepedulian terhadap keberlanjutan lingkungan.

Integrasi Diversifikasi Pangan Rumput Laut dalam Pembelajaran Biologi

Hasil sintesis menunjukkan bahwa integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi dapat dilakukan melalui berbagai aktivitas pembelajaran, seperti praktikum pengolahan produk, analisis kandungan gizi, studi kelayakan usaha, hingga simulasi pemasaran. Pendekatan ini memungkinkan peserta didik mengaitkan konsep biologi dengan proses produksi dan peluang bisnis secara nyata.

Melalui pembelajaran berbasis proyek, peserta didik dapat mengembangkan produk pangan berbahan rumput laut sambil mempelajari aspek ekologi, keberlanjutan, dan kewirausahaan. Hal ini sejalan dengan temuan Hasibuan dan Siregar (2023) yang menunjukkan bahwa pembelajaran bioentrepreneurship mampu meningkatkan kreativitas dan minat berwirausaha mahasiswa biologi. Selain itu, Lutfi et al. (2024) menegaskan bahwa pendekatan lingkungan dalam pembelajaran biologi efektif dalam menginternalisasi karakter kewirausahaan berkelanjutan.

Integrasi ini juga menjawab research gap yang telah diidentifikasi, yaitu minimnya kajian pedagogis yang memanfaatkan rumput laut sebagai konteks pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan. Dengan memosisikan rumput laut sebagai media pedagogis, pembelajaran biologi dapat berkontribusi secara langsung pada penguatan kewirausahaan muda berbasis sumber daya laut.

Implikasi Pedagogis dan Arah Penelitian Selanjutnya

Secara pedagogis, integrasi rumput laut sebagai konteks pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan berpotensi memperkaya pengalaman belajar yang kontekstual, autentik, dan relevan dengan kondisi lokal pesisir. Pendekatan ini mendukung penguatan karakter kewirausahaan berkelanjutan serta kesadaran terhadap isu ekonomi biru dan SDGs.

Namun demikian, kajian ini menemukan adanya celah penelitian empiris yang secara khusus menguji efektivitas integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi terhadap peningkatan jiwa kewirausahaan peserta didik. Penelitian eksperimental, quasi-eksperimental, atau pengembangan model pembelajaran berbasis rumput laut perlu dilakukan untuk memperkuat bukti empiris. Temuan dari penelitian tersebut akan melengkapi bukti konseptual yang telah dibangun melalui narrative review ini dan memperkuat posisi pembelajaran biologi sebagai wahana strategis penguatan kewirausahaan muda berbasis sains.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil narrative review ini dapat disimpulkan bahwa integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan merupakan pendekatan pedagogis yang relevan, inovatif, dan strategis dalam menjawab tantangan pendidikan, pembangunan berkelanjutan, dan penguatan kewirausahaan muda. Sintesis literatur menunjukkan bahwa pembelajaran biologi berorientasi kewirausahaan melalui pendekatan bioentrepreneurship dan ecopreneurship terbukti mampu meningkatkan entrepreneurial self-efficacy, sikap, minat berwirausaha, serta keterampilan abad ke-21 peserta didik, terutama ketika diimplementasikan melalui model pembelajaran aktif dan kontekstual seperti project-based learning. Rumput laut, sebagai komoditas unggulan ekonomi biru, memiliki potensi biologis, ekologis, dan ekonomi yang kuat untuk dijadikan konteks pembelajaran karena

berperan penting dalam ekosistem pesisir, mendukung diversifikasi pangan berkelanjutan, serta membuka peluang usaha berbasis sumber daya laut. Namun demikian, kajian ini juga mengidentifikasi adanya kesenjangan penelitian, yaitu minimnya studi pedagogis yang secara eksplisit memanfaatkan rumput laut sebagai konteks utama pembelajaran biologi untuk penguatan kewirausahaan muda. Oleh karena itu, artikel ini memberikan kontribusi konseptual dengan memosisikan rumput laut tidak hanya sebagai objek kajian biologi atau komoditas industri, tetapi sebagai media pedagogis strategis yang mengintegrasikan penguasaan konsep biologi, nilai keberlanjutan, dan pengembangan jiwa kewirausahaan. Ke depan, diperlukan penelitian empiris dan pengembangan model pembelajaran yang menguji secara sistematis efektivitas integrasi diversifikasi pangan rumput laut dalam pembelajaran biologi guna memperkuat bukti ilmiah dan mendukung implementasi ekonomi biru serta pencapaian SDGs melalui pendidikan.

DAFTAR PUSTAKA

Blikra, M., Altintzoglou, T., Løvdal, T., Rognså, G., Skipnes, D., Skåra, T., Sivertsvik, M., & Fernández, E. (2021). Seaweed products for the future: Using current tools to develop a sustainable food industry. *Trends in Food Science & Technology*. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.11.002>

Brakel, J., Sibonga, R., Dumilag, R., Montalescot, V., Campbell, I., Cottier-Cook, E., Ward, G., Masson, L., Liu, T., Msuya, F., Brodie, J., Lim, P., & Gachon, C. (2021). Exploring, harnessing and conserving marine genetic resources towards a sustainable seaweed aquaculture. *PLANTS, PEOPLE, PLANET*. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10190>

Chopin, T., Buschmann, A., Halling, C., Troell, M., Kautsky, N., Neori, A., Kraemer, G., Zertuche-González, J., Yarish, C., & Neefus, C. (2001). INTEGRATING SEAWEEDS INTO MARINE AQUACULTURE SYSTEMS: A KEY TOWARD SUSTAINABILITY. *Journal of Phycology*, 37. <https://doi.org/10.1046/j.1529-8817.2001.01137.x>

Choudhary, P., G, V., Khade, M., Savant, S., Musale, A., G, R., Chelliah, M., & Dasgupta, S. (2021). Empowering blue economy: From underrated ecosystem to sustainable industry.. *Journal of environmental management*, 291, 112697. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112697>

Farghali, M., Mohamed, I., Osman, A., & Rooney, D. (2022). Seaweed for climate mitigation, wastewater treatment, bioenergy, bioplastic, biochar, food, pharmaceuticals, and cosmetics: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 21, 97–152. <https://doi.org/10.1007/s10311-022-01520-y>

Healy, L., Zhu, X., Pojic, M., Sullivan, C., Tiwari, U., Curtin, J., & Tiwari, B. (2023). Biomolecules from Macroalgae—Nutritional Profile and Bioactives for Novel Food Product Development. *Biomolecules*, 13. <https://doi.org/10.3390/biom13020386>

Hasibuan, H., & Siregar, S. (2023). Bioentrepreneur to grow biology students' creativity. *Bioedunis Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.24952/bioedunis.v2i1.8203>

Kumar, A., Hanjabam, M., Kishore, P., Uchoi, D., Panda, S., Mohan, C., Chatterjee, N., Zynudheen, A., & Ravishankar, C. (2023). Exploitation of Seaweed Functionality for the Development of Food Products. *Food and Bioprocess Technology*, 1-31. <https://doi.org/10.1007/s11947-023-03023-2>

- Lee, K., Noh, J., & Khim, J. (2020). The Blue Economy and the United Nations' sustainable development goals: Challenges and opportunities.. *Environment international*, 137, 105528. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105528>
- Lutfi, L., Amir, N., Irfan, M., Sahabuddin, R., & Zahir, A. (2024). Internalization of entrepreneurial character in biology learning through environmental approach. *KULIDAWA*, 5(2). <https://doi.org/10.31332/kd.v5i2.10266>
- Minicante, S., Bongiorni, L., & De Lazzari, A. (2022). Bio-Based Products from Mediterranean Seaweeds: Italian Opportunities and Challenges for a Sustainable Blue Economy. *Sustainability*. <https://doi.org/10.3390/su14095634>
- Nakhate, P., & Van Der Meer, Y. (2021). A Systematic Review on Seaweed Functionality: A Sustainable Bio-Based Material. *Sustainability*, 13, 6174. <https://doi.org/10.3390/su13116174>
- Rais, M., Yahya, M., Jamaluddin, J., & Purnamawati, P. (2021). Comparing project-based learning and problem-based learning to foster 21st-century learning skills in agricultural seaweed product. *Cypriot Journal of Educational Sciences*. <https://doi.org/10.18844/cjes.v16i3.5842>
- Roohinejad, S., Koubaa, M., Barba, F., Saljoughian, S., Amid, M., & Greiner, R. (2017). Application of seaweeds to develop new food products with enhanced shelf-life, quality and health-related beneficial properties.. *Food research international*, 99 Pt 3, 1066-1083. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.08.016>
- Sarangi, U. (2022). Blue economy, blue finance and ocean governance for achieving sustainable development goals. *Natural Resources Forum*. <https://doi.org/10.1111/1477-8947.12267>
- Setiawan, M., Suwono, H., Nur, H., & Sulisetijono, S. (2023). Reflections on the success biology entrepreneurship. *BIO Web of Conferences*, 79. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20237913003>
- Stedt, K., Trigo, J., Steinhagen, S., Nylund, G., Forghani, B., Pavia, H., & Undeland, I. (2022). Cultivation of seaweeds in food production process waters: Evaluation of growth and crude protein content. *Algal Research*. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2022.102647>
- Supriatno, B., Kusumawaty, D., Tallei, T., Emran, T., & Suwandi, T. (2023). Introducing CAPAB(L)E: A learning model to promote prospective biology teacher's entrepreneurship skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 12(2). <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i2.40741>
- Suryaningsih, Y., & Aripin, I. (2022). Ecopreneurship biology learning with local resources to raise high school student entrepreneurial interest. *International Journal of Educational Innovation and Research*, 1(1). <https://doi.org/10.31949/ijeir.v1i1.1864>
- Sutrisno, D., Rifaie, F., Rudiastuti, A., Rahadiati, A., Purwandani, A., Rahman, A., & Pratama, B. (2024). A Systematic Review of the Scientific Literature to Identify Challenges for the Sustainable Development of Seaweed Farming in Indonesia. *Journal of Marine and Island Cultures*. <https://doi.org/10.21463/jmic.2024.13.3.08>
- Syakilla, N., George, R., Chye, F., Pindi, W., Mantihal, S., Wahab, N., Fadzwi, F., Gu, P., & Matanjun, P. (2022). Nutrients, phytochemicals, and health benefits of *Caulerpa lentillifera*. *Foods*, 11. <https://doi.org/10.3390/foods11182832>

Theuerkauf, S., Barrett, L., Alleway, H., Costa-Pierce, B., St. Gelais, A., & Jones, R. (2021). Habitat value of bivalve shellfish and seaweed aquaculture for fish and invertebrates: Pathways, synthesis and next steps. *Reviews in Aquaculture*. <https://doi.org/10.1111/raq.12584>

Toth, G., Hargrave, M., Stedt, K., Steinhagen, S., Visch, W., & Pavia, H. (2025). Advances in seaweed aquaculture. *Reviews in Aquaculture*. <https://doi.org/10.1111/raq.70031>

Wardani, I., Sari, M., Sulisetijono, S., Gofur, A., Hassan, Z., & Hardianto, H. (2025). Mapping entrepreneurship self-efficacy in biology learning. *Salud, Ciencia y Tecnología*. <https://doi.org/10.56294/saludcyt20251735>

Wazni, M., Muliadi, A., Marhamah, M., & Sarwati, S. (2023). Effects of entrepreneurship learning on biology students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(2). <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i2.2989>

Yani, A., Parlindungan, D., & Yennita, Y. (2021). Improving activities and learning outcomes through PBL of entrepreneurship. *Journal of Physics: Conference Series*, 1731. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1731/1/012092>