

Ai Tusi Fatimah

STEAM-H (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AGRICULTURE, MATHEMATICS, HEALTH): PENGANTAR PEMB...

 Quick Submit

 Quick Submit

 Universitas Galuh

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:3123707477

Submission Date

Jan 2, 2025, 9:49 AM UTC

Download Date

Jan 2, 2025, 9:59 AM UTC

File Name

0_PENDEKATAN_PEMBELAJARAN_STEAM_H.pdf

File Size

1.4 MB

85 Pages

21,013 Words

147,100 Characters

25% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.




Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 8 words)

Exclusions

- ▶ 2 Excluded Sources
- ▶ 24 Excluded Matches

Top Sources

- 25%  Internet sources
- 3%  Publications
- 10%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 25% Internet sources
- 3% Publications
- 10% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Internet		
		guru.kemdikbud.go.id	7%
2	Internet		
		kurikulum.kemdikbud.go.id	4%
3	Internet		
		www.mekaelektronika.com	3%
4	Internet		
		fliphtml5.com	1%
5	Internet		
		kb.jejakmedia.link	1%
6	Internet		
		www.wasito.info	1%
7	Internet		
		mytekpang.blogspot.com	1%
8	Internet		
		repository.penerbiteureka.com	0%
9	Internet		
		4f62a308-f706-48a2-b094-28b249fef8b9.filesusr.com	0%
10	Internet		
		repository.uinsaizu.ac.id	0%
11	Internet		
		id.scribd.com	0%

12	Internet	pdfcoffee.com	0%
13	Internet	www.scribd.com	0%
14	Internet	www.paud.id	0%
15	Internet	es.scribd.com	0%
16	Internet	repository.unja.ac.id	0%
17	Internet	123dok.com	0%
18	Internet	lib.unnes.ac.id	0%
19	Internet	text-id.123dok.com	0%
20	Internet	files1.simpkb.id	0%
21	Internet	jurnaledukasia.org	0%
22	Internet	journal.bustanululum.ac.id	0%
23	Internet	core.ac.uk	0%
24	Internet	journal.universitaspahlawan.ac.id	0%
25	Internet	jurnal.um-tapsel.ac.id	0%

26	Student papers	Universitas Pendidikan Ganesha	0%
27	Internet	mm.widyatama.ac.id	0%
28	Internet	repository.ubharajaya.ac.id	0%
29	Internet	artikelpendidikan.id	0%
30	Internet	journal.fkip.uniku.ac.id	0%
31	Internet	proceedings2.upi.edu	0%
32	Internet	anyflip.com	0%
33	Internet	journal-center.litpam.com	0%
34	Internet	staidagresik.ac.id	0%
35	Internet	doaj.org	0%
36	Internet	pt.scribd.com	0%
37	Internet	rcipress.rcipublisher.org	0%
38	Internet	www.klinikguru.com	0%
39	Student papers	Universitas Negeri Makassar	0%

40	Internet	repository.uin-suska.ac.id	0%
41	Student papers	Universitas Muhammadiyah Buton	0%
42	Student papers	Universitas Negeri Surabaya The State University of Surabaya	0%
43	Internet	etheses.uin-malang.ac.id	0%
44	Internet	menjadivika.blogspot.com	0%
45	Student papers	Universitas Negeri Jakarta	0%
46	Internet	www.abdullahtanjung.net	0%
47	Student papers	IAIN Kediri	0%
48	Student papers	Universitas Sanata Dharma	0%
49	Internet	ejournal.unesa.ac.id	0%
50	Internet	interoperabilitas.perpusnas.go.id	0%
51	Internet	smkn2pangkalanbun.sch.id	0%
52	Publication	Efa Wahyu Prastyaningtyas, Hestin Sri Widiawati. "Implementasi Group Investiga...	0%
53	Student papers	Saint Leo University	0%

54	Student papers	UIN Raden Intan Lampung	0%
55	Student papers	Universitas Islam Negeri Raden Fatah	0%
56	Internet	annibuku.com	0%
57	Internet	buguruku.com	0%
58	Internet	www.readbag.com	0%
59	Internet	www.researchgate.net	0%
60	Internet	beritasaya.com	0%
61	Internet	dwiwidjanarko.com	0%
62	Internet	journal.unj.ac.id	0%
63	Internet	smkn1meureubo.sch.id	0%
64	Publication	Suningram Suningram. "Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Muatan IPA Tem..."	0%
65	Internet	anzdoc.com	0%
66	Internet	docobook.com	0%
67	Internet	duniamatematika15.wordpress.com	0%

68	Internet	etheses.uinmataram.ac.id	0%
69	Internet	fr.scribd.com	0%
70	Internet	idr.uin-antasari.ac.id	0%
71	Internet	jurnal.untan.ac.id	0%
72	Internet	jurnal.unublitar.ac.id	0%
73	Internet	m.tribunnews.com	0%
74	Internet	media.neliti.com	0%
75	Internet	mulok.library.um.ac.id	0%
76	Internet	repository.penerbitwidina.com	0%
77	Internet	unika.widyamandala.ac.id	0%
78	Internet	unmasmataram.ac.id	0%
79	Internet	www.slideshare.net	0%
80	Publication	Lili Diningsi Isu, Maria Julieta Esperanca Naibili, Maria Fatimah W.A. Fouk. "POTRE...	0%
81	Publication	Listika Yusi Risnani. "KEMAM-PUAN CALON GURU (PRE-SERVICE TEACHER) BIOLO...	0%

82	Publication	Muhammad Zaidan Rizki, Nida Helnisa, Eliza Dea Firnanda, Nur Annisa Mahmuda...	0%
83	Publication	Putri Durrotul Hikmah. "Analisis Kemampuan Memimpin Peserta Didik pada Mat...	0%
84	Publication	Ratna Sari, Sawitri Komarayanti, An Rini Mudayanti. "Model Problem Based Learn...	0%
85	Publication	Robby Kurniawan Budhi. "Making Of Flash Card And Augmented Reality-Based Ap...	0%
86	Internet	educhannel.id	0%
87	Internet	ejournal.uinbukittinggi.ac.id	0%
88	Internet	ejournal.umpwr.ac.id	0%
89	Internet	ejournal.undiksha.ac.id	0%
90	Internet	eprints.uns.ac.id	0%
91	Internet	e proceedings.umpwr.ac.id	0%
92	Internet	ilmutanah.unsyiah.ac.id	0%
93	Internet	isnikurniawati.wordpress.com	0%
94	Internet	journal.unpas.ac.id	0%
95	Internet	listrik8volt.wordpress.com	0%

96	Internet	mengajarmengajar.blogspot.com	0%
97	Internet	ojs3.unpatti.ac.id	0%
98	Internet	perpusteknik.com	0%
99	Internet	pingpdf.com	0%
100	Internet	radarsemarang.jawapos.com	0%
101	Internet	repository.uhamka.ac.id	0%
102	Internet	repository.upi.edu	0%
103	Internet	staffnew.uny.ac.id	0%
104	Internet	www.coursehero.com	0%

STEAM-H (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AGRICULTURE,
MATHEMATICS, HEALTH): PENGANTAR PEMBELAJARAN TERINTEGRASI DI SMK
AGRIBISNIS DAN AGRITEKNOLOGI

Dr. Ai Tusi Fatimah, S.Pd., M.Si.

Dr. drh. Agus Yuniawan Isyanto, M.P.

Dr. Euis Erlin. Dra., M.Kes.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga buku berjudul "STEAM-H (Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, Health): Pengantar Pembelajaran Terintegrasi di SMK Agribisnis dan Agriteknologi" ini dapat diselesaikan. Buku ini hadir sebagai salah satu bentuk upaya untuk memperkenalkan dan mengimplementasikan pendekatan pembelajaran STEAM-H di lingkungan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), khususnya pada bidang Agribisnis dan Agriteknologi.

Perkembangan zaman yang semakin pesat menuntut sumber daya manusia yang tidak hanya menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi, tetapi juga memiliki kemampuan untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif. Pendekatan pembelajaran STEAM-H dianggap sebagai salah satu solusi untuk menjawab tantangan tersebut. Dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, STEAM-H diharapkan dapat menghasilkan lulusan yang memiliki kompetensi yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja yang dinamis.

SMK Agribisnis dan Agriteknologi sebagai lembaga pendidikan memiliki peran yang sangat strategis dalam mencetak lulusan yang siap kerja dan berwirausaha di sektor pertanian. Penerapan pendekatan STEAM-H di sekolah-sekolah kejuruan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas lulusan dan memberikan kontribusi yang signifikan bagi pembangunan pertanian di Indonesia.

Buku ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengalaman penulis dalam mengimplementasikan pendekatan STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi. Materi yang disajikan mencakup pengenalan pendekatan pembelajaran STEAM-H dan pola integrasinya, capaian pembelajaran SMK dalam ruang lingkup STEAM-H berdasarkan Kurikulum Merdeka, integrator konseptual dan kontekstual, perancangan alur konseptual, langkah-langkah perencanaan pendekatan STEAM-H dalam pembelajaran berbasis masalah dan pembelajaran berbasis proyek.

Buku ini diharapkan dapat menjadi panduan bagi para guru dan praktisi pendidikan di SMK untuk menerapkan pendekatan pembelajaran STEAM-H dalam kegiatan belajar mengajar terutama mata pelajaran kejuruan, matematika, dan IPA. Dengan pendekatan yang terintegrasi, kami berharap para peserta didik SMK Agribisnis dan Agriteknologi dapat lebih siap menghadapi tantangan di lapangan,

serta mampu berkontribusi secara signifikan dalam pembangunan sektor pertanian dan teknologi di Indonesia.

Kami menyadari bahwa penyusunan buku ini tidak lepas dari bantuan dan dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi atas pendanaan yang diberikan melalui skema Penelitian Fundamental Tahun 2024. Dukungan ini sangat berarti bagi kami dalam melakukan riset dan pengembangan yang mendalam terkait penerapan STEAM-H di SMK.

Selain itu, apresiasi yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada para mitra penelitian dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku ini. Tanpa partisipasi aktif dan sumbangsih pemikiran dari berbagai pihak, buku ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat bagi dunia pendidikan, khususnya dalam meningkatkan kualitas pendidikan kejuruan di Indonesia.

Akhir kata, kami berharap buku ini dapat menjadi inspirasi bagi banyak pihak untuk terus berinovasi dan mengembangkan metode pembelajaran yang adaptif dan relevan dengan kebutuhan zaman. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan kemudahan dan petunjuk-Nya bagi kita semua dalam menjalankan tugas dan pengabdian di bidang pendidikan.

Ciamis, Agustus 2024

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
PENDAHULUAN.....	1
1. PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEAM-H.....	5
1.1. Apa Pendekatan Pembelajaran STEAM-H?.....	5
1.2. Pola Integrasi Pembelajaran STEAM-H.....	7
2. CAPAIAN PEMBELAJARAN SMK AGRIBISNIS DAN AGRITEKNOLOGI DALAM RUANG LINGKUP STEAM-H	12
2.1. Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura	13
2.2. Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian	16
2.3. Agribisnis Perikanan Air Tawar.....	19
2.4. Agribisnis Ternak Unggas.....	23
2.5. Matematika	25
2.6. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)	27
3. INTEGRATOR KONSEPTUAL DAN KONTEKSTUAL STEAM-H	29
3.1. Pertanian Sebagai Integrator STEAM-H.....	30
3.2. Matematika Sebagai Integrator STEAM-H.....	36
3.3. Sains dan Kesehatan Sebagai Integrator STEAM-H.....	39
3.4. Teknologi dan Rekayasa Sebagai Integrator STEAM-H.....	41
4. ALUR KONSEPTUAL GRAFIS	44
4.1. Menetapkan Pola integrasi, Integrator STEAM-H dan Tujuan pembelajaran.....	44
4.2. Alur Konseptual STEAM-H Eksplisit atau Implisit dalam Kurikulum	46
4.3. Merancang Alur Konseptual STEAM-H	47
5. PERENCANAAN AWAL UNTUK IMPLEMENTASI PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEAM-H.....	68
5.1. Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan STEAM-H.....	68
5.2. Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan STEAM-H.....	72
6. PENUTUP	75
REFERENSI.....	77

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Tanaman Fase E.....	13
Tabel 2. Capaian Pembelajaran Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura Fase F	14
Tabel 3. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Agriteknologi Pengolahan Hasil Pertanian Fase E	16
Tabel 4. Capaian Pembelajaran Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian Fase F	17
Tabel 5. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Perikanan Fase E.....	19
Tabel 6. Capaian Pembelajaran Agribisnis Perikanan Air Tawar Fase F	21
Tabel 7. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Perikanan Fase E.....	23
Tabel 8. Capaian Pembelajaran Agribisnis Ternak Unggas Fase F	24
Tabel 9. Capaian Pembelajaran Matematika Fase E.....	25
Tabel 10. Capaian Pembelajaran Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian Fase F	26
Tabel 11. Capaian Pembelajaran IPAS di SMK.....	27
Tabel 12. Tema Dasar Pengolahan Lahan Sebagai Integrator STEAM-H.....	31
Tabel 13. Contoh Integrasi STEAM-H dengan Sains sebagai Integrator.....	40
Tabel 14. Contoh Tujuan Pembelajaran dari Elemen Penanganan Panen dan Pasca Panen	48
Tabel 15. Ruang Lingkup Materi Produksi Olahan Hasil Nabati	57

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Alur Konseptual Grafis Proyek Penanganan Panen dan Pasca Panen dengan Pola Pembelajaran Multidisiplin	52
Gambar 2. Alur Konseptual Grafis Proyek Penanganan Panen dan Pasca Panen dengan Pola Pembelajaran Interdisiplin	54
Gambar 3 Alur Konseptual Grafis Proyek Penanganan Panen dan Pasca Panen dengan Pola Pembelajaran Interdisiplin dan Penambahan Konsep Matematika Luar Kurikulum.	56
Gambar 4. Kreasi Wonton Ayam	59
Gambar 5. Produksi Wonton Ayam Pola Pembelajaran Interdesipliner Tipe 1	60
Gambar 6. Produksi Wonton Ayam Pola Pembelajaran Interdesiplin Tipe 2	61
Gambar 7. Pembelajaran Multidisiplin (Produksi Wonton Ayam - Matriks)	62
Gambar 8. Pembelajaran Multidisiplin (Produksi Wonton Ayam - Pinjaman).....	63
Gambar 9. Pembelajaran Transdisiplin (Produksi Wonton Ayam - Pinjaman)	65
Gambar 10. Alur Konseptual Lintas-Disiplin	67

PENDAHULUAN

STEAM-H, yang merupakan singkatan dari Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, dan Health, telah membuka cakrawala baru dalam penelitian multidisiplin. Konsep ini pertama kali dibahas secara mendalam dalam prosiding Springer yang diterbitkan pada tahun 2014, berjudul "New Frontiers of Multidisciplinary Research in STEAM-H" (Toni, 2014). Karya ini menjadi titik tolak bagi para peneliti untuk mengeksplorasi batas-batas baru dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu tersebut. Sejak saat itu, penelitian terkait STEAM-H terus berkembang pesat dan telah menghasilkan sejumlah publikasi berkualitas tinggi, terutama melalui seri buku yang diterbitkan oleh Springer. Seri buku ini secara khusus menyoroti inovasi dan temuan-temuan terbaru dalam bidang STEAM-H, memperkaya literatur ilmiah di bidang ini. Meskipun demikian, potensi besar dari pendekatan STEAM-H belum sepenuhnya dimanfaatkan dalam konteks pendidikan. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sejauh ini lebih berfokus pada aspek teoritis dan praktis dari STEAM-H, namun implementasinya dalam ranah pendidikan, terutama pada tingkat dasar dan menengah, masih relatif terbatas. Hal ini mengindikasikan adanya peluang besar untuk mengembangkan kurikulum dan metode pembelajaran yang mengintegrasikan elemen-elemen STEAM-H, sehingga dapat **membekali generasi muda dengan keterampilan dan pengetahuan yang relevan untuk menghadapi tantangan di abad ke-21.**

(Fatimah et al., 2022) telah membuka cakrawala baru dalam dunia pendidikan dengan mengeksplorasi konsep STEAM-H. Melalui buku berjudul "Pengantar untuk Konversi Pendidikan STEM ke STEAM-H" yang merintis jalan bagi integrasi pertanian dan kesehatan ke dalam kerangka pendidikan STEM yang telah mapan. Buku ini secara mendalam membahas empat pilar utama dalam implementasi STEAM-H, yaitu pola integrasi antar disiplin ilmu, prinsip-prinsip pembelajaran yang efektif, penciptaan lingkungan belajar yang kondusif, serta pengembangan instrumen asesmen yang relevan. Dengan mengadaptasi teori-teori pendidikan STEM yang ada, buku ini menawarkan kerangka kerja dasar bagi pendidik yang ingin menerapkan pendekatan STEAM-H di kelas. Meskipun demikian, potensi pengembangan dari buku ini masih sangat terbuka lebar, mengingat kompleksitas dan dinamika pendidikan masa kini.

Pertanian, sebagai disiplin ilmu pada STEAM-H, memiliki peran sentral dalam pembangunan bangsa. Dalam konteks pendidikan kejuruan, SMK telah menyediakan bidang keahlian yang spesifik untuk mencetak generasi penerus yang kompeten di bidang pertanian yaitu Agribisnis dan Agriteknologi (BSKAP

5
27
Kemendikbudristek, 2022a). Berdasarkan regulasi tersebut, SMK Agribisnis dan Agriteknologi terbagi menjadi enam program keahlian utama, yakni agribisnis tanaman, agribisnis ternak, agribisnis perikanan, usaha pertanian terpadu, agriteknologi pengolahan hasil pertanian, dan kehutanan. Masing-masing program keahlian ini dirancang untuk membekali peserta didik dengan pengetahuan dan keterampilan yang relevan dengan kebutuhan industri pertanian. Lebih lanjut, setiap program keahlian memiliki konsentrasi keahlian yang lebih spesifik, yang seringkali disebut sebagai 'jurusan' oleh masyarakat.

63
8
25
Setiap bidang keahlian di SMK memiliki tujuan spesifik untuk membekali peserta didik dengan kompetensi yang dibutuhkan di dunia kerja dan industri. SMK Agribisnis dan Agriteknologi, misalnya, dirancang untuk menghasilkan lulusan yang siap berkontribusi dalam sektor pertanian. Buku ini akan mengulas secara mendalam bagaimana capaian pembelajaran yang telah ditetapkan untuk SMK Agribisnis dan Agriteknologi dapat dikaitkan dengan disiplin ilmu seperti sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan. Dengan kata lain, kita akan melihat bagaimana konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu ini saling terintegrasi dalam proses pembelajaran di SMK Agribisnis. Pembahasan dalam buku ini merupakan pengembangan dari hasil serangkaian penelitian yang telah dilakukan terkait STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi.

Penelitian yang dilakukan oleh (Fatimah, Isyanto, Toto, et al., 2023) telah membuka jalan bagi eksplorasi lebih dalam mengenai penerapan pendidikan STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi. Studi ini secara khusus menyelidiki bagaimana mata pelajaran matematika dan sains dapat diintegrasikan dengan konsep pengolahan hasil pertanian. Hasil penelitian menunjukkan adanya keterkaitan konseptual yang kuat antara ketiga bidang tersebut. Konsep-konsep matematika seperti perhitungan, analisis data, dan statistika ternyata sangat relevan dalam proses pengolahan hasil pertanian. Begitu pula dengan konsep-konsep sains, seperti kimia dan biologi, yang mendasari pemahaman tentang sifat bahan pangan, reaksi kimia dalam pengolahan, dan mikrobiologi pangan. Adapun teknologi dan rekayasa cenderung terintegrasi di dalam pertanian, sedangkan kesehatan cenderung terintegrasi di dalam sains.

98
Penelitian tersebut juga menyoroti peran sentral dari konsep pengolahan hasil pertanian sebagai integrator. Konsep-konsep dalam pengolahan hasil pertanian tidak hanya menjadi konteks pembelajaran yang nyata bagi peserta didik, tetapi juga menjadi jembatan yang menghubungkan berbagai konsep dalam matematika dan sains. Dengan kata lain, melalui kegiatan pengolahan hasil pertanian, peserta didik dapat melihat secara langsung bagaimana konsep-konsep

54 abstrak dalam matematika dan sains diterapkan dalam kehidupan nyata. Hal ini membuat pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan bagi peserta didik.

23 Temuan menarik lainnya dari penelitian tersebut adalah mengenai keberadaan konsep-konsep esensial matematika dan sains dalam kurikulum SMK Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian. Konsep-konsep ini tidak hanya terdapat dalam mata pelajaran matematika dan sains secara eksplisit, tetapi juga tertanam secara implisit dalam berbagai mata pelajaran lain yang berkaitan dengan pengolahan hasil pertanian. Selain itu, penelitian ini juga menunjukkan bahwa para guru memiliki keyakinan yang positif terhadap potensi penerapan pembelajaran terpadu STEAM-H di SMK Agribisnis. Hal ini mengindikasikan bahwa para guru siap untuk mengembangkan kompetensi dan mengadaptasi metode pembelajaran agar dapat mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam proses pembelajaran.

15 Selain itu, (Fatimah, Isyanto, & Toto, 2023) telah melakukan penelitian yang mendalam untuk mengungkap pemahaman guru SMK Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura tentang konsep koherensi dan integrasi kurikulum dalam kerangka STEAM-H. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemahaman guru mengenai koherensi kurikulum dimulai dari kesadaran akan adanya hubungan antar mata pelajaran seperti agribisnis, matematika, dan IPA. Selain itu, guru juga perlu memahami konsep-konsep esensial yang mendasari masing-masing mata pelajaran, baik yang secara eksplisit tercantum dalam kurikulum maupun yang bersifat implisit. Dengan kata lain, guru harus memiliki pemahaman yang komprehensif tentang bagaimana konsep-konsep tersebut saling terkait dan dapat diintegrasikan dalam proses pembelajaran.

16 Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan adanya perbedaan pemahaman antara guru. Beberapa guru cenderung lebih menyadari adanya hubungan yang bersifat implisit antara mata pelajaran agribisnis, matematika, dan IPA. Mereka lebih mampu melihat bagaimana konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu dapat saling melengkapi dan memperkaya pemahaman peserta didik. Di sisi lain, beberapa guru masih lebih fokus pada pengajaran mata pelajaran secara terpisah tanpa melihat keterkaitannya dengan mata pelajaran lain.

8 Penelitian ini juga menyoroti pentingnya peran pertanian sebagai integrator konseptual dan kontekstual dalam implementasi pembelajaran STEAM-H. Pertanian dapat menjadi integrator yang menyatukan berbagai disiplin ilmu seperti sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan kesehatan. Konsep-konsep abstrak dalam berbagai disiplin ilmu dapat dikonkretkan melalui permasalahan

nyata dalam pertanian. Selain itu, pertanian juga dapat menjadi konteks pembelajaran yang relevan bagi peserta didik SMK Agribisnis, karena mereka dapat langsung melihat penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Guru juga berpendapat bahwa berbagai pendekatan STEAM-H, seperti multidisiplin, interdisiplin, dan transdisiplin, sangat cocok untuk diterapkan di SMK Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura. Hal ini menunjukkan adanya potensi besar untuk mengembangkan pembelajaran yang lebih inovatif dan relevan bagi peserta didik.

Penelitian tentang STEAM-H di dunia pendidikan, khususnya di sekolah menengah kejuruan tersebut masih sangat terbatas sehingga membuka banyak peluang untuk eksplorasi lebih lanjut. Fokus utama penelitian selanjutnya perlu diarahkan pada implementasi konkret pendekatan pembelajaran STEAM-H di lapangan. Buku ini hadir sebagai respons atas kebutuhan tersebut dengan menyajikan panduan teknis yang komprehensif. Di dalamnya, pembaca akan menemukan pengantar mengenai pendekatan STEAM-H, mulai dari konsep dasar hingga pola integrasinya dalam kurikulum. Selain itu, buku ini juga menyajikan analisis terhadap capaian pembelajaran yang diharapkan dari peserta didik SMK dalam konteks STEAM-H berdasarkan Kurikulum Merdeka.

Untuk memperkaya pemahaman, buku ini juga menyajikan berbagai contoh integrator konseptual dan kontekstual yang dapat digunakan dalam pembelajaran STEAM-H. Lebih lanjut, buku ini akan memandu pembaca dalam merancang alur konseptual pembelajaran yang efektif. Terakhir, buku ini memberikan langkah-langkah praktis untuk merencanakan pendekatan STEAM-H dalam dua model pembelajaran yang populer, yaitu pembelajaran berbasis masalah dan pembelajaran berbasis proyek. Dengan demikian, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi yang berharga bagi para pendidik, peneliti, dan praktisi pendidikan yang ingin mendalami dan menerapkan pendekatan STEAM-H dalam pembelajaran.

1. PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEAM-H

31 Dalam bab ini, akan dibahas tentang pendekatan STEAM-H (Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, and Health) dan berbagai pola integrasinya. Memahami pendekatan STEAM-H dan berbagai pola integrasinya akan sangat bermanfaat bagi para pendidik. Guru yang memiliki pengetahuan mendalam dapat membuat pembelajaran yang lebih inovatif, relevan, dan menarik bagi peserta didik. Guru akan memiliki kemampuan untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu secara harmonis sehingga peserta didik dapat memperoleh pemahaman yang lebih luas tentang dunia di sekitarnya serta mampu mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu untuk pemecahan masalah. Selain itu, guru akan lebih mahir dalam melatih peserta didik keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif.

1.1. Apa Pendekatan Pembelajaran STEAM-H?

8 Pendekatan pembelajaran STEAM-H (Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, and Health) merupakan sebuah paradigma pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu untuk memecahkan masalah dunia nyata. Sains, teknologi, teknik/rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan tidak berdiri sendiri, melainkan saling bersinergi dalam memecahkan masalah dunia nyata. Dengan mengintegrasikan semua bidang ini, peserta didik diajak untuk melihat masalah secara holistik dan mencari solusi yang komprehensif. STEAM-H menekankan pada penerapan ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari. Peserta didik diajak untuk mencari solusi inovatif dengan menggunakan konsep-konsep STEAM-H. Pendekatan ini membuat pembelajaran lebih bermakna dan relevan bagi peserta didik, karena dapat melihat langsung manfaat dari apa yang dipelajari.

14
34
33
97
Jika merujuk pada pendekatan pembelajaran STEM yang telah banyak dibahas, kita dapat menemukan bahwa pendekatan pembelajaran terintegrasi sebagai inovasi pendidikan untuk abad ke-21, yang menekankan pemecahan masalah interdisiplin dan aplikasi di dunia nyata (Dutchak, 2021). Pendekatan ini bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi, yang dikenal sebagai "Empat C" (Fajrina et al., 2020). Pendekatan ini menyatukan beberapa mata pelajaran yang memfasilitasi integrasi eksperimen ilmiah, ekspresi matematika, dan pemodelan teknologi (Hallström & Ankiewicz, 2023). Pendekatan ini digunakan untuk meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi di kalangan peserta didik, dengan fokus pada pemecahan masalah, pemikiran

kritis, dan penalaran ilmiah (Baharin et al., 2018). Secara keseluruhan, pendekatan terintegrasi mempersiapkan peserta didik untuk pembelajaran seumur hidup dan pekerjaan masa depan dengan mengembangkan kompetensi profesional dan sosial-pribadi utama (Dutchak, 2021).

Adapun karakteristik utama yang mendasari pendekatan STEAM-H adalah sebagai berikut:

1) Pembelajaran Holistik

STEAM-H memandang pembelajaran sebagai suatu proses yang utuh dan terintegrasi. Dengan menggabungkan berbagai disiplin ilmu, peserta didik dapat melihat bagaimana konsep-konsep yang berbeda saling berhubungan dan saling mempengaruhi.

2) Relevansi dengan Dunia Nyata

STEAM-H menekankan pada pembelajaran yang relevan dengan masalah dan tantangan dunia nyata. Dengan demikian, peserta didik dapat melihat bagaimana pengetahuan yang diperolehnya dapat diterapkan untuk menciptakan solusi yang berdampak.

3) Pembelajaran Berpusat pada Peserta didik

STEAM-H menempatkan peserta didik sebagai pusat pembelajaran yang mendorong peserta didik untuk menjadi pembelajar aktif. Guru berperan sebagai fasilitator yang membantu peserta didik membangun pengetahuannya sendiri melalui pengalaman belajar yang bermakna. Melalui proyek-proyek berbasis masalah, peserta didik diajak untuk berkolaborasi, berpikir kritis, dan mengembangkan keterampilan pemecahan masalah

4) Keterampilan Abad 21

STEAM-H bertujuan untuk mengembangkan keterampilan abad 21 pada peserta didik, seperti kreativitas, inovasi, kolaborasi, komunikasi, dan berpikir kritis. Keterampilan-keterampilan ini sangat penting untuk kesuksesan di masa depan.

Dengan demikian, pendekatan STEAM-H menawarkan sebuah paradigma pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan tuntutan zaman. Dengan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu, pendekatan ini dapat membantu peserta didik mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan untuk sukses di masa depan.

1.2. Pola Integrasi Pembelajaran STEAM-H

Pendekatan STEAM-H menawarkan fleksibilitas dalam implementasinya, sehingga memungkinkan berbagai pola integrasi. Pola integrasi tersebut meliputi disiplin, multidisiplin, interdisiplin, transdisiplin (English, 2016; Roehrig et al., 2021), dan lintas disiplin (Li & Lewis, 2019). Perbedaan keempatnya dirangkum berikut ini:

- 1) Disiplin: Konsep dan keterampilan dipelajari secara terpisah di setiap disiplin ilmu.
- 2) Multidisiplin: Konsep dan keterampilan dipelajari secara terpisah dalam setiap disiplin ilmu tetapi terhubung dalam tema yang sama.
- 3) Interdisiplin: Konsep dan keterampilan yang terkoneksi dari dua atau lebih disiplin ilmu dipelajari melalui tema atau masalah yang sama.
- 4) Transdisipliner: Pengetahuan dan keterampilan yang dipelajari dari dua atau lebih disiplin diterapkan pada masalah dan proyek dunia nyata, sehingga membantu membentuk pengalaman belajar.
- 5) Lintas-disiplin (*cross-discipline*): Suatu disiplin ilmu dapat dipandang dari beberapa sudut pandang disiplin lain.

Pola integrasi dapat dianggap sebagai salah satu strategi atau pendekatan dalam pola pembelajaran. Ketika kita mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu atau topik, kita sebenarnya sedang merancang suatu pengalaman belajar yang lebih holistik dan bermakna bagi peserta didik. Berdasarkan pola integrasinya, maka akan dibahas empat pola pembelajaran berikut ini.

Pola pembelajaran disiplin adalah pendekatan pembelajaran di mana setiap mata pelajaran atau disiplin ilmu dipelajari secara terpisah dan mandiri. Konsep dan keterampilan yang terkait dengan satu disiplin ilmu diajarkan secara terpisah dari disiplin ilmu lainnya. Adapun karakteristik pola pembelajaran ini adalah sebagai berikut:

- 1) Setiap mata pelajaran memiliki kurikulum dan materi pembelajaran yang berbeda.
- 2) Penekanan diberikan pada pemahaman mendalam terhadap konsep dan keterampilan spesifik dari setiap disiplin.
- 3) Hubungan antara berbagai disiplin ilmu cenderung tidak menjadi fokus utama.

Kelebihan dari pola disiplin adalah pemahaman mendalam tentang suatu disiplin dan struktur materi yang jelas. Peserta didik dapat mempelajari konsep dan keterampilan secara lebih mendalam karena fokus pada satu disiplin ilmu. Selain

itu, kurikulum yang jelas dan terstruktur memudahkan peserta didik dan guru dalam mengatur pembelajaran.

Tantangan pola disiplin adalah pada aspek relevansi dengan dunia nyata dan pengembangan keterampilan berpikir kritis. Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, Masalah dunia nyata seringkali melibatkan berbagai disiplin ilmu. Dengan mempelajari setiap disiplin secara terpisah, peserta didik mungkin kesulitan dalam menerapkan pengetahuan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks. Selain itu, kurangnya koneksi antar disiplin dapat menghambat pengembangan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang kompleks.

Pola pembelajaran disiplin dimungkinkan diimplementasikan pada tahap awal pembelajaran. Ketika peserta didik baru mulai belajar suatu disiplin ilmu, pendekatan disiplin dapat membantu membangun fondasi yang kuat. Pola ini juga dapat diimplementasikan pada mata pelajaran yang sangat spesifik.

Pola pembelajaran multidisiplin adalah pendekatan pembelajaran yang menggabungkan beberapa disiplin ilmu untuk mempelajari suatu tema atau topik yang sama. Meskipun setiap disiplin ilmu masih mempelajari konsep dan keterampilannya masing-masing secara terpisah, namun semua disiplin ini diarahkan untuk memahami suatu tema yang sama. Karakteristik utama pola ini adalah:

- 1) Tema yang sama: Semua disiplin ilmu yang terlibat dalam pembelajaran berfokus pada satu tema atau topik yang sama.
- 2) Pembelajaran terpisah: Setiap disiplin ilmu masih mempelajari konsep dan keterampilannya masing-masing secara mandiri.
- 3) Koneksi yang lemah: Koneksi antara disiplin ilmu lebih bersifat permukaan dan belum terintegrasi secara mendalam.

Karakteristik pertama menunjukkan kelebihan pola integrasi multidisiplin. Kelebihan ini dikarenakan tema yang disajikan relevan dengan dunia nyata dan peserta didik dapat memiliki pemahaman yang lebih luas dan kaya. Peserta didik dapat menghubungkan konsep yang dipelajari dalam satu disiplin dengan konsep dalam disiplin lainnya. Peserta didik dapat melihat suatu masalah dari berbagai perspektif. Karakteristik kedua dapat dilihat dari aspek kelebihan dan kekurangannya. Kelebihannya, pembelajaran yang terpisah memungkinkan peserta didik lebih fokus dan memperdalam setiap disiplin. Namun kelemahannya, pembelajaran yang terpisah dapat mengakibatkan pemahaman koneksi antar disiplin yang lemah.

Pola pembelajaran interdisiplin adalah pendekatan pembelajaran yang menggabungkan konsep dan keterampilan dari dua atau lebih disiplin ilmu untuk mempelajari suatu tema atau masalah secara mendalam. Dalam pendekatan ini, batas-batas antara disiplin ilmu dikaburkan, dan peserta didik diajak untuk melihat suatu masalah dari berbagai perspektif. Karakteristik pola pembelajaran interdisiplin adalah:

- 1) Integrasi Mendalam: Konsep dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu diintegrasikan secara erat untuk membentuk pemahaman yang komprehensif.
- 2) Fokus pada Masalah: Pembelajaran difokuskan pada masalah atau proyek dunia nyata yang kompleks, yang membutuhkan pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu.
- 3) Kolaborasi: Peserta didik diajak untuk bekerja sama dalam kelompok yang heterogen untuk menyelesaikan masalah yang kompleks.

Kelebihan pola pembelajaran interdisiplin adalah pemahaman yang holistik, pengembangan keterampilan abad 21, dan relevansi dengan dunia nyata. Di sini, peserta didik dapat melihat masalah dari berbagai perspektif dan memahami kompleksitas masalah dunia nyata. Peserta didik mengembangkan keterampilan seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, dan kolaborasi. Peserta didik untuk menerapkan pengetahuan dan keterampilan untuk menyelesaikan masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

Tantangan pola pembelajaran interdisiplin adalah kompleksitas perencanaan, implementasi, dan asesmen. Semua guru mata pelajaran yang terlibat dalam integrasi disiplin harus bekerja sama menyiapkan perencanaan pembelajaran lengkap hingga asesmen. Pemilihan tema pembelajaran harus menjadi pertimbangan untuk capaian pembelajaran dari semua disiplin.

Pola pembelajaran transdisipliner adalah pendekatan pembelajaran yang paling integratif di antara semua pola pembelajaran yang telah kita bahas sebelumnya. Dalam pendekatan ini, pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu tidak hanya dihubungkan, tetapi juga diintegrasikan secara mendalam untuk menciptakan sesuatu yang baru dan unik. Karakteristik pola pembelajaran transdisipliner adalah:

- 1) Fokus pada Masalah Dunia Nyata: Pembelajaran dimulai dengan masalah atau tantangan yang ada di dunia nyata.
- 2) Integrasi Mendalam: Semua disiplin ilmu yang relevan dilibatkan untuk mencari solusi yang komprehensif.

- 15 3) Kreativitas dan Inovasi: Peserta didik didorong untuk berpikir kreatif dan inovatif dalam mencari solusi baru.
- 4) Kolaborasi Multidisiplin: Peserta didik dari berbagai latar belakang bekerja sama untuk menemukan solusi.
- 5) Pembentukan Pengetahuan Baru: Melalui proses pembelajaran, peserta didik dapat menciptakan pengetahuan baru yang melampaui batas-batas disiplin ilmu.

Kelebihan pola pembelajaran transdisipliner adalah adanya relevansi dengan dunia nyata, pengembangan keterampilan komprehensif, pengembangan fleksibilitas, dan pembekalan kehidupan di masa depan. Melalui pola ini, peserta didik dapat melihat langsung manfaat dari apa yang dipelajari. Peserta didik dapat mengembangkan berbagai keterampilan seperti berpikir kritis, pemecahan masalah, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas. Tantangan pola pembelajaran transdisipliner adalah memerlukan perencanaan yang matang dan sumber daya yang cukup terutama dari guru-guru mata pelajaran yang terlibat dalam pembelajaran transdisipliner ini.

Pola pembelajaran lintas-disiplin adalah pendekatan yang memungkinkan kita melihat suatu disiplin ilmu dari perspektif yang berbeda-beda. Sederhananya, kita bisa mempelajari suatu konsep atau topik dari sudut pandang beberapa bidang ilmu yang berbeda. Ini seperti melihat sebuah objek dari berbagai sudut, sehingga kita mendapatkan pemahaman yang lebih utuh dan kaya. Karakteristik pola pembelajaran lintas-disiplin adalah:

- 1) Fokus pada Satu Disiplin: Berbeda dengan interdisiplin atau transdisipliner yang mengintegrasikan beberapa disiplin, lintas-disiplin lebih berfokus pada satu disiplin utama.
- 2) Berbagai Perspektif: Disiplin utama tersebut kemudian dilihat dari kacamata disiplin ilmu lain.
- 3) Konsep yang Sama, Konteks yang Berbeda: Konsep dasar yang sama dapat memiliki aplikasi yang berbeda-beda dalam disiplin ilmu yang berbeda.

Kelebihan pola pembelajaran lintas-disiplin adalah pemahaman yang lebih mendalam, fleksibilitas, dan penguatan koneksi antar disiplin. Melalui pola ini, peserta didik dapat melihat suatu konsep dari berbagai sudut pandang yang memungkinkan pemahaman yang lebih mendalam dan komprehensif. Uniknya, suatu konsep dapat diterapkan pada berbagai disiplin ilmu dalam konteks yang berbeda. Akibatnya, peserta didik dapat membangun jembatan antara berbagai bidang ilmu sehingga memiliki kemampuan koneksi yang kuat.

Tantangan yang dihadapi peserta didik dengan pola pembelajaran lintas-disiplin adalah mungkin terlalu fokus pada satu disiplin utama, sehingga tidak memberikan gambaran yang sepenuhnya holistik bagi disiplin lain. Selain itu, peserta didik memerlukan pengetahuan dasar yang kuat dalam masing-masing disiplin ilmu untuk memahami berbagai perspektif konteks.

Setiap pola integrasi pembelajaran memiliki keunggulan dan keterbatasannya masing-masing, sehingga tidak ada satu pun pola yang dianggap paling sempurna dalam segala situasi. Untuk mendapatkan pemahaman yang lebih komprehensif, pembaca disarankan untuk mengkaji secara mendalam pembahasan pada Bab 3 dan Bab 4. Dengan pemahaman yang mendalam mengenai berbagai pola integrasi pembelajaran, seorang pendidik diharapkan mampu memilih dan menerapkan pola yang paling sesuai dengan karakteristik peserta didik, tuntutan kurikulum yang berlaku, serta tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Melalui pemilihan pola pembelajaran yang tepat, diharapkan kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan, sehingga peserta didik dapat mencapai kesuksesan yang optimal baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang.

16

99

79

2. CAPAIAN PEMBELAJARAN SMK AGRIBISNIS DAN AGRITEKNOLOGI DALAM RUANG LINGKUP STEAM-H

73 Seperti yang sudah disinggung sebelumnya pada bagian pendahuluan, SMK di Indonesia terbagi ke dalam bidang keahlian yang salah satunya adalah agribisnis dan agriteknologi. Bidang ini memiliki enam program keahlian. Masing-masing memiliki konsentrasi keahlian. Buku ini hanya akan membahas empat konsentrasi keahlian yaitu, agribisnis tanaman pangan hortikultura, agribisnis pengolahan hasil pertaniann, agribisnis perikanan air tawar, dan agribisnis ternak unggas. Pembatasan tersebut dilakukan karena penulis hanya baru meneliti di empat konsentrasi tersebut.

43 38 12 Bab ini akan menampilkan capaian pembelajaran mata pelajaran dalam ruang lingkup STEAM-H. Capaian Pembelajaran adalah kompetensi pembelajaran yang harus dicapai Peserta Didik di akhir setiap fase. Di sekolah menengah, dalam konteks ini SMK, terdapat capaian pembelajaran fase E (kelas X) dan fase F (kelas XI dan XII). Capaian pembelajaran ini berhubungan dengan mata pelajaran dalam ruang lingkup STEAM-H yang terdiri dari mata pelajaran agribisnis, matematika, dan IPA (Ilmu Pengetahuan Alam). Capaian pembelajaran ini disajikan dari Kurikulum Merdeka (BSKAP Kemendikbudristek, 2022b). Mata pelajaran Matematika dan IPA di SMK masuk pada kelompok mata pelajaran kejuruan. Dalam penjelasan tentang Kurikulum Merdeka disebutkan bahwa matematika dan IPA dilaksanakan sesuai dengan konteks program keahlian (Menteri Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi Republik Indonesia, 2024).

2.1. Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura

Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura merupakan konsentrasi keahlian yang masuk pada kategori Program Keahlian Tanaman Pangan. Konteks-konteks capaian pembelajaran ini merupakan bagian dari disiplin pertanian. Berdasarkan Kurikulum Merdeka, terdapat capaian pembelajaran seperti pada Tabel 1 dan Tabel 2 berikut ini.

Tabel 1. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Tanaman Fase E

Elemen	Capaian Pembelajaran
Proses bisnis secara menyeluruh di bidang agribisnis tanaman	Pada akhir fase E peserta didik dapat memahami proses bisnis secara menyeluruh manajemen produksi bidang agribisnis tanaman, antara lain penerapan K3LH, perencanaan produk, mata rantai pasok (<i>Supply Chain</i>), logistik, proses produksi, penggunaan dan perawatan peralatan di bidang agribisnis tanaman, serta pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
Perkembangan teknologi produksi dan isu-isu global terkait dengan agribisnis dan industry tanaman	Pada akhir fase E peserta didik dapat memahami perkembangan proses produksi tanaman secara konvensional sampai modern, pertanian perkotaan (<i>urban farming</i>), alat dan mesin pertanian dari yang konvensional sampai yang otomatis dan berbasis IOT, <i>smart farming</i> dan isu pemanasan global, perubahan iklim, ketersediaan pangan global, regional dan lokal, <i>sustainable farming</i> (pertanian berkelanjutan), serta penerapan bioteknologi dalam pertanian.
Agripreneur, peluang usaha dan pekerjaan/profesi di bidang agribisnis tanaman	Pada akhir fase E peserta didik dapat menjelaskan tentang profil agripreneur yang mampu membaca peluang pasar dan usaha, profesi pemroduksi tanaman (petani) dalam rangka menumbuhkan jiwa wirausaha, serta peluang usaha dan peluang bekerja di bidang agribisnis tanaman.
Teknis dasar proses produksi tanaman	Pada akhir fase E peserta didik dapat menjelaskan tentang pembiakan tanaman, persiapan tanam, pemeliharaan tanaman, panen dan penanganan pasca panen, pengemasan, dan distribusi produk hasil panen.
Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap proses produksi tanaman	Pada akhir fase E peserta didik dapat menjelaskan tentang faktor-faktor yang berpengaruh kepada proses produksi tanaman: faktor edafik, climatic, genetic, biotik, dan pirik.

Elemen	Capaian Pembelajaran
Pembiakan tanaman	Pada akhir fase E peserta didik dapat menjelaskan tentang pembiakan tanaman secara generatif dan vegetatif, baik konvensional maupun modern.
Pengelolaan menyeluruh proses produksi tanaman	Pada akhir fase E peserta didik dapat memahami penerapan dan pengelolaan K3, pengelolaan lahan, sumber daya alam pendukung, sumber daya manusia, produksi tanaman berkelanjutan, limbah dengan prinsip 8R (Rethink, Reduce, Reuse, Refurbish, Repair, Repurpose, dan Recycle), kelembagaan pada rantai produksi dan pasar, serta pelestarian kearifan local
Pengelolaan limbah hasil Perkebunan	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pengelolaan limbah hasil perkebunan meliputi pembuatan pupuk hijau dan/atau pembuatan kompos dengan berbagai metode menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Pemasaran	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pemasaran hasil tanaman perkebunan meliputi analisis peluang pasar, teknik pemasaran, dan pengadministrasian hasil pemasaran menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

Tabel 2. Capaian Pembelajaran Agribisnis Tanaman Pangan dan Hortikultura Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
Penyiapan media tanam	Pada akhir fase F, peserta didik mampu menyiapkan media tumbuh untuk tanaman yang ditanam di lahan basah, lahan kering, di pot dan tanaman yang ditanam dengan metode lainnya seperti hidroponik, aquaponik dan aeroponik maupun pertanian organic secara konvensional dan/atau dengan alat modern.
Penyiapan bibit	Pada akhir fase F, peserta didik mampu menyiapkan bibit melalui perbanyakan tanaman secara vegetative (stek, okulasi, cangkok, menyambung, kultur jaringan) serta generatif untuk tanaman pangan dan hortikultura secara konvensional dan/atau dengan alat modern.
Penanaman	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan penanaman mulai dari persiapan, pelaksanaan, dan penyulaman sesuai komoditas tanaman secara konvensional dan/atau dengan alat modern.

Elemen	Capaian Pembelajaran
2 Pengairan	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pengairan yang meliputi berbagai teknik pengairan di lahan basah, lahan kering, untuk tanaman semusim dan tanaman tahunan, maupun penanaman system hidroponik, aquaponik, dan aeroponik secara konvensional dan/atau dengan alat modern.
Pemupukan	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pemupukan meliputi pupuk organik dan/atau anorganik secara manual maupun mekanis secara konvensional dan/atau dengan alat modern.
1 Pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pengendalian Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) meliputi gulma, hama dan/atau penyebab penyakit tanaman dengan berbagai metode, secara konvensional dan/atau dengan alat modern.
2 Perlakuan khusus	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan perlakuan khusus pada tanaman pangan dan hortikultura seperti pemberian hormon tumbuh, pembumbunan, pemangkasan, pemasangan ajir yang disesuaikan dengan situasi dan kebutuhan secara konvensional dan/atau dengan alat modern.
2 Panen dan pasca panen	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan panen dan pasca panen produksi tanaman meliputi persiapan panen, teknik panen, sorting, grading, packing, dan/atau labelling secara konvensional dan/atau dengan alat modern.
12 Pengelolaan limbah hasil pertanian	Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan pengelolaan limbah hasil produksi tanaman meliputi pembuatan pupuk hijau dan/atau kompos, pestisida nabati dengan berbagai metode.
Pemasaran	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pemasaran mulai dari analisa peluang pasar, komunikasi, teknik pemasaran konvensional dan/atau digital, hingga administrasi dan pembukuan usaha.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

2.2. Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian

Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian merupakan konsentrasi keahlian yang masuk pada kategori Program Keahlian Agriteknologi Pengolahan Hasil Pertanian. Konteks-konteks capaian pembelajaran ini merupakan bagian dari disiplin pertanian. Berdasarkan Kurikulum Merdeka, terdapat capaian pembelajaran seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut ini.

Tabel 3. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Agriteknologi Pengolahan Hasil Pertanian Fase E

Elemen	Capaian Pembelajaran
Proses bisnis secara menyeluruh di bidang industri pengolahan hasil pertanian;	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami proses bisnis industri pengolahan hasil pertanian, antara lain tentang klasifikasi industri, lingkup usaha, penerapan K3LH, perencanaan produk, mata rantai pasok (<i>supply chain</i>), logistik, proses produksi, penggunaan dan perawatan peralatan, serta pengelolaan sumber daya dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
Perkembangan teknologi yang digunakan, proses kerja, dan isu-isu global di bidang industri pengolahan hasil pertanian;	Pada akhir fase E peserta didik mampu menjelaskan perkembangan teknologi pengolahan hasil pertanian dan pengujian mutunya, yaitu bioteknologi, nanoteknologi, otomatisasi, digitalisasi, <i>Internet of Things</i> (IoT); pemahaman tentang pemanasan global, perubahan iklim, ketersediaan pangan global, regional dan lokal, pertanian berkelanjutan, sistem kelembagaan pada rantai produksi dan pasar.
Agripreneur, lapangan kerja dan peluang usaha di bidang agriteknologi pengolahan hasil pertanian;	Pada akhir fase E peserta didik mampu menjelaskan profil agripreneur yang mampu membaca peluang pasar dan usaha untuk menumbuhkan jiwa wirausaha, serta profil profesi atau jabatan di industri pengolahan hasil pertanian yang menjaga ketersediaan pangan dalam rangka menumbuhkan sikap profesionalisme dalam bekerja.
Proses dan teknik dasar pengoperasian alat dan mesin penanganan dan pengolahan hasil pertanian	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami konsep, prinsip, dan prosedur melalui praktik terbatas proses-proses dasar pengolahan hasil pertanian (nabati/tanaman, hewani, dan ikan meliputi pengecilan ukuran (pemotongan, pengirisan, pamarutan, pencacahan, penghancuran, dan penggilingan), proses termal (pendinginan,

Elemen	Capaian Pembelajaran
	pembekuan, pasteurisasi, sterilisasi, pengeringan, pemanggangan, penyangraian, dan penggorengan), proses kimia dan biokimia (penggaraman, penggulaan, pengasaman/fermentasi), dan proses pemisahan (pengayakan, penyaringan, destilasi, ekstraksi, pengendapan, penggumpalan dan evaporasi) serta proses pencampuran bahan.
7 Penanganan komoditas pertanian sesuai prosedur Kesehatan Keselamatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH)	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami tentang pengidentifikasian karakteristik dan penanganan (sortasi, <i>grading</i> , pengawetan, pengemasan, pengepakan dan penyimpanan dingin) hasil pertanian pasca panen untuk disimpan, dikonsumsi atau diproses lebih lanjut menjadi produk olahan setengah jadi, atau produk jadi dengan menerapkan prinsip dan prosedur K3LH.
7 Prinsip dan teknik kerja laboratorium	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami prinsip, prosedur penggunaan, dan perawatan peralatan gelas (gelas alat ukur volume, gelas wadah, gelas aparatus destilasi, aparatus ekstraksi, aparatus filtrasi, aparatus titrasi, gelas wadah, gelas reaktor/pencampur, dan alat gelas penunjang), alat bukan gelas (neraca analitik, oven, <i>waterbath</i> , tanur, inkubator, <i>autoclave</i> , <i>fume hood</i> atau <i>fume-scrubber</i> , <i>hot plate</i> , bunsen atau <i>burner</i> , <i>Laminary Air Flow/LAF</i>), penggunaan bahan kimia pereaksi dan standar (pembuatan larutan dan standardisasi larutan), teknik kerja aseptik, sterilisasi peralatan dan sterilisasi media, serta penanganan limbah laboratorium.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

Tabel 4. Capaian Pembelajaran Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
3 Produksi olahan hasil nabati	Pada akhir fase F, peserta didik dapat melakukan pemilihan dan penanganan bahan baku dan bahan tambahan untuk proses produksi pengolahan hasil nabati, penyiapan dan pengoperasian peralatan, pengendalian proses dan penilaian mutu hasil dengan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.

Elemen	Capaian Pembelajaran
Produksi olahan hasil hewani	Pada akhir fase F, peserta didik dapat melakukan produksi olahan daging/ ikan/telur dan/atau susu dengan cara memilih dan menangani bahan baku dan bahan tambahan untuk proses produksi pengolahan hasil hewani, menyiapkan dan mengoperasikan peralatan, mengendalikan proses dan menilai mutu hasil dengan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Produksi olahan hasil tanaman bahan penyegar dan perkebunan	Pada akhir fase F, peserta didik dapat melakukan produksi olahan teh/kopi/coklat/kelapa/tembakau dan/atau komoditas lainnya dengan cara memilih dan menangani bahan baku dan bahan tambahan untuk proses produksi pengolahan hasil tanaman bahan penyegar dan perkebunan, menyiapkan dan mengoperasikan peralatan, mengendalikan proses dan menilai mutu hasil dengan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Produksi olahan hasil tanaman rempah	Pada akhir fase F, peserta didik dapat melakukan produksi olahan jahe/kunyit/temulawak/cengkeh/kayu manis/pala dan/atau komoditas lainnya dengan cara memilih dan menangani bahan baku dan bahan tambahan untuk proses produksi pengolahan hasil tanaman rempah, menyiapkan dan mengoperasikan peralatan, mengendalikan proses dan menilai mutu hasil dengan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Sistem manajemen keamanan pangan dan kualitas produk	Pada akhir fase F, peserta didik dapat memahami dan menyusun spesifikasi produk, penerapan sanitasi/SSOP (Sanitation Standard Operating Procedures), GMP (Good Manufacturing Practice) dan HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point).
Pengemasan, penyimpanan dan penggudangan	Pada akhir fase F, peserta didik dapat menentukan bahan kemasan, teknik pengemasan, penyimpanan produk olahan hasil pertanian, proses penggudangan dan sistem pengelolaan penggudangan dalam penerapannya di bidang pengolahan hasil pertanian dengan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Penanganan limbah	Pada akhir fase F, peserta didik dapat melakukan

Elemen	Capaian Pembelajaran
pengolahan hasil pertanian	penanganan dan pemanfaatan hasil samping pengolahan hasil pertanian menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Analisa usaha pengolahan hasil pertanian	Pada akhir fase F, peserta didik dapat menganalisis aspek kelayakan usaha yaitu aspek hukum, aspek lingkungan, aspek pasar dan pemasaran, aspek teknis/teknologi, aspek sumber daya manusia, aspek keuangan (perhitungan kebutuhan investasi, biaya operasional, perhitungan hpp produk, B/C Rasio, IRR, NPV, PI, BEP), serta pengadministrasian dan pembukuan sederhana.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

2.3. Agribisnis Perikanan Air Tawar

Agribisnis Perikanan Air Tawar merupakan konsentrasi keahlian yang masuk pada kategori Program Keahlian Agribisnis Perikanan. Konteks-konteks capaian pembelajaran ini merupakan bagian dari disiplin pertanian. Berdasarkan Kurikulum Merdeka, terdapat capaian pembelajaran seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut ini.

Tabel 5. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Perikanan Fase E

Elemen	Capaian Pembelajaran
Proses bisnis secara menyeluruh di bidang agribisnis tanaman	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami proses bisnis secara menyeluruh industri agribisnis perikanan antara lain tentang perbenihan, pembesaran, pemanenan, dan perlakuan pasca panen; penerapan K3LH, perencanaan produk, mata rantai pasok (<i>Supply Chain</i>), logistik, proses produksi, penggunaan dan perawatan peralatan di bidang agribisnis perikanan, serta pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
Perkembangan sistem teknologi, ekologi perairan dan isu-isu global di bidang agribisnis perikanan ramah lingkungan	Pada akhir fase E peserta didik mampu menjelaskan perkembangan sistem teknologi dan budidaya ramah lingkungan yaitu bioteknologi, otomatisasi, digitalisasi, <i>Internet of Thing (IoT)</i> , ekologi perairan dan isu-isu global terkait perkembangan agribisnis perikanan seperti <i>environment-friendly aquaculture, smart farming</i> , pemanasan global, perubahan iklim, ketersediaan pangan global, regional dan lokal, serta <i>sustainable farming</i>

Elemen	Capaian Pembelajaran
	(pertanian berkelanjutan).
Agripreneur, peluang usaha dan pekerjaan/profesi di bidang agribisnis perikanan	Pada akhir fase E peserta didik mampu menjelaskan tentang profil agripreneur yang mampu membaca peluang pasar dan usaha, profesi pemroduksi ikan (petani ikan) dalam rangka menumbuhkan jiwa wirausaha, serta peluang usaha dan peluang bekerja di bidang agribisnis perikanan.
Teknis dasar budidaya perikanan	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami melalui praktik terbatas tentang proses produksi budidaya perikanan sesuai K3LH, persiapan produksi budidaya perikanan dasar, pemeliharaan ikan dasar, manajemen pakan alami dan buatan dasar, manajemen kualitas air dan hama penyakit ikan dasar, panen dan penanganan pasca panen dasar, pengemasan dan distribusi produk dasar.
Karakteristik komoditas perikanan	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami tentang karakteristik komoditas perikanan yaitu morfologi, anatomi serta sistem fisiologis pada berbagai komoditas perikanan, seperti ikan bersirip (finfish), kekerangan (moluska), udang/kepiting/rajungan (crustacea), dan rumput laut.
Manajemen kegiatan agribisnis perikanan	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami tentang manajemen kegiatan agribisnis perikanan yaitu pengelolaan sumber daya alam dasar, pengelolaan sumber daya manusia, alur produksi perikanan yang berkelanjutan, pengelolaan limbah dengan prinsip 8R (Rethink, Refuse, Reuse, Refurbish, Repair, Repurpose, Recycle), serta pelestarian kearifan lokal, keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan Hidup (K3LH).
Pengenalan analisa usaha dan pemasaran	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami tentang perhitungan dasar analisa usaha, survei pasar, pengidentifikasian produk perikanan, pengidentifikasian jenis-jenis pasar, pengenalan profil (biografi) pengusaha, pengidentifikasian jenis-jenis usaha, pengenalan rantai pasok dan permintaan, dan pengenalan tentang peningkatan nilai tambah suatu produk.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

Tabel 6. Capaian Pembelajaran Agribisnis Perikanan Air Tawar Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
1 Proses bisnis dan perkembangan teknologi	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan proses bisnis dan perkembangan teknologi melalui identifikasi peluang usaha, analisis kelayakan usaha, perencanaan produksi, manajemen tata kelola produksi, pelaksanaan produksi, monitoring dan evaluasi proses bisnis serta pengembangan teknologi pada kegiatan agribisnis perikanan air tawar.
Pengelolaan kualitas air dan pengendalian hama penyakit	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pengelolaan kualitas air dan pengendalian hama penyakit mulai dari mengidentifikasi parameter kualitas air, mengambil sampel kualitas air, mengukur dan mengelola kualitas air pada wadah budidaya, menangani limbah budidaya perikanan, mengidentifikasi jenis hama dan penyakit, mencegah hama dan penyakit, hingga melakukan pengobatan penyakit ikan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Produksi pakan alami dan pakan buatan	Pada akhir fase F, peserta didik mampu memproduksi pakan alami dan pakan buatan mulai dari mengidentifikasi jenis-jenis pakan alami, persiapan wadah dan media kultur pakan alami, menginokulasi bibit, memelihara pakan alami, memantau pertumbuhan dan memanen pakan alami. Peserta didik juga dapat menghitung formulasi pakan, menyiapkan bahan baku pakan, membuat pakan, mengemas dan menguji pakan buatan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Pembenihan komoditas perikanan air tawar	Pada akhir fase F, peserta didik mampu membenihkan komoditas perikanan air tawar dengan melakukan persiapan dan tata kelola wadah dan media pembenihan, memelihara induk, memijahkan induk, menetas telur, memelihara larva, memberi pakan, mengelola kualitas air, serta mengendalikan hama penyakit. Peserta didik juga memantau laju pertumbuhan, memanen hasil pembenihan dan mendaftarkan secara terukur proses produksi pada pembenihan, serta menerapkan teknologi pada pembenihan ikan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
12 Pendederan	Pada akhir Fase F, peserta didik mampu mendederkan

Elemen	Capaian Pembelajaran
1 komoditas perikanan air tawar	komoditas perikanan air tawar mulai dari melakukan persiapan dan tata kelola wadah dan media pendederan, menyeleksi benih, menebar benih, memberi pakan, memantau laju pertumbuhan dan kesehatan ikan, memanen hasil pendederan dan mendata secara terukur proses produksi pada pendederan, serta menerapkan teknologi pada pendederan ikan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Pembesaran komoditas perikanan air tawar	Pada akhir fase F, peserta didik mampu membesarkan komoditas perikanan air tawar dengan melakukan persiapan dan tata kelola wadah dan media pembesaran, menyeleksi benih, memberi pakan, mengelola kualitas air, mengendalikan hama dan penyakit, memantau laju pertumbuhan, memanen hasil pembesaran dan mendata secara terukur proses produksi pada pembesaran, serta penerapan teknologi pada pembesaran ikan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Penanganan panen dan pasca panen	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan panen dan pasca panen, mulai dari menghitung estimasi hasil produksi, menyiapkan peralatan, wadah dan bahan panen, melakukan sortasi dan <i>grading</i> , memanen ikan, mengendalikan mutu hasil panen, mengemas (<i>packing</i>), melakukan pengangkutan dan penanganan pasca panen, mendata secara terukur proses panen dan penanganannya, serta menerapkan teknologi pada kegiatan panen dan pasca panen menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Pemasaran hasil produksi komoditas perikanan air tawar	Pada akhir fase F, peserta didik mampu memasarkan hasil produksi komoditas perikanan air tawar yang meliputi identifikasi peluang pasar, meningkatkan nilai jual, melakukan komunikasi pemasaran secara terpadu, menerapkan teknik pemasaran (secara <i>online</i> dan/atau <i>offline</i>), mengadministrasikan hasil pemasaran, dan menggunakan data pemasaran untuk mengembangkan usaha.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

2.4. Agribisnis Ternak Unggas

Agribisnis Ternak Unggas merupakan konsentrasi keahlian yang masuk pada kategori Program Keahlian Agribisnis Ternak. Konteks-konteks capaian pembelajaran ini merupakan bagian dari disiplin pertanian. Berdasarkan Kurikulum Merdeka, terdapat capaian pembelajaran seperti pada Tabel 7 dan Tabel 8 berikut ini.

Tabel 7. Capaian Pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Perikanan Fase E

Elemen	Capaian Pembelajaran
1 Proses bisnis secara menyeluruh di bidang agribisnis ternak	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami tentang proses bisnis secara menyeluruh manajemen produksi bidang agribisnis ternak, antara lain penerapan K3LH, perencanaan produk, mata rantai pasok (<i>Supply Chain</i>), logistik, proses produksi, penggunaan dan perawatan peralatan di bidang agribisnis ternak, serta pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
2 Perkembangan teknologi produksi dan isu-isu global terkait dengan agribisnis dan industri ternak	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami tentang teknologi peternakan seperti perkembangan bioteknologi, otomatisasi, aplikasi digitalisasi dan <i>internet of things (IoT)</i> , serta isu-isu pemanasan global, perubahan iklim, ketersediaan pangan global, regional dan lokal, pertanian berkelanjutan, sistem kelembagaan pada rantai produksi dan pasar, dan limbah dengan prinsip 8R (<i>Rethink, Refuse, Reuse, Refurbish, Repair, Repurpose, Recycle</i>).
Agripreneur, peluang usaha dan pekerjaan/profesi di bidang agribisnis ternak	Pada akhir fase E peserta didik mampu menjelaskan tentang profil agripreneur yang mampu membaca peluang pasar dan usaha, profesi pemroduksi ternak (petani ternak) dalam rangka menumbuhkan jiwa wirausaha, serta peluang usaha dan peluang bekerja di bidang agribisnis ternak.
Proses-proses dasar pada agribisnis ternak	Pada akhir fase E peserta didik mampu menjelaskan tentang konsep, prinsip dan prosedur peternakan (pembibitan, pakan, perkandangan, kesehatan ternak, pemeliharaan, pemanenan dan pemasaran).
Penanganan komoditas peternakan sesuai prosedur Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)	Pada akhir fase E peserta didik mampu menjelaskan tentang pengidentifikasian karakteristik dan penanganan komoditas peternakan untuk disimpan, dikonsumsi, atau diproses lebih lanjut menjadi produk olahan setengah jadi, atau produk jadi dengan menerapkan prinsip dan prosedur K3

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

Tabel 8. Capaian Pembelajaran Agribisnis Ternak Unggas Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
2 Sarana prasarana produksi	Pada akhir fase F, peserta didik mampu menyiapkan kandang dan peralatan konvensional dan/atau alat modern, menerapkan konstruksi dan tipe kandang, mengoperasikan kandang dan peralatan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.
Pengelolaan produksi	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pengelolaan produksi ternak yang mencakup menyusun rancangan produksi, menetas telur, pemeliharaan ternak sesuai komoditas, evaluasi produksi dan penanganan limbah.
Pengelolaan pakan	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pengelolaan pakan yang meliputi menyusun rancangan kebutuhan pakan, penilaian bahan pakan, membuat formulasi pakan, memproduksi pakan, mengevaluasi hasil produksi pakan, serta menyimpan bahan pakan dan pakan.
Kesehatan ternak	Pada akhir fase F, peserta didik mampu menerapkan kesehatan ternak yang meliputi pencegahan penyakit (program biosecurity, sanitasi, vaksinasi dan isolasi), identifikasi ternak sehat dan sakit, serta pengobatan ternak sakit.
12 2 Panen dan pasca panen	Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan pemanenan hasil penetasan, pemanenan produksi ternak, uji kualitas hasil panen, evaluasi hasil usaha, serta penanganan dan pengolahan pasca panen.
2 Pemasaran hasil ternak	Pada akhir fase F, peserta didik mampu memahami pemasaran hasil ternak mulai dari melakukan analisis usaha ternak secara menyeluruh, melakukan identifikasi peluang pasar, memilih strategi pemasaran dan inovasi, melakukan pemasaran secara konvensional dan digital, hingga mengadministrasikan hasil pemasaran.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

2.5. Matematika

8 Matematika, sebagai salah satu disiplin dalam ruang lingkup STEAM-H, memegang peran krusial dalam kurikulum pendidikan di sekolah kejuruan. Mata pelajaran ini diajarkan secara intensif mulai dari kelas X hingga XII, dengan tujuan membekali peserta didik dengan kemampuan matematis yang kuat sebagai bekal memasuki dunia kerja. Capaian pembelajaran Matematika di SMK mengacu pada standar yang telah ditetapkan oleh Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan (BSKAP) Kemendikbudristek, sebagaimana tertuang dalam Tabel 9 dan 10 untuk Fase E dan F (BSKAP Kemendikbudristek, 2022b). Standar ini secara umum mengacu pada capaian pembelajaran Matematika di SMA/MA, namun dengan penyesuaian kontekstual yang disesuaikan dengan kebutuhan spesifik masing-masing konsentrasi keahlian di SMK. Dengan demikian, pembelajaran Matematika di SMK tidak hanya sebatas memenuhi tuntutan kurikulum, tetapi juga diarahkan untuk mengembangkan kompetensi peserta didik dalam memecahkan masalah nyata yang relevan dengan bidang keahliannya.

4 *Tabel 9. Capaian Pembelajaran Matematika Fase E*

Elemen	Capaian Pembelajaran
Bilangan	Di akhir fase E, peserta didik dapat menggeneralisasi sifat-sifat bilangan berpangkat (termasuk bilangan pangkat pecahan). Mereka dapat menerapkan barisan dan deret aritmetika dan geometri, termasuk masalah yang terkait bunga tunggal dan bunga majemuk.
Aljabar dan Fungsi	Di akhir fase E, peserta didik dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sistem persamaan linear tiga variabel dan sistem pertidaksamaan linear dua variabel. Mereka dapat menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan persamaan dan fungsi kuadrat (termasuk akar imajiner), dan persamaan eksponensial (berbasis sama) dan fungsi eksponensial.
Geometri	Di akhir fase E, peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan segitiga siku-siku yang melibatkan perbandingan trigonometri dan aplikasinya.
Analisis Data dan Peluang	Di akhir fase E, peserta didik dapat merepresentasikan dan menginterpretasi data dengan cara menentukan jangkauan kuartil dan interkuartil. Mereka dapat membuat dan menginterpretasi box plot (<i>box-and whisker plot</i>) dan menggunakannya untuk membandingkan himpunan data. Mereka dapat menggunakan dari box plot, histogram dan dot plot sesuai dengan natur data dan kebutuhan. Mereka dapat menggunakan diagram pencar untuk menyelidiki dan

Elemen	Capaian Pembelajaran
	<p>menjelaskan hubungan antara dua variabel numerik (termasuk salah satunya variable bebas berupa waktu). Mereka dapat mengevaluasi laporan statistika di media berdasarkan tampilan, statistika dan representasi data.</p> <p>Peserta didik dapat menjelaskan peluang dan menentukan frekuensi harapan dari kejadian majemuk. Mereka menyelidiki konsep dari kejadian saling bebas dan saling lepas, dan menentukan peluangnya.</p>

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

Tabel 10. Capaian Pembelajaran Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian Fase F

Elemen	Capaian Pembelajaran
Bilangan	Di akhir fase F, peserta didik dapat memodelkan pinjaman dan investasi dengan bunga majemuk dan anuitas, serta menyelidiki (secara numerik atau grafis) pengaruh masing-masing parameter (suku bunga, periode pembayaran) dalam model tersebut.
Aljabar dan Fungsi	Di akhir fase F, peserta didik dapat menyatakan data dalam bentuk matriks. Mereka dapat menentukan fungsi invers, komposisi fungsi, dan transformasi fungsi untuk memodelkan situasi dunia nyata menggunakan fungsi yang sesuai (linear, kuadrat, eksponensial).
Geometri	Di akhir fase F, peserta didik dapat menerapkan teorema tentang lingkaran, dan menentukan panjang busur dan luas juring lingkaran untuk menyelesaikan masalah (termasuk menentukan lokasi posisi pada permukaan Bumi dan jarak antara dua tempat di Bumi).
Analisis Data dan Peluang	<p>Di akhir fase F, peserta didik dapat melakukan proses penyelidikan statistika untuk data bivariat. Mereka dapat mengidentifikasi dan menjelaskan asosiasi antara dua variabel kategorikal dan antara dua variabel numerikal. Mereka dapat memperkirakan model linear terbaik (<i>best fit</i>) pada data numerikal. Mereka dapat membedakan hubungan asosiasi dan sebab-akibat.</p> <p>Peserta didik memahami konsep peluang bersyarat dan kejadian yang saling bebas menggunakan konsep permutasi dan kombinasi.</p>

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

3

2.6. Ilmu Pengetahuan Alam (IPA)

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan fondasi penting dalam kerangka pembelajaran STEAM-H. Di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), IPA tidak hanya sebatas ilmu dasar, tetapi juga menjadi bagian integral dari kelompok mata pelajaran kejuruan. Untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif, IPA dipadukan dengan ilmu sosial membentuk mata pelajaran terpadu yang dikenal sebagai IPAS. Uniknya, mata pelajaran IPAS ini hanya diajarkan di kelas X, menjadikannya sebagai pintu gerbang bagi peserta didik SMK dalam memahami konsep-konsep ilmiah dasar. Kurikulum Merdeka telah merancang capaian pembelajaran IPAS dengan sangat khusus, yang tertuang dalam Tabel 11. Dengan demikian, peserta didik SMK tidak hanya dibekali pengetahuan tentang fenomena alam, tetapi juga dilatih untuk berpikir kritis, kreatif, dan mampu menerapkan ilmu pengetahuan dalam konteks kejuruan. Integrasi IPA dengan ilmu sosial dalam IPAS diharapkan dapat menghasilkan lulusan SMK yang tidak hanya kompeten di bidang teknis, tetapi juga memiliki kesadaran akan pentingnya ilmu pengetahuan dalam kehidupan sehari-hari dan permasalahan sosial.

Tabel 11. Capaian Pembelajaran IPAS di SMK

Elemen	Capaian Pembelajaran
Menjelaskan fenomena secara ilmiah	Peserta didik diharapkan dapat memahami pengetahuan ilmiah dan menerapkannya; atau membuat prediksi sederhana disertai dengan pembuktiannya. Peserta didik menjelaskan fenomena-fenomena yang terjadi di lingkungan sekitarnya dilihat dari berbagai aspek seperti makhluk hidup dan lingkungannya; zat dan perubahannya; energi dan perubahannya; bumi dan antariksa; keruangan dan konektivitas antar ruang dan waktu; interaksi, komunikasi, sosialisasi, institusi sosial dan dinamika sosial; serta perilaku ekonomi dan kesejahteraan. Peserta didik juga mengaitkan fenomena-fenomena tersebut dengan keterampilan teknis pada bidang keahliannya
Mendesain dan mengevaluasi penyelidikan Ilmiah	Peserta didik dapat menentukan dan mengikuti prosedur yang tepat untuk melakukan penyelidikan ilmiah, menjelaskan cara penyelidikan yang tepat bagi suatu pertanyaan ilmiah, serta diharapkan dapat mengidentifikasi kekurangan atau kesalahan pada desain percobaan ilmiah.

Elemen	Capaian Pembelajaran
Menerjemahkan data dan buktibukti secara ilmiah	Peserta didik dapat menerjemahkan data dan bukti dari berbagai sumber untuk membangun sebuah argumen serta dapat mempertahankannya dengan penjelasan ilmiah. Peserta didik diharapkan dapat mengidentifikasi kesimpulan yang benar diambil dari tabel hasil, grafik, atau sumber data lain. Peserta didik merencanakan dan melaksanakan aksi sebagai tindak lanjut, mengkomunikasikan proses dan hasil pembelajarannya, melakukan refleksi diri terhadap tahapan kegiatan yang dilakukan.

(BSKAP Kemendikbudristek, 2022b)

3. INTEGRATOR KONSEPTUAL DAN KONTEKSTUAL STEAM-H

Integrator konseptual berperan sebagai "jembatan" yang menghubungkan berbagai konsep dari disiplin ilmu yang berbeda sedangkan integrator kontekstual menghubungkan konsep-konsep abstrak dengan situasi nyata yang dihadapi peserta didik. Integrator konseptual dan kontekstual dalam pendekatan pembelajaran STEAM-H di SMK Agribisnis merupakan elemen kunci yang menghubungkan berbagai disiplin ilmu (sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan) dengan dunia nyata. Untuk mendukung implementasi pendekatan pembelajaran STEAM-H, integrator konseptual dan kontekstual dapat diturunkan dari capaian pembelajaran yang telah disajikan pada bab kedua.

Penentuan integrator kontekstual atau konseptual bergantung pada pola integrasi yang dipilih (Roehrig et al., 2021b). Berdasarkan jenis integrasinya, terdapat integrasi konten dan integrasi konteks (Moore et al., 2014). Tentunya konsepsi atau tafsiran seorang individu terhadap suatu konsep tertentu akan berbeda satu sama lainnya. Penentuan integrator konseptual maupun kontekstual akan sangat relatif tergantung penafsiran individu. Oleh karena itu, konsepsi guru terhadap STEAM-H bisa saja beragam dalam membangun pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEAM-H. Hal tersebut dijelaskan dalam penelitian sebelumnya bahwa konsepsi guru tentang STEM terintegrasi secara signifikan memengaruhi pengembangan kurikulum (Ring-Whalen et al., 2018).

Penentuan integrator STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi merupakan langkah krusial dalam merancang pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu. Dengan menganalisis keterkaitan antara capaian pembelajaran mata pelajaran sains, teknologi, pertanian, matematika, dan kesehatan, khususnya mata pelajaran kejuruan agribisnis dan agriteknologi, matematika, serta IPA, kita dapat mengidentifikasi konsep-konsep sentral yang dapat menjadi titik temu berbagai disiplin ilmu tersebut.

Langkah-langkah yang dapat ditempuh untuk menentukan integrator STEAM-H adalah sebagai berikut:

- 1) Analisis mendalam capaian pembelajaran: Melalui analisis yang cermat terhadap kurikulum masing-masing mata pelajaran, kita dapat mengidentifikasi konsep-konsep yang perlu dikuasai peserta didik. Dengan demikian, kita dapat mengidentifikasi titik-titik temu antara berbagai disiplin ilmu yang dapat dijadikan sebagai dasar untuk membangun integrator.
- 2) Penentuan tujuan pembelajaran yang jelas: Tujuan pembelajaran yang spesifik dan terukur akan menjadi pedoman dalam memilih integrator yang relevan.

Tujuan pembelajaran ini harus mencerminkan kompetensi yang ingin dicapai peserta didik setelah mengikuti pembelajaran STEAM-H.

- 3) Pemilihan pola integrasi yang sesuai: Terdapat berbagai pola integrasi yang dapat diterapkan, seperti multidisiplin, interdisiplin, transdisiplin, dan lintas-disiplin. Pemilihan pola integrasi yang tepat akan bergantung pada karakteristik peserta didik, sumber daya yang tersedia, dan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai.
- 4) Identifikasi integrator: Integrator dapat berupa tema, proyek, atau masalah nyata yang relevan dengan konsep atau konteks yang perlu dikuasai oleh peserta didik. Integrator yang baik harus mampu menghubungkan berbagai disiplin ilmu dan memotivasi peserta didik untuk belajar secara aktif.

3.1. Pertanian Sebagai Integrator STEAM-H

Selama ini, pertanian dipandang sebagai integrator kontekstual bagi sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Contoh penelitian tentang ini menunjukkan bahwa pertanian merupakan integrator STEM karena pertanian menyediakan konteks yang kaya. (Swafford, 2018) menekankan potensi pendidikan Pertanian, Pangan, dan Sumber Daya Alam untuk mengajarkan konsep STEM. Namun demikian, dalam pendekatan STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi, pertanian sebagai integrator kontekstual sekaligus konseptual bagi disiplin lainnya yaitu sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan kesehatan.

Pertanian selama ini telah diakui sebagai fondasi yang kokoh bagi integrasi konsep-konsep dalam sains, teknologi, rekayasa, dan matematika (STEM). Konteks yang kaya dan beragam dalam pertanian memberikan peluang emas untuk mengajarkan prinsip-prinsip STEM secara nyata dan relevan. Seperti yang ditekankan oleh Swafford (2018), bidang pertanian, pangan, dan sumber daya alam memiliki potensi luar biasa untuk menjadi wahana pembelajaran STEM yang efektif. Namun, dalam perkembangan terkini, pendekatan STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi telah membawa pemahaman yang lebih luas tentang peran pertanian. Tidak hanya sebagai integrator kontekstual, pertanian juga berperan sebagai integrator konseptual (Fatimah, Isyanto, & Toto, 2023; Fatimah, Isyanto, Toto, et al., 2023). Penelitian tersebut semakin memperkuat pandangan ini dengan menunjukkan bagaimana pertanian dapat menyatukan disiplin ilmu STEM dengan kesehatan (STEAM-H).

Misalnya kita mengambil tema dari capaian pembelajaran di SMK Program Keahlian Agribisnis Tanaman yaitu pengolahan lahan. Pengolahan lahan

merupakan konsep pertanian dalam mata pelajaran tersebut. Pengolahan lahan dapat dipandang sebagai integrator konseptual atau kontekstual bagi disiplin ilmu lainnya yaitu sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan kesehatan. Pengolahan lahan dipandang sebagai integrator konseptual karena berperan sebagai "jembatan" yang menghubungkan berbagai konsep dari disiplin ilmu yang lainnya. Khususnya bagi peserta didik SMK Agribisnis Tanaman Pangan dan hortikultura, pengolahan lahan merupakan konsep/keterampilan yang harus dikuasainya. Jika matematika atau disiplin lainnya yang bersifat abstrak menggunakan konteks pengolahan lahan untuk menghubungkan konsep-konsep abstrak maka pengolahan lahan dipandang sebagai integrator kontekstual karena merupakan situasi nyata yang dihadapi oleh peserta didik.

Posisi pertanian, khususnya dalam konteks pengolahan lahan, sebagai integrator dalam pembelajaran sangat bergantung pada pola integrasi yang diterapkan. Dalam pendekatan multidisiplin, tema pengolahan lahan berfungsi sebagai integrator kontekstual. Masing-masing disiplin ilmu yang terlibat mempelajari konsep dan keterampilan terkait pengolahan lahan secara terpisah, namun dengan menggunakan konteks yang sama. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk melihat bagaimana konsep-konsep tersebut saling berhubungan dalam konteks nyata. Sebaliknya, dalam pendekatan interdisiplin, transdisiplin, dan lintas-disiplin, tema pengolahan lahan berperan sebagai integrator konseptual. Di sini, pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu diintegrasikan untuk memecahkan masalah nyata dalam pengolahan lahan. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya mempelajari konsep-konsep secara terpisah, tetapi juga belajar bagaimana menerapkannya secara terintegrasi dalam konteks permasalahan yang kompleks. Pendekatan interdisiplin dan transdisiplin ini memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan pemecahan masalah yang lebih tinggi. Selain itu, pendekatan ini juga dapat mendorong munculnya inovasi-inovasi baru dalam bidang pertanian.

Tabel 12. Tema Dasar Pengolahan Lahan Sebagai Integrator STEAM-H

Disiplin	Deskripsi	Analisis Kurikulum Merdeka
Sains	Kimia: Analisis tanah melibatkan berbagai reaksi kimia untuk menentukan pH, kandungan unsur hara, dan sifat kimia lainnya. Biologi: Aktivitas mikroorganisme dalam tanah sangat mempengaruhi sifat fisik dan kimia tanah, serta kesuburan tanah.	Sesuai dengan capaian pembelajaran IPA pada elemen: - Menjelaskan fenomena secara ilmiah. - Menerjemahkan data dan bukti-bukti secara ilmiah.

Disiplin	Deskripsi	Analisis Kurikulum Merdeka
<p>1</p> <p>41</p> <p>Teknologi</p>	<p>Alat dan Mesin Pertanian: Pengambilan sampel tanah dan analisis tanah memerlukan alat dan mesin khusus, seperti bor tanah, pH meter, dan alat uji lainnya.</p> <p>Sensor Tanah: Teknologi sensor tanah digunakan untuk memantau kondisi tanah secara real-time, seperti kelembaban, suhu, dan kandungan nutrisi.</p> <p>Sistem Informasi Geografis (SIG): SIG digunakan untuk memetakan jenis tanah, sifat tanah, dan kesuburan tanah dalam skala yang lebih luas.</p>	<p>Sesuai dengan capaian pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Tanaman (Fase E) yaitu Pengelolaan menyeluruh proses produksi tanaman.</p>
<p>1</p> <p>Rekayasa</p>	<p>Rekayasa Pertanian: Prinsip-prinsip rekayasa digunakan dalam desain sistem drainase, irigasi, dan pembuatan terasering untuk memperbaiki kondisi tanah.</p> <p>Rekayasa Material: Pengembangan bahan-bahan untuk pembuatan pupuk, pestisida, dan mulsa yang ramah lingkungan.</p>	<p>Sesuai dengan capaian pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Tanaman (Fase E) yaitu Pengelolaan menyeluruh proses produksi tanaman.</p>
<p>Matematika</p>	<p>Statistik: Analisis data hasil uji tanah menggunakan metode statistik untuk menarik kesimpulan yang valid.</p> <p>Model Matematika: Pengembangan model matematika untuk memprediksi pertumbuhan tanaman berdasarkan sifat tanah dan kondisi lingkungan.</p>	<p>Beberapa sesuai dengan capaian matematika fase E dan atau fase F.</p>
<p>1</p> <p>Pertanian</p>	<p>Agronomi: Ilmu tentang budidaya tanaman, di mana pemahaman tentang sifat tanah sangat penting</p>	<p>Sesuai dengan capaian pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Tanaman (Fase E)</p>

Disiplin	Deskripsi	Analisis Kurikulum Merdeka
	untuk menentukan jenis tanaman yang cocok dan cara pengelolaannya. Hortikultura: Budidaya tanaman hortikultura sangat bergantung pada kualitas tanah, sehingga pemahaman tentang sifat tanah sangat penting.	yaitu Pengelolaan menyeluruh proses produksi tanaman.
Kesehatan	Kesehatan Lingkungan: Kualitas tanah yang buruk dapat mempengaruhi kesehatan manusia melalui kontaminasi air tanah dan udara. Keamanan Pangan: Kualitas tanah yang baik akan menghasilkan produk pertanian yang aman dikonsumsi.	Sesuai dengan capaian pembelajaran IPA pada elemen: - Menjelaskan fenomena secara ilmiah. - Menerjemahkan data dan bukti-bukti secara ilmiah. - Menerjemahkan data dan bukti secara ilmiah

Penjelasan Tabel 12 terkait koneksi sains dan capaian pembelajaran IPA adalah sebagai berikut:

1) Menjelaskan fenomena secara ilmiah:

- Analisis kimia tanah: Menjelaskan proses kimia yang terjadi di dalam tanah, seperti reaksi asam basa (pH), proses pelarutan unsur hara, dan lain-lain.
- Aktivitas mikroorganisme: Menjelaskan peran mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik, fiksasi nitrogen, dan pembentukan struktur tanah.
- Kedua aspek ini merupakan fenomena ilmiah yang terjadi di lingkungan sekitar, khususnya di tanah, dan dapat dijelaskan secara ilmiah.

2) Menerjemahkan data dan bukti-bukti secara ilmiah:

- Hasil analisis tanah (pH, kandungan unsur hara) merupakan data kuantitatif yang dapat diinterpretasikan untuk mengambil kesimpulan mengenai kesuburan tanah dan kebutuhan tanaman.
- Data mengenai aktivitas mikroorganisme juga dapat diinterpretasikan untuk menjelaskan kondisi tanah dan potensi produktivitasnya.
- Peserta didik dapat belajar untuk menyajikan data dalam bentuk tabel, grafik, dan menarik kesimpulan yang didukung oleh bukti-bukti ilmiah.

Penjelasan Tabel 12 terkait koneksi teknologi dan capaian pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Tanaman adalah sebagai berikut:

- 1) Pengelolaan Lahan: Penggunaan alat dan mesin pertanian seperti bor tanah, pH meter, dan sensor tanah secara langsung berkaitan dengan pengelolaan lahan yang efektif. Alat-alat ini membantu dalam pengambilan keputusan terkait pengolahan tanah, pemupukan, dan irigasi.
- 2) Sumber Daya Alam Pendukung: Sensor tanah digunakan untuk memantau kondisi sumber daya alam pendukung, khususnya tanah, secara real-time. Informasi yang diperoleh dari sensor tanah dapat digunakan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya alam.
- 3) Produksi Tanaman Berkelanjutan: Penerapan teknologi seperti SIG memungkinkan petani untuk melakukan pemetaan dan analisis tanah secara lebih akurat. Informasi ini dapat digunakan untuk membuat keputusan produksi yang lebih berkelanjutan, misalnya dengan menghindari penggunaan pestisida yang berlebihan atau memilih varietas tanaman yang sesuai dengan kondisi tanah.
- 4) Kearifan Lokal: Meskipun tidak secara eksplisit disebutkan, penggunaan teknologi seperti SIG dapat membantu melestarikan kearifan lokal dalam pengelolaan lahan. Petani dapat menggabungkan pengetahuan tradisional dengan data yang diperoleh dari teknologi untuk membuat keputusan yang lebih baik.

Penjelasan Tabel 12 terkait koneksi rekayasa dan capaian pembelajaran Dasar-dasar Agribisnis Tanaman adalah sebagai berikut:

- 1) Pengelolaan Lahan: Desain sistem drainase, irigasi, dan terasering secara langsung berkaitan dengan pengelolaan lahan. Kegiatan ini bertujuan untuk memperbaiki kondisi tanah, meningkatkan produktivitas, dan mencegah erosi.
- 2) Sumber Daya Alam Pendukung: Rekayasa pertanian memanfaatkan sumber daya alam seperti air dan tanah secara optimal melalui desain sistem yang tepat.
- 3) Produksi Tanaman Berkelanjutan: Dengan memperbaiki kondisi tanah dan efisiensi penggunaan sumber daya, rekayasa pertanian mendukung praktik pertanian berkelanjutan.
- 4) Produksi Tanaman Berkelanjutan: Pengembangan bahan-bahan ramah lingkungan untuk pupuk, pestisida, dan mulsa merupakan upaya untuk mengurangi dampak negatif pertanian terhadap lingkungan dan meningkatkan keberlanjutan produksi.
- 5) Limbah dengan Prinsip 8R: Penggunaan bahan-bahan yang dapat didaur ulang dan ramah lingkungan sesuai dengan prinsip 8R untuk pengelolaan limbah pertanian

Penjelasan Tabel 12 terkait koneksi disiplin matematika dan capaian pembelajaran matematika ini terdiri dari dua fase. Karena konteks pengolahan lahan ini berada di fase E, maka guru atau yang merancang nahan ajar dapat menyesuainya dengan pola integrasi atau hal-hal lainnya sesuai dengan tujuan pembelajaran.

1) Fase E: Analisis data menggunakan metode statistik relevan dengan capaian pembelajaran yang menyebutkan tentang "menentukan jangkauan kuartil dan interkuartil", "membuat dan menginterpretasi box plot", "menggunakan histogram dan dot plot", dan "menggunakan diagram pencar".

2) Fase F:

- Analisis data: Sesuai dengan capaian pembelajaran, peserta didik diharapkan dapat merepresentasikan dan menginterpretasi data. Analisis data hasil uji tanah termasuk dalam kegiatan menginterpretasi data.
- Metode statistik: Penggunaan metode statistik seperti jangkauan kuartil, interkuartil, box plot, histogram, dan dot plot dapat digunakan untuk menganalisis data hasil uji tanah.
- Kesimpulan yang valid: Menarik kesimpulan yang valid berdasarkan analisis data merupakan tujuan utama dari pembelajaran statistika.
Model matematika: Pengembangan model matematika ini melibatkan pemahaman hubungan antara variabel-variabel numerik, seperti sifat tanah dan pertumbuhan tanaman.
- Diagram pencar: Diagram pencar dapat digunakan untuk memvisualisasikan hubungan antara dua variabel numerik, seperti sifat tanah dan pertumbuhan tanaman.
- Prediksi: Memprediksi pertumbuhan tanaman berdasarkan model matematika merupakan penerapan konsep statistika yang lebih lanjut.

Penjelasan Tabel 12 terkait koneksi kesehatan dan capaian pembelajaran IPA adalah sebagai berikut:

1) Menjelaskan fenomena secara ilmiah: Menjelaskan fenomena ilmiah yang terjadi di lingkungan sekitar, yaitu hubungan antara kualitas tanah dengan kesehatan manusia dan keamanan pangan. Menyentuh aspek makhluk hidup dan lingkungannya (kesehatan manusia), zat dan perubahannya (kontaminasi tanah), serta interaksi manusia dengan lingkungan (produksi pangan).

2) Mendesain dan mengevaluasi penyelidikan ilmiah: Menjadi titik awal untuk merancang percobaan, misalnya: menganalisis sampel tanah dari berbagai lokasi untuk mengukur tingkat kontaminannya, atau membandingkan pertumbuhan tanaman pada tanah yang berbeda kualitasnya.

- 20 3) Menerjemahkan data dan bukti secara ilmiah: Menyajikan data atau bukti ilmiah yang menghubungkan antara kualitas tanah dengan dampaknya terhadap kesehatan manusia dan keamanan pangan.

1 Deskripsi tentang pengolahan lahan yang melibatkan STEAM-H dengan integrator pertanian tersebut merupakan contoh interpretasi dari penulis. Akan ada banyak hasil interpretasi lainnya yang akan dilahirkan tentang tema pengolahan tanah ini. Pengolahan lahan juga merupakan bagian kecil dari banyaknya tema yang diambil dari capaian pembelajaran dasar-dasar agribisnis tanaman (fase E) dan capaian pembelajaran agribisnis tanaman pangan dan hortikultura (fase F).

3.2. Matematika Sebagai Integrator STEAM-H

89 Dalam konteks STEAM-H, matematika berperan sebagai bahasa universal yang menghubungkan berbagai disiplin ilmu. Namun demikian, dalam penelitian tentang STEAM (science, technology, engineering, art, and mathematics) muncul kekhawatiran bahwa representasi matematika dalam kurikulum menjadi berkurang (Baldinger et al., 2020). Untuk mengatasi hal ini, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperkuat landasan teoritis dan aplikasi praktis pendidikan terintegrasi, yang memungkinkan guru untuk mengimplementasikannya secara efektif dan memastikan representasi yang adil dari semua disiplin ilmu.

Khususnya di SMK Agribisnis, matematika menjadi alat yang sangat penting untuk memahami dan menyelesaikan masalah-masalah yang kompleks dalam bidang pertanian. Beberapa konsep matematika berikut berperan dalam pertanian.

1) Pemodelan matematika, contohnya:

- Membangun model pertumbuhan tanaman, siklus panen, dan dinamika populasi hama.
- Membangun model populasi ikan, pertumbuhan ikan, dan produksi perikanan.
- Memprediksi pertumbuhan ternak, konsumsi pakan, dan produksi susu atau daging.
- Mengembangkan model untuk mengoptimalkan proses pengolahan, penyimpanan, dan distribusi hasil pertanian.

2) Analisis data, contohnya:

- Menganalisis data hasil penelitian, uji coba, dan pengamatan lapangan.
- Menentukan risiko dalam pengambilan keputusan, misalnya dalam pemilihan varietas tanaman atau perhitungan asuransi pertanian.

3) Optimasi, contohnya:

- Mencari nilai optimal dari suatu variabel, misalnya untuk memaksimalkan produksi dengan biaya seminimal mungkin.
 - Mengembangkan algoritma untuk menyelesaikan masalah optimasi dalam berbagai bidang pertanian.
- 4) Simulasi, contohnya: Membuat simulasi komputer untuk memprediksi dampak perubahan lingkungan atau kebijakan terhadap sistem pertanian.

Keempat contoh di atas cenderung berada pada konten aljabar dan analisis data, padahal terdapat elemen konten matematika lainnya seperti bilangan, pengukuran, dan geometri. Konten-konten tersebut memang tidak terlalu relevan menjadi integrator disiplin lainnya. Misalnya konten bilangan pada fase E, cenderung terintegrasi dengan pertanian dan sains pada konsep eksponensial yaitu berhubungan dengan pertumbuhan. Pada Fase E, peserta didik belum mendalami konsep tersebut, bahkan konsep pertumbuhan tersebut cenderung berada di dalam konten aljabar atau analisis data.

Konten bilangan pada fase F berhubungan dengan literasi keuangan. Ini dapat mengintegrasikan disiplin matematika dan pertanian yaitu berhubungan dengan perencanaan usahatani, seperti:

- 1) Investasi Alat dan Mesin: Membantu petani dalam menentukan jenis alat dan mesin pertanian yang paling efisien dengan memperhitungkan biaya investasi, biaya operasional, dan masa pakai alat.
- 2) Pinjaman untuk Modal Kerja: Membantu petani dalam menghitung jumlah pinjaman yang dibutuhkan, jangka waktu pinjaman, dan besarnya angsuran yang harus dibayar.
- 3) Analisis Kelayakan Usaha: Membantu petani dalam mengevaluasi kelayakan suatu usaha tani dengan menghitung nilai sekarang bersih (*net present value*) dan *internal rate of return* (IRR).

Selanjutnya, kita bahas konten geometri di fase E yang fokus pada penyelesaian masalah di SMK Agribisnis yang berhubungan dengan trigonometri. Berikut ini merupakan contoh integrasi antara beberapa disiplin dalam ruang lingkup STEAM-H.

- 1) Pengukuran dan perhitungan luas lahan, misalnya untuk menentukan banyaknya benih, pupuk, atau pestisida yang dibutuhkan.
- 2) Pengukuran dan perhitungan tinggi tanaman, misalnya untuk memantau pertumbuhan dan kesehatan tanaman.
- 3) Pengukuran dan perhitungan sudut kemiringan lahan, misalnya untuk perencanaan tata letak tanaman atau sistem irigasi.

- 4) Pembuatan desain rumah kaca, misalnya untuk menghitung ukuran dan sudut kemiringan atap untuk memaksimalkan penerimaan sinar matahari.
- 5) Pembuatan desain kolam ikan, misalnya untuk menghitung volume air, luas permukaan, dan kemiringan dasar kolam.

Tentunya, integrasi yang dominan pada lima contoh di atas tersebut didominasi oleh matematika dan pertanian. Namun demikian, secara implisit tentunya terjadi juga integrasi dengan sains, teknologi, dan rekayasa. Misalnya pada butir keempat tentang desain pembuatan rumah kaca. Disini terjadi integrasi antara disiplin pertanian, teknologi, rekayasa, matematika, dan sains.

Begitupun terjadi pada konten geometri fase F, dapat terintegrasi dengan konsep pertanian, sains, teknologi, rekayasa, dan kesehatan, misalnya sebagai berikut:

- 1) Pengukuran lahan: Menentukan luas lahan, bentuk lahan (yang seringkali berbentuk lingkaran atau bagian dari lingkaran), serta jarak tanam.
- 2) Irigasi: Menghitung debit air, volume tangki penampungan air, dan luas area yang dapat diairi.
- 3) Pembuatan pupuk organik: Menghitung perbandingan bahan-bahan organik yang diperlukan.
- 4) Budidaya ikan: Menghitung volume kolam, luas permukaan air, dan jarak antara keramba.
- 5) Penangkapan ikan: Menentukan radius jangkauan kapal, luas area penangkapan, dan jarak antara kapal dengan titik koordinat tertentu.
- 6) Kemasan: Mendesain kemasan produk dengan bentuk geometri tertentu (termasuk lingkaran) untuk memaksimalkan efisiensi ruang dan daya tarik visual.
- 7) Pengolahan: Menghitung volume tangki fermentasi, luas permukaan alat pengering, dan perbandingan bahan baku.

Tentunya, kita dapat menggali lebih banyak lagi kasus-kasus lainnya yang menggambarkan integrasi yang terjadi antara beberapa disiplin ilmu dalam ruang lingkup STEAM-H dengan integrator konseptual matematik.

3.3. Sains dan Kesehatan Sebagai Integrator STEAM-H

42 Sains sebagai integrator konseptual pada pembelajaran terintegrasi (misalnya STEM/STEAM) biasa dilakukan dalam pembelajaran IPA. Pembelajaran tersebut dilakukan dalam model pembelajaran berbasis proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pembelajaran Berbasis Proyek STEAM dapat meningkatkan keterampilan proses sains, berpikir kreatif, dan literasi digital (Suryaningsih & Ainun Nisa, 2021). Pengembangan bahan ajar PjBL terintegrasi STEAM telah ditemukan sangat sesuai dan praktis untuk memfasilitasi keterampilan literasi sains peserta didik (Suryaningsih & Ainun Nisa, 2021).

Integrasi sains dan pertanian di SMK Agribisnis sangat krusial untuk menghasilkan lulusan yang kompeten dan inovatif. Peserta didik diajak untuk memahami prinsip-prinsip ilmiah di balik fenomena pertanian, seperti siklus nutrisi tanaman, fisiologi hewan ternak, dan mikrobiologi tanah. Penerapan ilmu kimia memungkinkan peserta didik untuk merancang pupuk organik yang efektif, sementara fisika membantu dalam perancangan sistem irigasi yang efisien. Biologi memberikan pemahaman mendalam tentang genetika tanaman dan hewan, sehingga peserta didik dapat melakukan seleksi bibit unggul. Selain itu, matematika digunakan untuk menganalisis data hasil penelitian, perhitungan dosis pupuk, dan perencanaan produksi. Dengan demikian, integrasi sains di SMK Agribisnis tidak hanya menghasilkan lulusan yang mampu memecahkan masalah pertanian, tetapi juga mendorong pengembangan teknologi pertanian yang lebih maju dan berkelanjutan.

95 Pada bagian ini, pembahasan sains juga dihubungkan dengan kesehatan. Sains dan kesehatan memiliki hubungan yang sangat erat dan saling mempengaruhi. Sains menjadi landasan bagi kemajuan dalam bidang kesehatan, sementara temuan-temuan di bidang kesehatan juga mendorong perkembangan ilmu pengetahuan. Sains sebagai fondasi, menyediakan kerangka kerja konseptual untuk memahami dunia alam dan fenomena yang terjadi di dalamnya. Prinsip-prinsip ilmiah menjadi dasar untuk mengembangkan teknologi, rekayasa, pertanian, dan solusi kesehatan. Kesehatan sebagai aplikasi, merupakan penerapan langsung dari pengetahuan ilmiah dalam kehidupan manusia. Penemuan-penemuan ilmiah dalam bidang biologi, kimia, dan fisika telah menghasilkan kemajuan pesat dalam bidang kesehatan, seperti pengembangan obat-obatan, alat medis, dan metode pengobatan.

Di SMK Agribisnis, integrasi kesehatan dan pertanian merupakan upaya untuk menghasilkan lulusan yang tidak hanya memahami aspek teknis budidaya tanaman, perikanan, dan peternakan, tetapi juga sadar akan pentingnya kesehatan

dalam setiap tahap produksi. Peserta didik diajarkan tentang sanitasi dan higiene dalam proses produksi, penanganan hama dan penyakit tanaman serta hewan secara aman dan ramah lingkungan, serta pentingnya nutrisi dalam pakan ternak dan tanaman. Selain itu, peserta didik juga dibekali pengetahuan tentang keamanan pangan dan gizi, sehingga produk pertanian yang dihasilkan tidak hanya berkualitas tinggi, tetapi juga aman dikonsumsi. Integrasi ini juga mencakup pemahaman tentang kesehatan pekerja pertanian, pentingnya penggunaan alat pelindung diri, dan pencegahan penyakit akibat kerja di sektor pertanian.

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab kedua, sains dipelajari oleh peserta didik SMK Agribisnis dalam mata pelajaran IPAS. Jika kita lihat kembali Tabel 11 pada Bab kedua di atas, kita dapat menemukan setidaknya tentang sains bagi peserta didik seperti berikut:

- 1) **Pemahaman Konsep Ilmiah:** Peserta didik diharapkan memahami konsep-konsep dasar dalam berbagai bidang sains seperti biologi, fisika, dan kimia yang diindikasikan dengan kemampuan menjelaskan fenomena alam, membuat prediksi, dan membuktikannya.
- 2) **Metode Ilmiah:** Peserta didik dilatih untuk menggunakan metode ilmiah dalam melakukan penyelidikan yang mencakup merumuskan pertanyaan ilmiah, merancang eksperimen, mengumpulkan data, menganalisis data, dan menarik kesimpulan.
- 3) **Keterampilan Berpikir Kritis:** Peserta didik diharapkan mampu berpikir kritis, menganalisis informasi, dan mengevaluasi bukti ilmiah untuk membangun argumen yang kuat dan mengambil keputusan yang tepat.

Contoh integrasi sains dengan disiplin lainnya dalam ruang lingkup STEAM-H dengan sains sebagai integrator konseptual disajikan pada Tabel 13 berikut.

Tabel 13. Contoh Integrasi STEAM-H dengan Sains sebagai Integrator

Integrasi Disiplin	Deskripsi
Sains dan Matematika	Analisis Data: Memprediksi /mengukur pertumbuhan tanaman dalam kaitannya dengan produktivitas. Kalkulus: Memprediksi pertumbuhan populasi hama atau penyakit tanaman. Geometri: Mendesain lahan pertanian yang efisien
Sains dan teknologi	Mekanisasi pertanian: Menerapkan teknologi mesin pertanian untuk meningkatkan efisiensi produksi. Bioteknologi: Mengembangkan produk pertanian baru melalui rekayasa genetika.

Integrasi Disiplin	Deskripsi
	Sistem informasi geografis (SIG): Menganalisis data spasial untuk pengambilan keputusan dalam pertanian.
Sains dan rekayasa	Rekayasa pertanian: Mendesain alat dan mesin pertanian yang sesuai dengan kebutuhan. Rekayasa pangan: Mengembangkan produk olahan pertanian yang berkualitas dan aman

Di sisi lainnya pada aspek kesehatan dalam capaian pembelajaran IPAS tidak secara eksplisit disebutkan "kesehatan", namun beberapa elemen dalam capaian pembelajaran ini memiliki implikasi langsung pada bidang kesehatan:

- 1) Zat dan Perubahannya: Pemahaman tentang zat dan perubahannya dalam aspek kimia.
- 2) Lingkungan: Memahami hubungan antara manusia dan lingkungan dapat membantu peserta didik memahami faktor-faktor yang mempengaruhi kesehatan masyarakat, seperti pencemaran lingkungan.
- 3) Keterampilan Teknis: Keterampilan teknis yang diperoleh peserta didik dapat diaplikasikan dalam bidang kesehatan, misalnya dalam melakukan pengujian laboratorium atau menganalisis data kesehatan.

Hubungan antara sains dan kesehatan dalam konteks pertanian begitu luas dan kompleks, melibatkan interaksi dengan berbagai disiplin ilmu lainnya. Untuk dapat merancang integrasi yang efektif dalam kerangka STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi, diperlukan pemilihan tema yang lebih spesifik. Pemilihan tema yang tepat akan memungkinkan kita untuk menyusun modul pembelajaran yang relevan dan terukur. Misalnya, kita dapat fokus pada isu kesehatan masyarakat terkait konsumsi pangan olahan, kemudian mengaitkannya dengan proses pengolahan hasil pertanian. Atau, kita bisa mendalami pengaruh perubahan iklim terhadap kesehatan hewan ternak, lalu menghubungkannya dengan praktik peternakan berkelanjutan. Dengan demikian, pembelajaran menjadi lebih bermakna dan relevan bagi peserta didik, sekaligus mendorong untuk mengembangkan solusi inovatif bagi permasalahan yang ada di masyarakat.

3.4. Teknologi dan Rekayasa Sebagai Integrator STEAM-H

Teknologi dan rekayasa berperan sebagai jembatan yang menghubungkan berbagai disiplin ilmu dalam STEAM-H. Keduanya berfungsi sebagai alat untuk menerapkan pengetahuan dari sains, matematika, dan ilmu lainnya ke dalam dunia nyata, khususnya dalam konteks pertanian. Integrasi teknologi dan rekayasa dalam pendidikan terintegrasi (seperti STEM dan STEAM) telah memperoleh perhatian

signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Studi telah menunjukkan bahwa integrasi teknologi yang efektif dalam pengajaran STEAM melibatkan berbagai pendekatan pengajaran, metode penilaian, dan keterlibatan peserta didik (Herro et al., 2018). Proses desain rekayasa telah diidentifikasi sebagai alat yang berharga untuk mengintegrasikan sains, matematika, dan teknologi, dengan menekankan pendekatan berbasis proyek dan praktik (Donohue & Richards, 2013). Pemrograman robot telah muncul sebagai metode yang menjanjikan untuk memperkenalkan konsep teknologi dan rekayasa dalam pendidikan STEM anak usia dini, yang berpotensi berkontribusi pada pengembangan keterampilan berpikir komputasional (Çetin & Demircan, 2020). Temuan ini menyoroti pentingnya menggabungkan teknologi dan rekayasa sebagai integrator dalam pendidikan terintegrasi baik itu STEM, STEAM, maupun STEAM-H, yang menumbuhkan kreativitas, pemikiran kritis, dan kemampuan pemecahan masalah dunia nyata di berbagai tingkat pendidikan.

49 Teknologi dan rekayasa adalah dua istilah yang sering digunakan secara bergantian, namun memiliki nuansa yang sedikit berbeda. Keduanya saling terkait erat dan membentuk fondasi bagi kemajuan peradaban manusia. Hubungan antara teknologi dan rekayasa dapat diibaratkan sebagai hubungan antara buah dan pohonnya. Teknologi adalah buah dari proses rekayasa. Rekayasa adalah proses kreatif yang mengubah ide menjadi kenyataan melalui penerapan pengetahuan ilmiah dan teknik. Para rekayasawan menggunakan pengetahuan tentang ilmu alam, matematika, dan ilmu komputer untuk merancang dan mengembangkan teknologi baru. Teknologi baru seringkali membuka jalan bagi pengembangan teknik dan metode rekayasa yang lebih canggih. Hubungan antara teknologi dan rekayasa bersifat siklik. Teknologi baru memunculkan masalah baru yang kemudian mendorong pengembangan teknologi yang lebih baik lagi.

Secara khusus, rekayasa pertanian memainkan peran penting dalam memodernisasi pertanian dan meningkatkan ketahanan pangan. Mekanisasi dan otomatisasi telah menghasilkan peningkatan produktivitas, pengurangan biaya, dan peningkatan efisiensi dalam produksi tanaman dan ternak (Phadnis, 2023). Teknologi otomatis digunakan dalam berbagai aspek pertanian, termasuk penanaman, irigasi, pemanenan, dan pengelolaan hewan. Masa depan otomatisasi pertanian kemungkinan akan menggabungkan analitik data dan teknologi pertanian presisi. Hal tersebut menunjukkan adanya koneksi antar beberapa disiplin ilmu dalam ruang lingkup STEAM-H.

Selanjutnya kita analisis keberadaan teknologi dan rekayasa dalam capaian pembelajaran mata pelajaran di Fase E di bab 2. Baik agribisnis tanaman, perikanan, ternak, maupun pengolahan hasil pertanian, semuanya secara eksplisit memiliki satu elemen yang berhubungan dengan kata teknologi yaitu: "Perkembangan teknologi produksi dan isu-isu global terkait dengan agribisnis dan industri tanaman/ perikanan/ ternak/ pengolahan hasil pertanian."

Selanjutnya, pada fase F di bab 2, teknologi secara eksplisit hanya tertera pada capaian pembelajaran agribisnis pengolahan hasil pertanian dan agribisnis perikanan air tawar. Pada agribisnis pengolahan hasil pertanian terdapat elemen: "Analisa usaha pengolahan hasil pertanian". Adapaun pada capaian mata pelajaran agribisnis perikanan air tawar meliputi elemen 1) Proses bisnis dan perkembangan teknologi; 2) pembenihan komoditas perikanan air tawar; 3) pendederan komoditas air tawar; 4) Pembesaran komoditas perikanan air tawar; 5) panen dan penanganan pascapanen.

Contoh integrasi disiplin ilmu dalam ruang lingkup STEAM-H dengan teknologi dan rekayasa sebagai integratornya dalam tema desan kolam ikan adalah sebagai berikut:

- 1) Teknologi: Memilih material yang tahan lama dan tidak beracun untuk konstruksi kolam (misalnya, beton, terpal).
- 2) Rekayasa:
 - Hidraulika: Mempelajari aliran air dalam kolam untuk merancang sistem sirkulasi yang efektif.
 - Struktur: Merancang struktur kolam yang kuat dan tahan terhadap tekanan air dan cuaca.
 - Desain: Membuat desain kolam yang ergonomis dan mudah dikelola.
- 3) Pertanian: Menerapkan prinsip-prinsip budidaya lele yang baik dalam persiapan kolam.
- 4) Matematika: Menghitung volume kolam, luas permukaan, dan rasio volume air terhadap luas permukaan.
- 5) Kesehatan: Memastikan desain kolam aman bagi ikan, pekerja dan lingkungan sekitar.

Banyak lagi tema-tema teknologi dan rekayasa yang dapat diangkat untuk mengintegrasikan disiplin-disiplin ilmu dalam ruang lingkup STEAM-H. Meskipun teknologi dan rekayasa hanya bagian dari capaian pembelajaran agribisnis saja, tetapi memiliki peranan penting dalam menggerakkan inovasi pertanian modern.

4. ALUR KONSEPTUAL GRAFIS

Alur konseptual grafis merupakan representasi visual yang menggambarkan hubungan antara berbagai konsep dalam suatu pembelajaran. Hasil penelitian sebelumnya di dalam ruang lingkup STEM/STEAM, grafik aliran konseptual adalah alat yang berharga untuk menilai integrasi dan koherensi dalam kurikulum STEM, khususnya dalam memahami hubungan antara konten sains dan tantangan desain teknik (Roehrig et al., 2021b). Dalam konteks STEAM-H di SMK Agribisnis, alur ini menjadi sangat penting untuk menyajikan hubungan antara berbagai disiplin ilmu dan penerapannya dalam dunia pertanian. Alur konseptual ini merupakan gambaran peta pembelajaran yang akan dikembangkan oleh guru ke dalam perencanaan pembelajaran yang menghasilkan output seperti RPP, modul ajar, atau bentuk lainnya sesuai dengan prinsip-prinsip standar proses pembelajaran.

4.1. Menetapkan Pola integrasi, Integrator STEAM-H dan Tujuan pembelajaran

Untuk merancang sebuah alur pembelajaran yang efektif dengan pendekatan STEAM-H, langkah awal yang krusial adalah menentukan pola integrasi yang akan digunakan. Setelah pola integrasi dipilih, langkah selanjutnya adalah menetapkan integrator konseptual atau kontekstual yang akan menjadi tema sentral dalam pembelajaran. Integrator ini akan berfungsi sebagai jembatan yang menghubungkan berbagai disiplin ilmu dalam STEAM-H. Masing-masing mata pelajaran yang terlibat (sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan) kemudian akan merumuskan tujuan pembelajaran spesifik yang saling terkait dan berkontribusi pada pemahaman yang lebih dalam terhadap integrator tersebut. Dengan cara ini, pembelajaran menjadi lebih terarah dan relevan dengan kurikulum maupun dengan kehidupan nyata.

Dalam konteks SMK Agribisnis dan Agriteknologi, kolaborasi antara guru produktif (sebutan bagi guru keahlian), matematika, dan IPAS merupakan langkah awal yang krusial dalam menerapkan pendekatan STEAM-H. Pemilihan pola integrasi yang tepat akan sangat mempengaruhi keberhasilan pembelajaran.

1) Pola Multidisiplin

Jika dipilih pola multidisiplin, maka setiap mata pelajaran akan tetap diajarkan secara terpisah, namun dengan penekanan pada keterkaitan antar mata pelajaran. Misalnya, guru produktif tanaman akan mengajarkan tentang teknik budidaya, guru matematika akan mengajarkan tentang analisis data hasil percobaan, dan guru IPAS akan mengajarkan tentang faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Meskipun mata pelajaran diajarkan secara

terpisah, namun guru-guru akan berupaya menciptakan proyek-proyek bersama yang melibatkan seluruh mata pelajaran.

2) Pola Interdisiplin

Dalam pola interdisiplin, batas-batas antara mata pelajaran menjadi lebih kabur. Guru-guru akan bekerja sama untuk merancang proyek-proyek pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu. Misalnya, dalam proyek pembuatan pupuk organik, guru produktif akan mengajarkan tentang bahan baku pupuk organik termasuk teknis pembuatannya, guru matematika akan mengajarkan tentang perhitungan dosis, dan guru IPAS akan mengajarkan manfaat/keunggulan pupuk organik, fungsi bahan-bahan organik, proses biokimia pada pembuatan pupuk organik.

3) Pola Transdisiplin

Pola transdisiplin melibatkan pembentukan disiplin ilmu baru yang muncul dari integrasi berbagai disiplin ilmu yang ada. Dalam konteks SMK Agribisnis dan Agriteknologi, pola ini dapat diterapkan dalam pengembangan teknologi pertanian baru, misalnya sistem pertanian presisi. Guru-guru akan bekerja sama untuk menciptakan proyek-proyek penelitian yang menghasilkan pengetahuan baru yang melampaui batas-batas disiplin ilmu yang ada.

4) Pola Lintas-Disiplin

Pola lintas-disiplin melibatkan kolaborasi antara berbagai disiplin ilmu untuk memecahkan masalah dunia nyata. Misalnya, dalam proyek pengembangan produk olahan hasil pertanian, guru produktif akan mengajarkan tentang proses pengolahan, guru matematika akan mengajarkan tentang perhitungan biaya produksi, dan guru IPAS akan mengajarkan tentang keamanan pangan.

Pola multidisiplin relatif mudah diterapkan karena tidak memerlukan perubahan yang signifikan dalam struktur kurikulum. Namun, keterkaitan antar mata pelajaran mungkin belum optimal. Pola interdisiplin, transdisiplin, dan lintas disiplin membutuhkan perencanaan yang lebih matang dan kolaborasi yang lebih intensif antar guru. Namun, pola-pola ini memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah yang lebih tinggi.

4.2. Alur Konseptual STEAM-H Eksplisit atau Implisit dalam Kurikulum

Alur konseptual STEAM-H dalam kurikulum dapat diartikan sebagai bagaimana konsep-konsep dalam sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan saling terkait dan disajikan dalam materi pembelajaran. Pertanyaannya adalah, apakah hubungan antar konsep ini secara eksplisit dinyatakan dalam kurikulum atau hanya tersirat (implisit)?

Eksplisit artinya hubungan antar konsep dinyatakan secara jelas dalam kurikulum. Misalnya, terdapat bagian yang secara khusus menjelaskan bagaimana konsep fisika (sains) digunakan dalam merancang sistem irigasi (rekayasa). Implisit artinya hubungan antar konsep tidak dinyatakan secara langsung, tetapi guru merencangkannya sehingga peserta didik diharapkan dapat menemukan sendiri keterkaitan tersebut melalui aktivitas pembelajaran. Misalnya, peserta didik diminta untuk merancang sebuah sistem pertanian cerdas, dan harus mencari tahu sendiri konsep-konsep matematika, fisika, dan teknologi yang relevan.

Idealnya, kurikulum STEAM-H memiliki alur konseptual yang eksplisit. Dengan demikian, guru dan peserta didik memiliki panduan yang jelas tentang bagaimana mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu. Kenyataannya, kurikulum hanya menyajikan materi pembelajaran secara terpisah untuk setiap mata pelajaran. Guru kemudian harus berupaya untuk menghubungkan materi-materi tersebut secara implisit dalam proses pembelajaran.

25 Ketika disiplin pertanian menjadi integrator dalam STEAM-H, maka konsep-konsep pertanian tentu akan menjadi sangat eksplisit dalam kurikulum mata pelajaran Agribisnis Pengolahan Hasil Pertanian. Ini karena pertanian menjadi titik pusat dari integrasi berbagai disiplin ilmu lainnya. Lalu, bagaimana dengan disiplin ilmu lainnya seperti sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan kesehatan? Apakah juga eksplisit dalam Kurikulum Merdeka?

82 Tentu jawabannya adalah relatif dan bergantung pada bagaimana Kurikulum Merdeka dirancang dan diimplementasikan di setiap sekolah. Kurikulum Merdeka memberikan fleksibilitas yang tinggi bagi guru untuk merancang pembelajaran. Ini artinya, guru dapat membuat modul atau proyek pembelajaran yang secara eksplisit mengintegrasikan konsep-konsep STEAM-H. Meskipun tidak secara eksplisit disebutkan, konsep-konsep STEAM-H lainnya dapat terintegrasi secara implisit dalam berbagai aktivitas pembelajaran. Misalnya, dalam mempelajari

proses pengolahan hasil pertanian, peserta didik secara tidak langsung akan belajar tentang prinsip-prinsip kimia, fisika, dan mikrobiologi.

4.3. Merancang Alur Konseptual STEAM-H

Merancang alur konseptual STEAM-H merupakan langkah penting untuk mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu ke dalam proses pembelajaran. Alur konseptual yang baik akan membantu peserta didik memahami keterkaitan antara sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan dalam kehidupan nyata. Adapun alternatif tahapan merancang alur konseptual STEAM-H adalah:

- 1) Tetapkan integrator dan pola integrasi;
- 2) Identifikasi ruang lingkup materi capaian pembelajaran disiplin atau mata pelajaran yang ditetapkan oleh indikator sehingga ditentukan tujuan pembelajarannya;
- 3) Identifikasi kemungkinan integrasi konsep pada ruang lingkup materi atau tujuan pembelajaran disiplin integrator (point 2) dengan disiplin ilmu lain di dalam kurikulum. Perhatikan koherensi setiap fase. Misalnya, jika konsep integrator ada di fase E, maka konsep disiplin lainnya pun di fase E;
- 4) Pisahkan konsep yang eksplisit atau implisit di dalam kurikulum;
- 5) Buat peta konsep yang mengintegrasikan beberapa disiplin dengan pusat/inti adalah integrator yang telah ditetapkan.

Mari kita coba rancang alur konseptual pembelajaran untuk fase F (kelas XI atau XII) di jurusan Agribisnis Perikanan Air Tawar. Kita akan mengambil disiplin pertanian sebagai integrator konseptual utama, dengan fokus pada topik penanganan panen dan pasca panen ikan. Topik ini sejalan dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan pada bab 2. Untuk mencapai tujuan pembelajaran yang komprehensif, kita akan menerapkan pendekatan multidisiplin. Dalam model pembelajaran ini, guru produktif dan guru matematika akan tetap mengajar mata pelajaran masing-masing secara terpisah. Namun, materi yang diajarkan akan saling berkaitan dan mendukung pemahaman peserta didik terhadap proses penanganan ikan secara keseluruhan. Dengan mengintegrasikan kedua disiplin ilmu ini, peserta didik diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan *problem-solving* yang kuat. Selain itu, peserta didik juga akan memiliki pemahaman yang komprehensif tentang seluruh proses budidaya ikan, mulai dari produksi hingga pemasaran.

Tahap kedua dalam merancang alur konseptual grafis adalah mengidentifikasi ruang lingkup materi yang sesuai dengan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan. Untuk itu, setiap kata kunci dan frasa dalam capaian pembelajaran perlu dipahami secara mendalam. Dengan demikian, kita dapat menentukan

96 dengan tepat kompetensi apa saja yang diharapkan dimiliki peserta didik setelah mencapai capaian tersebut. Selain itu, kita juga dapat menetapkan ruang lingkup materi atau keterampilan spesifik yang harus dikuasai peserta didik. Agar penilaian terhadap pencapaian kompetensi lebih objektif, perlu disusun indikator yang jelas dan terukur. 45 Indikator ini akan berfungsi sebagai tolok ukur untuk mengukur sejauh mana peserta didik telah mencapai kompetensi yang diharapkan. Dalam merumuskan tujuan pembelajaran, sebaiknya menggunakan kata kerja 81 operasional yang spesifik, seperti "menjelaskan", "menganalisis", "membuat", atau "mendemonstrasikan". Kata kerja operasional ini akan memberikan gambaran yang jelas tentang tindakan yang diharapkan dari peserta didik. Terakhir, jangan lupa untuk menetapkan kriteria keberhasilan yang jelas. Kriteria ini akan menjadi acuan dalam menilai sejauh mana peserta didik telah mencapai tujuan 44 pembelajaran yang telah ditetapkan.

Tentunya, setiap guru memiliki pandangan dan pendekatan yang unik dalam merumuskan tujuan pembelajaran. Hal ini sangat wajar, mengingat keragaman latar belakang, pengalaman, serta konteks pembelajaran yang dihadapi oleh 17 setiap individu. Sebagai contoh, perhatikan Tabel 14 yang menyajikan tujuan pembelajaran yang mungkin ditetapkan oleh seorang guru. Perbedaan tujuan pembelajaran yang ditetapkan oleh guru menunjukkan bahwa tidak ada satu rumusan tujuan pembelajaran yang berlaku untuk semua situasi, dan setiap guru 16 perlu menyesuaikan tujuan pembelajaran dengan karakteristik peserta didik, materi pembelajaran, serta konteks pembelajaran yang unik

Tabel 14. Contoh Tujuan Pembelajaran dari Elemen Penanganan Panen dan Pasca Panen

Elemen & Capaian Pembelajaran	Kompetensi Inti	Lingkup Materi	Tujuan Pembelajaran
1 Penanganan panen dan pasca panen: Pada akhir fase F, peserta didik mampu melakukan panen dan pasca panen, mulai dari menghitung	<ul style="list-style-type: none"> Keterampilan teknis: Melakukan kegiatan panen, sortasi, grading, pengemasan, dan penanganan pasca panen. 	<ul style="list-style-type: none"> Teknik panen: Berbagai metode panen ikan yang sesuai dengan jenis ikan dan skala produksi. Sortasi dan grading: Kriteria sortasi dan grading berdasarkan ukuran, kualitas, 	Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat: <ul style="list-style-type: none"> Menghitung estimasi hasil panen ikan nila dengan tingkat akurasi 90%. Melakukan sortasi dan grading ikan

Elemen & Capaian Pembelajaran	Kompetensi Inti	Lingkup Materi	Tujuan Pembelajaran
<p>2</p> <p>estimasi hasil produksi, menyiapkan peralatan, wadah dan bahan panen, melakukan sortasi dan grading, memanen ikan, mengendalikan mutu hasil panen, mengemas (<i>packing</i>), melakukan pengangkutan dan penanganan pasca panen, mendata secara terukur proses panen dan penanganannya, serta menerapkan teknologi pada kegiatan panen dan pasca panen menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Keterampilan numerik: Menghitung estimasi hasil produksi dan mendata proses panen. • Pemahaman konsep: Memahami pentingnya pengendalian mutu hasil panen dan penerapan teknologi dalam proses panen dan pasca panen. 	<p>dan jenis ikan.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pengendalian mutu: Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu hasil panen dan cara mengendalikannya. • Pengemasan: Jenis kemasan yang sesuai untuk berbagai jenis ikan dan cara pengemasannya. • Pengangkutan: Cara mengangkut hasil panen agar kualitasnya tetap terjaga. • Penanganan pasca panen: Proses yang dilakukan setelah panen untuk meningkatkan daya simpan dan nilai jual hasil panen. • Teknologi perikanan: Penggunaan alat dan teknologi modern dalam kegiatan panen dan pasca panen. 	<p>mas dengan memisahkan ikan berdasarkan ukuran dan kualitas dalam waktu 30 menit.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengemas ikan lele dalam kemasan vakum dengan tingkat kerusakan kurang dari 2%. • Mengoperasikan mesin pencacah es untuk menjaga suhu ikan selama pengangkutan untuk mempertahankan mutu ikan.

Setelah guru produktif agribisnis perikanan air tawar menetapkan tujuan pembelajaran, sekarang saatnya guru matematika menetapkan capaian pembelajaran dan menurunkannya menjadi tujuan pembelajaran. Guru matematika mungkin akan mengidentifikasi konsep matematika apa saja yang diperlukan untuk membantu mewujudkan tujuan pembelajaran pada Tabel 14 tersebut. Tentunya akan ada banyak interpretasi yang berbeda tentang matematika yang diperlukannya. Guru matematika juga perlu berdiskusi dengan guru produktif, apakah matematika yang dimaksud relevan dengan kebutuhan penanganan panen dan pasca panen? Setelah melakukan identifikasi dan diskusi, guru produktif dan guru matematika berpendapat bahwa kebutuhan matematika adalah sebagai berikut:

1) Aritmetika:

- Penjumlahan, pengurangan, perkalian, dan pembagian: Digunakan untuk menghitung total produksi, biaya produksi, keuntungan, dan lain-lain.
- Persentase: Digunakan untuk menghitung tingkat pertumbuhan, tingkat kematian, dan persentase kerusakan hasil panen.
- Rasio dan proporsi: Digunakan untuk menentukan konsentrasi larutan dan perbandingan ukuran ikan.

2) Aljabar:

- Persamaan linear: Digunakan untuk memodelkan hubungan antara variabel-

3) Statistika:

- Rata-rata, median, modus: Digunakan untuk menganalisis data hasil panen dan mengidentifikasi tren.
- Standar deviasi: Digunakan untuk mengukur tingkat variasi data.
- Histogram: Digunakan untuk visualisasi distribusi data.

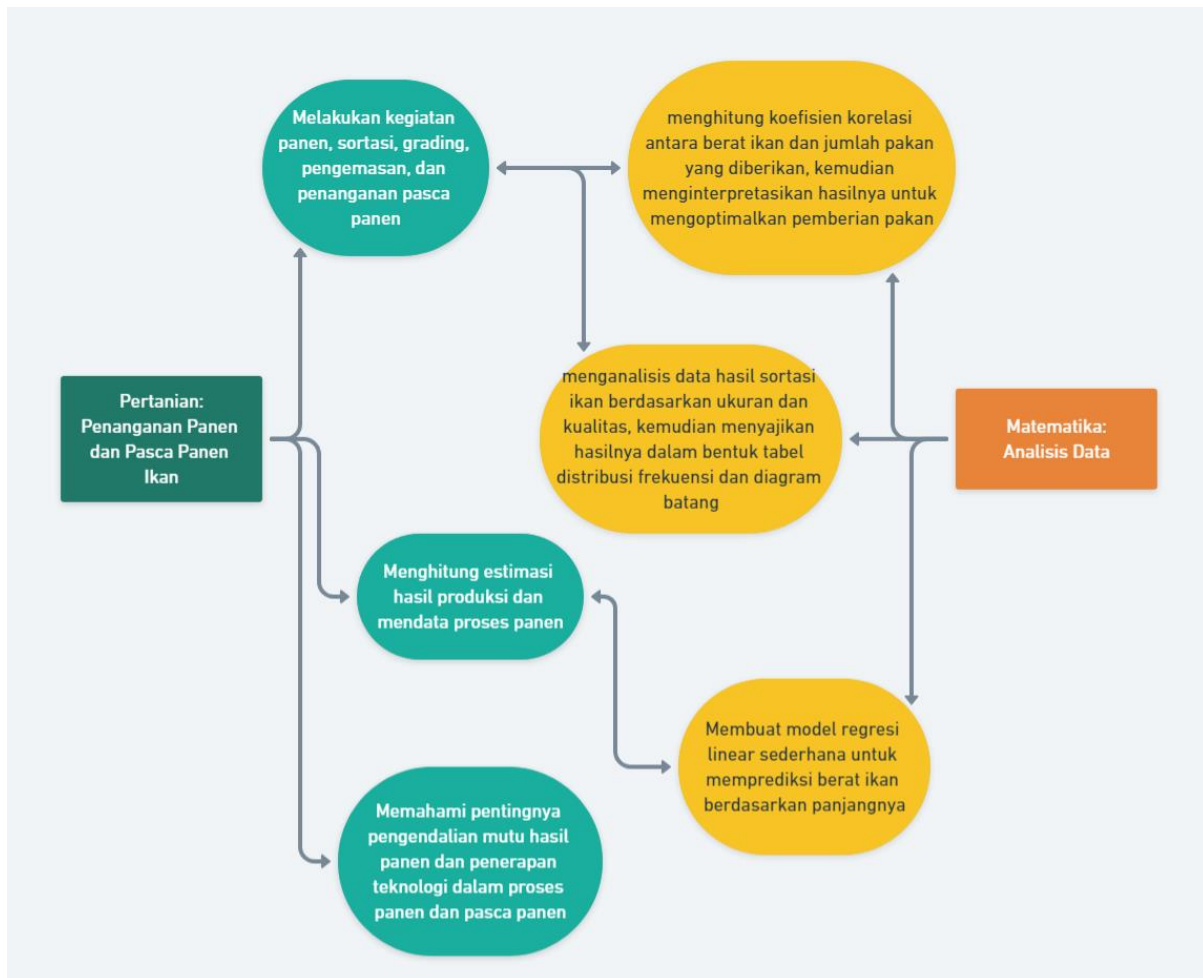
Kemudian guru matematika mengidentifikasi, "Apakah konsep-konsep matematika tersebut secara eksplisit berada di dalam kurikulum fase F? Guru tersebut mungkin akan beragumen bahwa aritmetika jelas bukan merupakan bagian dari capaian pembelajaran fase F Kurikulum Merdeka. Dengan demikian, aritmetika merupakan konsep matematika yang diperlukan dalam penanganan panen dan pasca panen namun berada di luar kurikulum matematika fase F. Kemudian konsep-konsep yang terkandung di dalam aljabar dapat dikatakan sesuai dengan capaian pembelajaran matematika fase F pada elemen Analisis Data yaitu: "Di akhir fase F, peserta didik dapat melakukan proses penyelidikan statistika untuk data bivariat. Mereka dapat mengidentifikasi dan menjelaskan asosiasi antara dua variabel kategorikal dan antara dua variabel numerikal. Mereka dapat memperkirakan model linear terbaik (*best fit*) pada data numerikal. Mereka dapat membedakan hubungan asosiasi dan sebab-akibat."

Setelah menimbang dari berbagai aspek, akhirnya guru matematika memutuskan untuk menetapkan tujuan pembelajarannya sebagai berikut:

- 1) Peserta didik dapat menghitung koefisien korelasi antara berat ikan dan jumlah pakan yang diberikan, kemudian menginterpretasikan hasilnya untuk mengoptimalkan pemberian pakan.
- 2) Peserta didik dapat membuat model regresi linear sederhana untuk memprediksi berat ikan berdasarkan panjangnya, dengan tingkat akurasi prediksi minimal 80%.
- 3) Peserta didik dapat menganalisis data hasil sortasi ikan berdasarkan ukuran dan kualitas, kemudian menyajikan hasilnya dalam bentuk tabel distribusi frekuensi dan diagram batang.

Berdasarkan uraian di atas, guru telah berhasil melalui tahap ketiga dari perancangan alur konseptual yang mengintegrasikan disiplin pertanian dan matematika yaitu memisahkan konsep yang eksplisit atau implisit di dalam dan di luar kurikulum terutama pada mata pelajaran matematika. Di dalam kurikulum Merdeka, capaian pembelajaran dalam konteks penanganan panen dan pasca panen ini bersifat implisit, kemudian guru matematika menetapkan tujuan pembelajarannya secara eksplisit.

Tahap akhir dalam proses ini adalah pembuatan alur konseptual grafis. Alur yang dihasilkan cenderung lebih sederhana jika dibandingkan dengan alur yang melibatkan lebih banyak disiplin ilmu. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan cakupan disiplin ilmu yang diintegrasikan pada fase F. Pada fase ini, mata pelajaran IPA tidak termasuk dalam lingkup integrasi. Pilihan untuk menggunakan pola integrasi multidisiplin juga turut mempengaruhi kesederhanaan alur konseptual. Pola multidisiplin, yang menggabungkan beberapa disiplin ilmu secara paralel, tidak menuntut adanya hubungan yang sangat kompleks antar disiplin ilmu. Dengan demikian, alur konseptual yang dihasilkan akan lebih fokus pada interaksi antara dua disiplin ilmu yang telah dipilih. Kesederhanaan alur ini memungkinkan peserta didik untuk lebih mudah memahami hubungan antar konsep dan prinsip dari kedua disiplin ilmu tersebut. Alur konseptual tersebut tersaji pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur Konseptual Grafis Proyek Penanganan Panen dan Pasca Panen dengan Pola Pembelajaran Multidisiplin

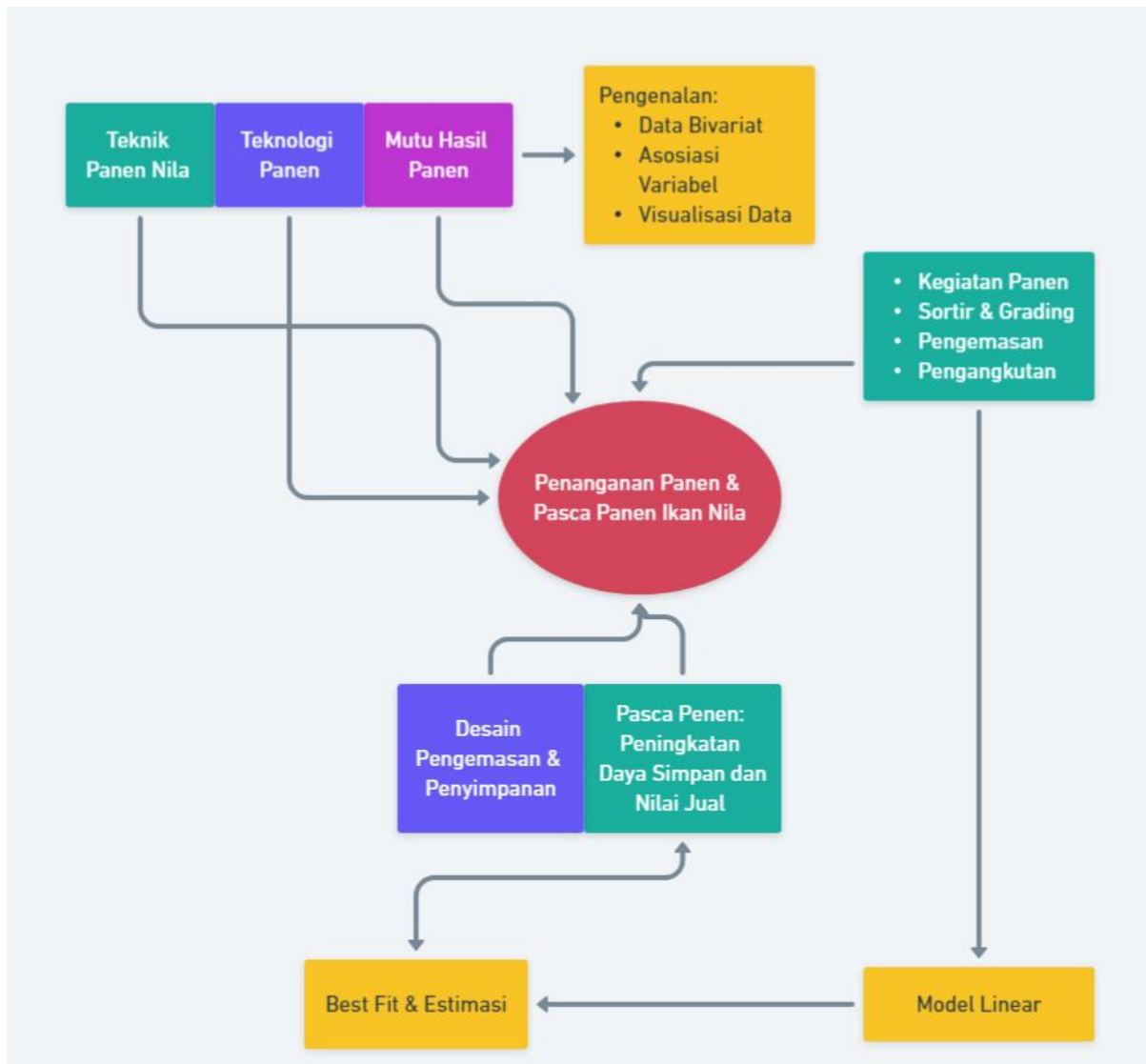
Gambar 1 secara visual menggambarkan bagaimana mata pelajaran matematika dan agribisnis saling terkait dan melengkapi dalam proses pembelajaran. Meskipun masing-masing guru memiliki tujuan pembelajaran spesifik dalam mata pelajarannya, kolaborasi antara keduanya menciptakan pengalaman belajar yang lebih kaya dan mendalam bagi peserta didik. Dengan mengintegrasikan konsep-konsep matematika ke dalam materi agribisnis perikanan air tawar, pembelajaran multidisiplin berhasil diwujudkan pada fase F. Hal ini memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya menguasai keterampilan matematika, tetapi juga mampu menerapkannya secara langsung dalam memecahkan masalah nyata dalam konteks agribisnis. Pendekatan multidisiplin ini tidak hanya relevan dengan dunia kerja yang semakin kompleks, tetapi juga memotivasi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan analitis.

Pertanyaan mendasar yang muncul kemudian adalah: Bagaimana jika guru ingin mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, dan kesehatan dalam proses penanganan panen dan pasca panen? Pendekatan interdisiplin, transdisiplin, atau

10 lintas disiplin tampaknya sangat menjanjikan untuk memfasilitasi pembelajaran yang lebih holistik dan relevan. Dengan menggabungkan berbagai perspektif, peserta didik dapat mengembangkan solusi inovatif yang mampu mengatasi tantangan kompleks dalam industri pertanian.

8 Mari kita rancang sebuah alur pembelajaran STEAM-H yang lebih mendalam dengan fokus pada proyek pengelolaan panen dan pascapanen. Dalam pendekatan ini, kita akan mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu seperti sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan secara menyeluruh. Kolaborasi antara guru produktif, guru matematika, dan ahli sains atau kesehatan akan menjadi kunci keberhasilan dalam merancang kegiatan pembelajaran yang efektif. Dengan melibatkan berbagai perspektif, diharapkan peserta didik dapat mengembangkan pemahaman yang komprehensif mengenai tantangan dan solusi dalam pengelolaan hasil pertanian. Hasil dari perencanaan kolaboratif ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 2, yang menyajikan gambaran visual mengenai alur konseptual yang telah dirancang.

78



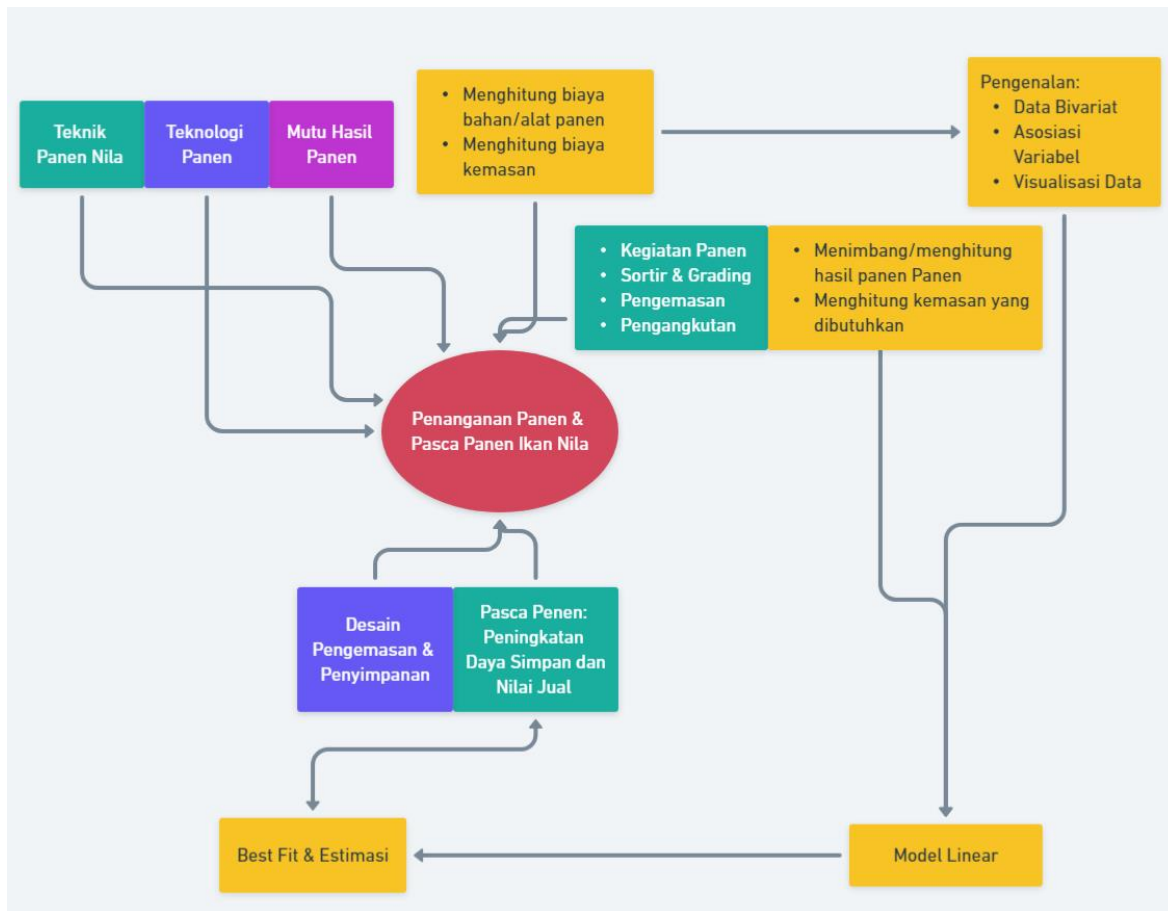
Gambar 2. Alur Konseptual Grafis Proyek Penanganan Panen dan Pasca Panen dengan Pola Pembelajaran Interdisiplin

2 Gambar 2 menunjukkan bahwa penanganan panen dan pasca panen ikan merupakan inti dari integrasi STEAM-H. Pada awal pembelajaran, peserta didik dapat menggali informasi tentang teknik panen, teknologi panen, dan mutu hasil panen. Ketiga konsep tersebut melibatkan disiplin pertanian, teknologi, sains/kesehatan. Peserta didik juga diberi pengetahuan awal tentang analisis data dengan mengenal data, visualisasi data, dan asosiasi variabel. Misalnya data dan variabel dapat diambil dari pertumbuhan ikan, kuantitas pakan yang diberikan, dan masih banyak lagi konteks perikanan untuk mengenalkan data dan variabel sehingga akan terhubung dengan konteks panen dan hasil panen. Selanjutnya, peserta didik melakukan kegiatan panen, sortir dan grading, hingga pengemasan dan pengangkutan dari tempat panen menuju tempat penanganan pasca panen. Peserta didik kemudian melakukan kegiatan penanganan pasca panen untuk

meningkatkan daya simpan dan daya jual. Kegiatan penanganan pasca panen ini melibatkan teknologi/rekayasa. Dari konteks panen dan pasca panen, peserta didik dapat mengeksplorasi model linear, menentukan model terbaik, dan melakukan estimasi.

Implementasi pembelajaran menggunakan Gambar 2 ini dapat dilakukan dengan sistem blok. Guru produktif agribisnis dan matematika bersama-sama berkolaborasi mencapai tujuan pembelajaran. Alur konseptual pada Gambar 2 memungkinkan mata pelajaran agribisnis dan matematika masing-masing memiliki tujuan pembelajaran. Selain peserta didik memiliki keahlian dalam penanganan panen dan pasca panen juga dapat memaknai matematika sebagai konsep yang dapat terhubung dengan keahlian yang seharusnya mereka miliki dalam menghadapi dunia usaha dan dunia industri kelak.

Gambar 2 menunjukkan bahwa konten matematika yang diberikan semuanya masuk ke dalam kurikulum matematika. Namun demikian, fakta di lapangan seringkali guru mengeluhkan penguasaan matematika dasar dari peserta didik yang masih relatif kurang dalam aspek aritmetika. Kendala tersebut dapat disiasati dengan menambahkan konten matematika di luar kurikulum. Adapun alur konseptual yang dapat ditawarkan seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3 Alur Konseptual Grafis Proyek Penanganan Panen dan Pasca Panen dengan Pola Pembelajaran Interdisiplin dan Penambahan Konsep Matematika Luar Kurikulum.

Penambahan konten bilangan dan pengukuran pada alur konseptual pada Gambar 3 merupakan aspek utama yang membedakannya dengan Gambar 2. Konten bilangan yang terdiri dari perhitungan biaya bahan, alat, dan kemasan panen dan pasca panen melibatkan aritmetika. Penambahan tersebut setelah peserta didik menggali informasi terkait teknik dan teknologi panen atau pasca panen. Penambahan ini merupakan bagian dari perencanaan panen dan pasca panen. Penambahan konten pengukuran dilakukan pada saat kegiatan panen. Pengukuran melibatkan penimbangan ikan dan penyiapan wadah/kemasan panen.

Alur konseptual pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 hanyalah suatu contoh bagaimana merancang alur pembelajaran STEAM-H terintegrasi, Akan ada banyak cara seorang guru menemukan alur konseptual yang mengantarkan peserta didik sampai ke tujuan pembelajaran.

Kita coba konstruksi alur konseptual dari konsentrasi keahlian lainnya yaitu agribisnis pengolahan hasil pertanian. Pertanian sebagai integrator. Dipilihlah

elemen “Produksi olahan hasil hewani” dari Tabel 4 dengan capaian pembelajaran: “Pada akhir fase F, peserta didik dapat melakukan produksi olahan daging/ ikan/telur dan/atau susu dengan cara memilih dan menangani bahan baku dan bahan tambahan untuk proses produksi pengolahan hasil hewani, menyiapkan dan mengoperasikan peralatan, mengendalikan proses dan menilai mutu hasil dengan menggunakan metode konvensional dan/atau alat modern”. Hasil analisis terhadap capaian ini menghasilkan ruang lingkup materi dan tujuan pembelajaran yang disajikan pada Tabel

Tabel 15. Ruang Lingkup Materi Produksi Olahan Hasil Nabati

Ruang Lingkup Materi	Tujuan Pembelajaran
<p>Ilmu Pangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Karakteristik bahan baku hasil hewan (daging, ikan, telur, susu) • Perubahan yang terjadi pada bahan baku selama proses pengolahan • Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu hasil olahan <p>Teknologi Pengolahan Pangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Peralatan dan mesin yang digunakan dalam pengolahan hasil hewan • Prinsip kerja peralatan dan mesin • Metode pengolahan yang umum digunakan (pengeringan, pengasapan, fermentasi, dll.) • Penerapan teknologi modern dalam pengolahan pangan <p>Jaminan Mutu Pangan:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standar mutu produk olahan • Metode pengendalian mutu (sanitasi, higiene, analisis mikrobiologi) • Pengemasan dan penyimpanan produk olahan 	<ul style="list-style-type: none"> • Peserta didik dapat memilih bahan baku daging sapi segar yang berkualitas berdasarkan kriteria kesegaran, warna, dan tekstur. • Peserta didik dapat mengoperasikan mesin penggiling daging dengan benar dan aman. • Peserta didik dapat melakukan uji organoleptik terhadap produk yang dihasilkan. • Peserta didik dapat membuat laporan produksi. • Peserta didik dapat melakukan analisis mikrobiologi terhadap produk olahan daging.

Tabel 15 secara eksplisit menyebutkan teknologi. Ini menunjukkan bahwa teknologi berperan dalam produksi olahan nabati. Metode pengolahan seperti pengeringan dan fermentasi merupakan bagian dari rekayasa. Dengan demikian, teknologi dan rekayasa berperan pada produksi olahan nabati.

Kemudian, kita ingin melihat hubungan antara materi produksi olahan hewani dengan sains. Meskipun IPA tidak lagi dipelajari di fase F, guru menginginkan peserta didik untuk memahami sains dalam produksi olahan hasil hewani ini. Adapun keterlibatan sains dalam produksi olahan hasil hewani sebagai berikut:

- 1) Biologi: Mempelajari struktur jaringan hewan, proses metabolisme, mikroorganisme penyebab kerusakan pangan, dan reaksi enzimatik yang terjadi selama pengolahan.
- 2) Kimia: Mempelajari komposisi kimia bahan pangan (protein, lemak, karbohidrat, vitamin, mineral), reaksi kimia yang terjadi selama pengolahan, serta penggunaan bahan tambahan pangan.
- 3) Fisika: Mempelajari prinsip kerja peralatan pengolahan (misalnya, pasteurisasi, sterilisasi), transfer panas, dan sifat fisik bahan pangan (viskositas, densitas).

Pelibatan dan Pendalaman materi sains yang akan dilibatkan dalam STEAM-H tentunya sangat tergantung kepada Keputusan guru itu sendiri. Begitupun dengan pelibatan disiplin ilmu kesehatan juga bergantung pada Keputusan guru. Seperti sudah dijelaskan di bagian sebelumnya, bahwa sains dan kesehatan saling terkoneksi. Berdasarkan peran sains pada produksi olahan hasil hewani ini, maka keterlibatan kesehatan adalah sebagai berikut:

- 1) Pemahaman tentang karakteristik bahan baku dan perubahan yang terjadi selama pengolahan sangat penting untuk menjaga keamanan dan mutu pangan. Kontaminasi mikroorganisme, penggunaan bahan tambahan pangan yang berlebihan, dan kesalahan dalam proses pengolahan dapat menyebabkan penyakit.
- 2) Standar mutu pangan yang ditetapkan bertujuan untuk melindungi konsumen dari risiko kesehatan yang terkait dengan konsumsi pangan yang tidak aman. Metode pengendalian mutu yang efektif dapat mencegah terjadinya kontaminasi dan pertumbuhan mikroorganisme patogen.

Terakhir, kita ingin melihat keterlibatan matematika dalam produksi olahan hasil hewani.

- 1) Menghitung persentase bahan baku yang tepat untuk mencapai karakteristik produk yang diinginkan.
- 2) Menghitung jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk produksi dalam skala besar atau kecil.
- 3) Menggunakan alat ukur seperti timbangan, termometer, pH meter, untuk mendapatkan data kuantitatif yang akurat.
- 4) Menggunakan skala numerik untuk mengukur intensitas rasa, aroma, tekstur, dan penampilan produk.

- 5) Menggunakan statistik untuk menganalisis data hasil pengujian mutu, seperti rata-rata dan standar deviasi.
- 6) Merancang eksperimen untuk menguji pengaruh variabel tertentu terhadap kualitas produk, seperti suhu pengolahan, waktu pengeringan, dll.
- 7) Membangun model matematis untuk memprediksi hubungan antara variabel-variabel yang berbeda, misalnya hubungan antara suhu pengolahan dengan waktu sterilisasi.
- 8) Merancang bentuk dan ukuran peralatan pengolahan yang efisien.
- 9) Mendesain kemasan yang optimal untuk melindungi produk dan menarik konsumen.
- 10) Menggunakan algoritma dan pemrograman untuk mengontrol proses pengolahan secara otomatis.
- 11) Membuat model simulasi untuk memprediksi kinerja proses pengolahan sebelum dilakukan secara nyata

Berdasarkan hasil identifikasi peran masing-masing disiplin ilmu, sekarang kita buat alternatif-alternatif alur konseptual grafis STEAM-H. Tema spesifik yang dipilih adalah produksi wonton ayam yang menggunakan ayam sebagai bahan olahan utama.



Gambar 4. Kreasi Wonton Ayam

Mengolah wonton ayam dengan skala besar dan kecil tentunya mempengaruhi peran dari masing-masing disiplin yang mempengaruhi kebutuhan konsep yang berbeda. Misalnya dari aspek teknologi, pengolahan satu resep wonton ayam, hanya memerlukan alat penghalus daging dalam ukuran kecil. Perhitungan kebutuhan alat dan bahannya juga terbatas dengan biaya relatif terjangkau. Berbeda dengan pengolahan dalam skala besar, memerlukan modal yang besar juga. Peminjaman modal kepada Lembaga keuangan menjadi alternatif solusinya. Literasi keuangan juga menjadi aspek penting bagi peserta didik yang dapat dipelajari melalui mata pelajaran matematika. Dengan demikian, bertambah kebutuhan konsep matematika untuk menghitung cicilan bulanan, pokok pinjaman, bunga, dan lain sebagainya.

Dengan skala produksi kecil wonton ayam, peserta didik akan melakukan proyek pengolahan wonton ayam. Pembelajaran interdisiplin dipilih dalam penelitian ini. Gambar 5 berikut menampilkan alur konseptual produksi wonton ayam. biasa saja matematika di luar kurikulum.



Gambar 5. Produksi Wonton Ayam Pola Pembelajaran Interdesipliner Tipe 1

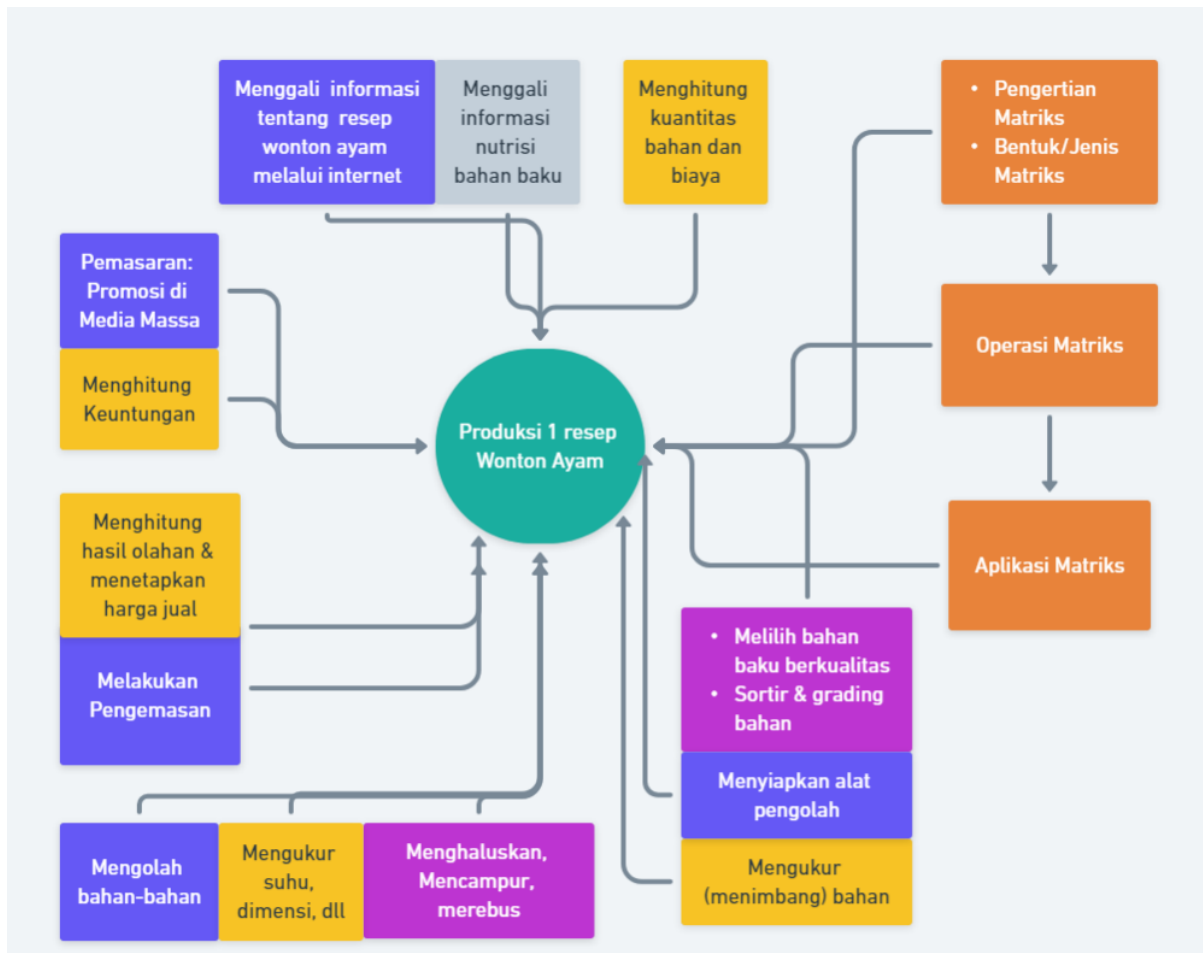
Alur konseptual pada Gambar 5 ini hanya menyentuh kurikulum mata pelajaran agribisnis pengolahan hasil pertanian saja, tetapi di dalamnya melibatkan disiplin teknologi/rekayasa, matematika, dan sains/kesehatan. Alur ini digunakan untuk peserta didik pada fase F. Bagaimana jika matematika ingin terlibat dalam pola pembelajaran tersebut? Kita coba konstruksi dengan memasukkan elemen konten aljabar fase F dengan tujuan pembelajaran yaitu peserta didik dapat menyatakan data dalam bentuk matriks. Alur konseptual pola interdisipliner tipe 2 disajikan dalam Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Produksi Wonton Ayam Pola Pembelajaran Interdesiplin Tipe 2

Konsep matriks pada Gambar 6 diperkenalkan di awal pembelajaran dengan mengenalkan bentuk matriks dan operasinya dengan mengambil data dari kuantitas bahan dan biaya produksi. Merepresentasikan data dalam bentuk matriks dalam konteks ini memang tidak terlalu penting, namun untuk skala produksi yang lebih besar, aplikasi matriks akan berguna.

Selain menggunakan pola pembelajaran interdisipliner seperti pada Gambar 6, matriks dapat diberikan melalui pola pembelajaran multidisiplin. Guru matematika akan bisa lebih fokus mengajarkan matriks tanpa mengikuti alur pembelajaran pengolahan wonton ayam. Guru agribisnis dan matematika masing-masing menjalankan pembelajaran dengan tema yang sama yaitu pengolahan wonton ayam dengan menetapkan tujuan pembelajarannya masing-masing. Alur Konseptual disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pembelajaran Multidisiplin (Produksi Wonton Ayam - Matriks)

Alur multidisiplin lainnya dapat dibangun dengan melibatkan konsep matematika pada elemen konten bilangan fase F yang fokus pada pembiayaan produksi dalam skala besar. Adapun Capaian pembelajarannya adalah: "Di akhir fase F, peserta didik dapat memodelkan pinjaman dan investasi dengan bunga majemuk dan anuitas, serta menyelidiki (secara numerik atau grafis) pengaruh masing-masing parameter (suku bunga, periode pembayaran) dalam model tersebut". Guru matematika kemudian menetapkan ruang lingkup materi dari capaian pembelajaran tersebut sebagai berikut:

- 1) Bunga Tunggal.
- 2) Bunga Majemuk.
- 3) Nilai akumulasi (nilai yang akan datang)
- 4) Nilai Sekarang
- 5) Anuitas

Konteks masalah yang dihadirkan pada setiap materi tersebut adalah biaya wonton ayam dalam skala tertentu sehingga memerlukan modal yang cukup besar. Adapun alur konseptual kasus tersebut disajikan dalam Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Pembelajaran Multidisiplin (Produksi Wonton Ayam - Pinjaman)

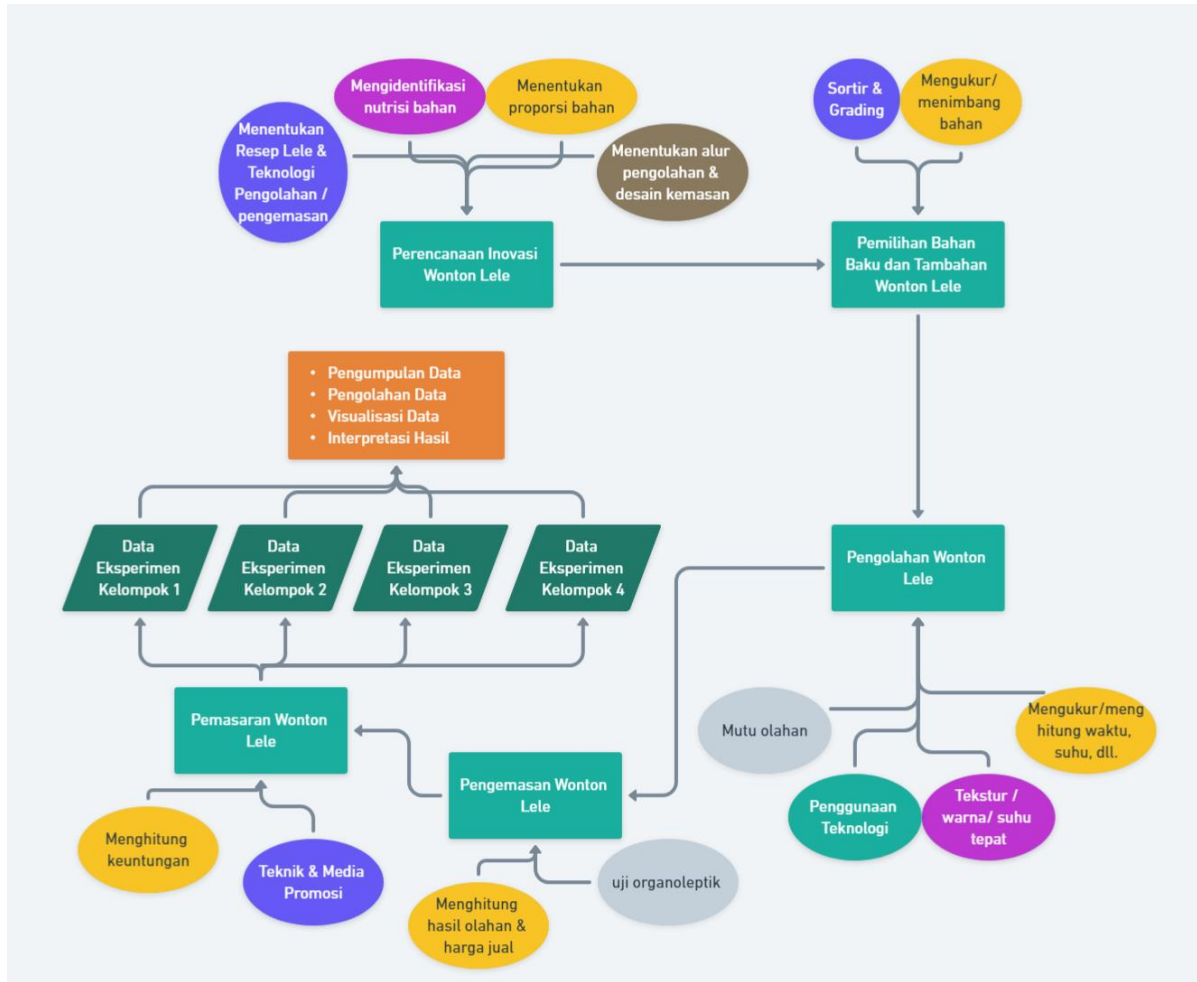
Alur konseptual dengan pola multidisiplin memberikan fleksibilitas bagi beragam konten matematika yang terkoneksi dengan konteks pertanian. Eksplorasi lebih lanjut dapat pembaca lakukan untuk mendapatkan beragam alur konseptual grafis yang diinginkan.

Contoh-contoh alur konseptual di atas baru menggunakan dua pola pembelajaran yaitu interdisiplin dan multidisiplin. Bagaimana alur konseptual dengan pola transdisiplin? Seperti yang sudah dijelaskan di bab pertama, karakteristik dari pola transdisiplin adalah pengetahuan dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu

tidak hanya dihubungkan, tetapi juga diintegrasikan secara mendalam untuk menciptakan sesuatu yang baru dan unik.

Mari kita rancang sebuah alur konseptual transdisiplin yang baru dan inovatif, berpusat pada konteks produksi "wonton". Seperti yang telah kita bahas sebelumnya, wonton ayam merupakan olahan yang memanfaatkan ayam sebagai bahan utamanya. Sebagai contoh, kita dapat mengajak peserta didik untuk bereksperimen dengan mengganti bahan utama ini menjadi lele. Proses inovasi ini akan melibatkan peserta didik secara menyeluruh, mulai dari tahap perancangan resep yang kreatif, eksperimentasi proses pengolahan, hingga pengembangan strategi pengemasan dan pemasaran yang efektif. Agar eksperimen ini berjalan optimal, para peserta didik perlu terlebih dahulu memproduksi wonton ayam atau wonton daging sebagai pembandingan. Dengan demikian, mereka dapat memperoleh pengalaman langsung dan membangun pemahaman yang mendalam mengenai karakteristik serta potensi modifikasi dari hidangan ini. Melalui pendekatan transdisiplin ini, diharapkan peserta didik tidak hanya mengasah keterampilan kuliner, tetapi juga mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif dalam menghadapi tantangan inovasi di dunia olahan hasil pertanian yang dinamis.

72



Gambar 9. Pembelajaran Transdisiplin (Produksi Wonton Lele - Pinjaman)

Gambar 9 secara komprehensif menggambarkan implementasi konsep STEAM-H dalam konteks pemecahan masalah nyata, yakni inovasi wonton lele. Integrasi disiplin ilmu sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan kesehatan dalam proyek ini menciptakan pendekatan pembelajaran transdisiplin yang holistik. Melalui eksperimen yang melibatkan beberapa kelompok peserta didik, proses pembelajaran berlangsung secara aktif dan kolaboratif. Setiap kelompok secara mandiri mengumpulkan data yang relevan dengan tujuan penelitiannya. Data-data tersebut kemudian diolah, divisualisasikan, dan dianalisis secara mendalam untuk menghasilkan kesimpulan yang valid. Misalnya, jika suatu kelompok ingin mengoptimalkan teknik pengolahan wonton lele agar menghasilkan produk yang berkualitas dan aman dikonsumsi, maka data yang dikumpulkan dapat meliputi suhu perebusan, waktu perebusan, proporsi air rebusan, serta kandungan nutrisi pada produk akhir. Dengan demikian, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga keterampilan praktis dalam menerapkan konsep-konsep ilmiah untuk memecahkan masalah dunia nyata.

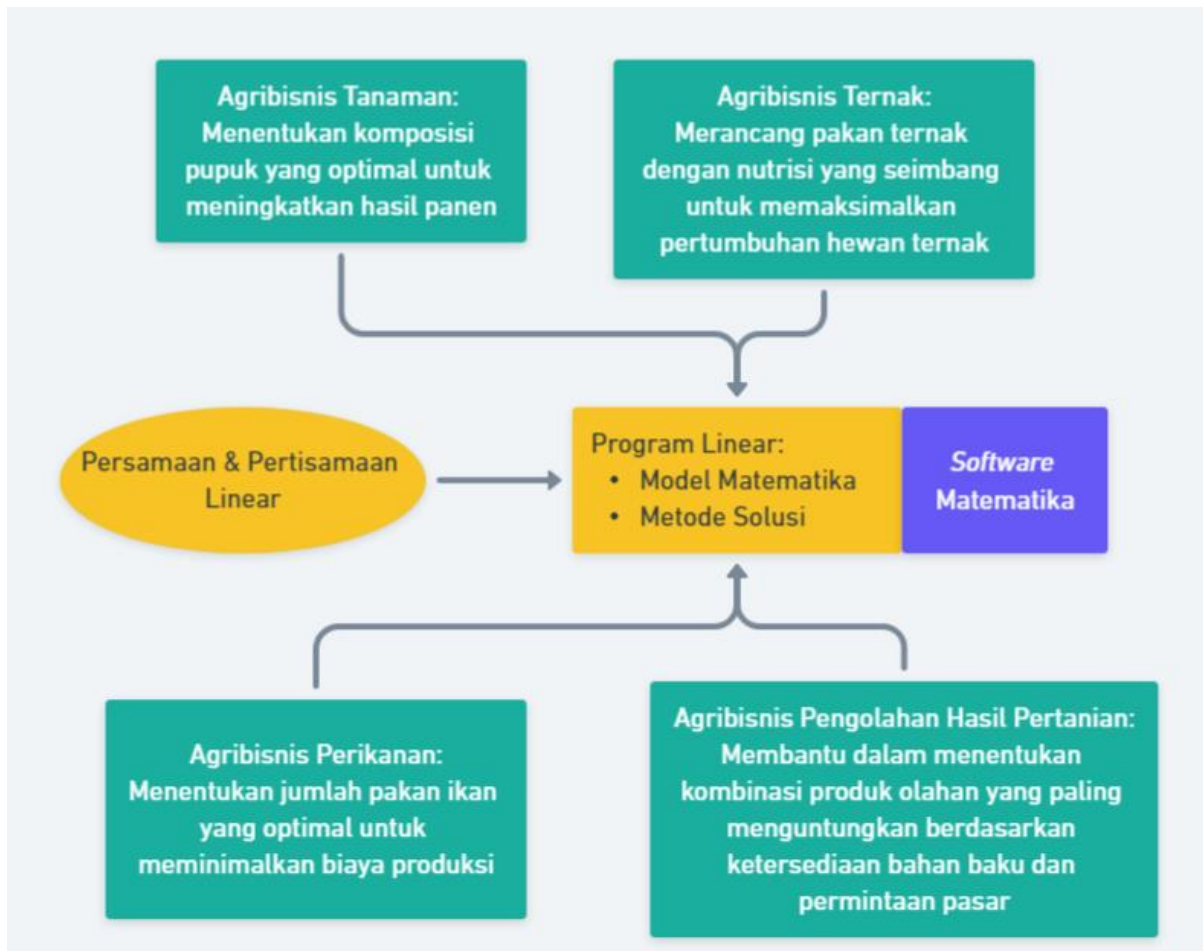
85

15

19 Kita telah bersama-sama merancang alur konseptual dalam berbagai pola integrasi, mulai dari multidisiplin, transdisiplin, hingga interdisiplin, lengkap dengan contoh-contoh penerapannya. Kini, saatnya kita beralih untuk mendalami pola integrasi lintas-disiplin. Pola ini unik karena memungkinkan kita untuk melihat suatu konsep dari berbagai perspektif disiplin ilmu yang berbeda. Dalam pola lintas-disiplin, konsep yang sama dapat dikaji dari sudut pandang yang beragam, sehingga menghasilkan pemahaman yang lebih kaya dan menyeluruh. Dengan kata lain, meskipun konsepnya sama, konteks pembahasannya akan berbeda-beda tergantung pada disiplin ilmu yang kita gunakan. Mari kita coba membangun alur konseptual yang mengadopsi pola lintas-disiplin ini untuk melihat bagaimana sebuah topik dapat dikaji dari berbagai sudut pandang yang menarik.

50 Konsep aljabar linear pada matematika fase E, khususnya dalam menyelesaikan sistem persamaan dan pertidaksamaan linear dua variabel, memiliki aplikasi yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu penerapan pentingnya adalah dalam bidang optimasi, yang lebih dikenal sebagai program linear. Melalui program linear, kita dapat memodelkan berbagai permasalahan dunia nyata yang bertujuan untuk mencapai hasil terbaik dengan keterbatasan sumber daya yang ada. Misalnya, dalam industri manufaktur, program linear dapat digunakan untuk menentukan jumlah produksi optimal dari berbagai produk agar keuntungan maksimum dapat dicapai. Selain itu, dalam bidang logistik, program linear dapat membantu dalam perencanaan rute pengiriman yang paling efisien untuk meminimalkan biaya transportasi.

Dalam konteks agribisnis, program linear juga memiliki peran yang sangat krusial. Di bidang agribisnis tanaman, program linear dapat digunakan untuk menentukan komposisi pupuk yang optimal untuk meningkatkan hasil panen. Sementara itu, dalam agribisnis ternak, program linear dapat membantu dalam merancang pakan ternak dengan nutrisi yang seimbang untuk memaksimalkan pertumbuhan hewan ternak. Di bidang agribisnis perikanan, program linear dapat digunakan untuk menentukan jumlah pakan ikan yang optimal untuk meminimalkan biaya produksi. Terakhir, dalam agribisnis pengolahan hasil pertanian, program linear dapat membantu dalam menentukan kombinasi produk olahan yang paling menguntungkan berdasarkan ketersediaan bahan baku dan permintaan pasar.



Gambar 10. Alur Konseptual Lintas-Disiplin

Gambar 10 menunjukkan alur konseptual dari konsep inti disiplin matematika yang secara kontekstual dipandang dari disiplin pertanian. Dengan konteks sesuai program keahlian, peserta didik dapat memandang program linear (konsep persamaan dan pertidaksamaan) yang bersifat abstrak menjadi sangat konkrit untuk memecahkan masalah sesuai dengan konteks keahliannya.

25
33
15
Berbagai alur konseptual yang telah diuraikan dalam buku ini hanyalah sebagian kecil dari potensi yang tak terbatas dalam dunia pembelajaran. Dengan menggabungkan konsep-konsep dari berbagai disiplin ilmu seperti pertanian, sains, teknologi, rekayasa, matematika, dan kesehatan, kita dapat menciptakan alur pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan kehidupan peserta didik. Kombinasi yang tak terbatas dari konsep-konsep ini membuka peluang bagi para pendidik untuk terus berkreasi dan mengembangkan alur pembelajaran yang unik dan menarik, sehingga dapat menginspirasi peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif.

5. PERENCANAAN AWAL UNTUK IMPLEMENTASI PENDEKATAN PEMBELAJARAN STEAM-H

Implementasi pendekatan STEAM-H diawali dengan tahap perencanaan yang matang. Tahap ini melibatkan beberapa langkah penting. Pertama, guru perlu merancang alur konseptual yang menggambarkan hubungan antara berbagai disiplin ilmu dalam tema pembelajaran yang dipilih. Kedua, tujuan pembelajaran yang spesifik dan terukur perlu ditetapkan untuk mengarahkan kegiatan pembelajaran. Selanjutnya, guru memilih model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik peserta didik dan tema pembelajaran. Skenario pembelajaran yang rinci kemudian disusun untuk memberikan gambaran yang jelas tentang setiap aktivitas pembelajaran. Selain itu, guru juga perlu menyiapkan bahan ajar yang menarik dan bervariasi serta instrumen asesmen yang dapat mengukur pencapaian peserta didik terhadap tujuan pembelajaran.

Bab 5 akan membahas tahapan perencanaan pembelajaran STEAM-H pada tahap pemilihan model pembelajaran. Pembahasan akan berfokus pada dua model pembelajaran yang populer, yaitu pembelajaran berbasis proyek dan pembelajaran berbasis masalah. Kedua model ini dipilih karena dianggap efektif dalam mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu dalam STEAM-H.

5.1. Pembelajaran Berbasis Proyek dengan Pendekatan STEAM-H

Pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEAM-H merupakan metode pembelajaran yang mengintegrasikan berbagai disiplin ilmu (sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan kesehatan) dalam sebuah proyek nyata. Metode ini memungkinkan peserta didik untuk belajar secara aktif, kreatif, dan kolaboratif. Hasil penelitian pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM atau STEM telah menunjukkan efektivitas yang signifikan dalam meningkatkan hasil belajar dan keterampilan peserta didik kejuruan. Studi telah menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek STEM secara signifikan mengungguli metode pengajaran tradisional dalam domain kognitif, afektif, dan psikomotorik (Rahim et al., 2024). Pendekatan ini meningkatkan keterampilan teknis dan karakteristik kerja, mempersiapkan peserta didik untuk pasar kerja yang kompetitif (Shafiu A. et al., 2020). Penelitian juga menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis proyek STEAM meningkatkan kemampuan berpikir kritis dalam lingkungan pembelajaran daring (Cahyani & Sulastri, 2021). Integrasi pembelajaran berbasis proyek dan STEM menumbuhkan kreativitas dan keterampilan memecahkan masalah, mengatasi kekurangan *soft skill* yang sering diamati pada peserta didik kejuruan (Widiyanti et al., 2020). Namun, implementasi

yang berhasil memerlukan persiapan yang matang, strategi pembelajaran yang dirancang dengan baik, dan perencanaan penilaian yang cermat (Shafiul A. et al., 2020). Guru memainkan peran penting sebagai inspirator, motivator, dan fasilitator dalam memaksimalkan manfaat pendekatan multidisiplin ini (Shafiul A. et al., 2020; Widiyanti et al., 2020).

83 Pembelajaran berbasis proyek dengan pendekatan STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi memiliki karakteristik yang unik dan komprehensif. Pertama, integrasi berbagai disiplin ilmu STEAM-H memungkinkan peserta didik untuk melihat suatu masalah dari berbagai perspektif, sehingga pemahaman mereka menjadi lebih holistik. Proyek-proyek yang dipilih pun dirancang relevan dengan konteks pertanian, menghubungkan teori dengan praktik secara langsung. 52 Peserta didik tidak hanya sebagai penerima informasi, tetapi juga sebagai pelaku aktif dalam proses pembelajaran. Mereka terlibat secara langsung dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek, sehingga mendorong keterampilan hands-on dan proses penemuan.

11 Selain itu, pembelajaran ini juga menumbuhkan sikap kolaboratif, di mana peserta didik bekerja sama dalam tim untuk menyelesaikan masalah. Proses refleksi yang dilakukan secara teratur membantu peserta didik untuk belajar dari pengalaman dan memperbaiki diri. Dalam era digital, pembelajaran ini juga membekali peserta 27 didik dengan keterampilan digital yang relevan. Lebih lanjut, pembelajaran berbasis proyek STEAM-H merangsang peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, 11 dan berkomunikasi secara efektif. Dengan demikian, pembelajaran ini tidak hanya 14 membekali peserta didik dengan pengetahuan, tetapi juga mengembangkan keterampilan abad 21 yang sangat dibutuhkan dalam dunia kerja.

24 Secara ringkas, pembelajaran berbasis proyek STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi merupakan pendekatan yang efektif untuk mengembangkan kompetensi peserta didik dalam bidang pertanian. Melalui proyek-proyek yang relevan dan menantang, peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga keterampilan praktis yang diperlukan untuk menghadapi tantangan di dunia kerja.

Adapun tahapan perencanaan pembelajaran berbasis proyek STEAM-H di SMK Agribisnis dan Agriteknologi adalah sebagai berikut:

- 1) Identifikasi Capaian Pembelajaran: Guru-guru dari berbagai mata pelajaran dalam ruang lingkup STEAM-H secara bersama-sama menganalisis capaian pembelajaran yang ingin dicapai peserta didik.

- 2) Menemukan Integrator Konseptual atau Kontekstual: Mencari titik temu atau tema sentral yang dapat menghubungkan berbagai disiplin ilmu dalam proyek tersebut.
- 3) Merumuskan Masalah: Mengidentifikasi masalah nyata yang relevan dengan tema dan konteks lokal yang dapat dipecahkan melalui proyek.
- 4) Menetapkan Pola Integrasi: Menentukan bagaimana berbagai disiplin ilmu akan diintegrasikan dalam proyek. Misalnya, menggunakan pendekatan interdisipliner, multidisipliner, atau transdisipliner.
- 5) Membuat Alur Konseptual Grafis: Membuat visualisasi yang menunjukkan hubungan antara berbagai konsep dan keterampilan yang akan dikembangkan dalam proyek.
- 6) Merumuskan Tujuan Pembelajaran: Menyusun tujuan pembelajaran yang spesifik, terukur, relevan, dan dapat dicapai (SMART) untuk setiap disiplin ilmu yang terlibat.
- 64 7) Merancang Skenario Pembelajaran: Membuat rencana pembelajaran yang rinci, mulai dari kegiatan pengantar, kegiatan inti, hingga kegiatan penutup. Skenario harus mencakup aktivitas peserta didik, peran guru, sumber daya yang dibutuhkan, dan jadwal pelaksanaan.
- 13 8) Merancang Bahan Ajar: Menyiapkan bahan ajar yang menarik, bervariasi, dan disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik. Bahan ajar dapat berupa modul, lembar kerja, video, presentasi, atau sumber belajar digital lainnya.
- 35 9) Merancang Asesmen Pembelajaran: Menyusun instrumen asesmen yang valid dan reliabel untuk mengukur pencapaian peserta didik terhadap tujuan pembelajaran. Asesmen dapat berupa tes tertulis, portofolio, presentasi, atau rubrik penilaian.

Pembahasan di bagian ini fokus untuk menghubungkan alur konseptual yang telah dirancang terhadap model pembelajaran berbasis proyek. Mari kita tinjau kembali alur konseptual yang telah dirancang sebelumnya (Gambar 1). Proyek penanganan panen dan pasca panen ikan air tawar ini merupakan contoh nyata alur konseptual yang dapat diimplementasikan pada pembelajaran multidisiplin berbasis proyek. Dengan mengintegrasikan mata pelajaran Agribisnis Perikanan Air Tawar dan Matematika, peserta didik akan terlibat secara langsung dalam proses panen hingga pasca panen. Hasil akhir yang konkret, yaitu produk ikan siap konsumsi, akan menjadi bukti nyata dari keberhasilan pembelajaran. Selain itu, tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan secara jelas (Tabel 14) akan memastikan bahwa peserta didik mencapai kompetensi yang diharapkan. Melalui pengumpulan dan analisis data selama proses produksi, peserta didik akan mengasah kemampuan berpikir kritis dan menyelesaikan masalah. Laporan akhir yang disusun oleh peserta didik akan menjadi bukti nyata dari pemahaman

mereka terhadap konsep-konsep yang telah dipelajari, mulai dari pengumpulan data, analisis data, hingga pengambilan Kesimpulan bagi tercapainya pembelajaran matematika.

88 Pola multidisiplin proyek pembuatan wonton ayam (Gambar 7) juga dapat diimplementasikan dalam pembelajaran berbasis proyek. Dengan mengadopsi pembelajaran ini, peserta didik akan terlibat secara langsung dalam proses pembuatan wonton, mulai dari persiapan bahan baku hingga pengemasan produk akhir. Aspek matematika akan sangat relevan dalam proyek ini. Peserta didik dapat mengumpulkan data kuantitatif, seperti jumlah bahan baku yang digunakan, waktu yang dibutuhkan untuk setiap tahapan produksi, dan hasil akhir yang diperoleh. Data-data ini kemudian dapat diolah dan disajikan dalam bentuk matriks. Data-data tersebut menjadi bahan untuk memperdalam konsep-konsep matriks lainnya.

2 Alur konseptual multidisiplin pada Gambar 8 dapat dilakukan dalam dua model pembelajaran. Pembelajaran berbasis proyek dilakukan pada mata pelajaran agribisnis pengolahan hasil pertanian, sedangkan pembelajaran berbasis masalah dilakukan pada mata pelajaran matematika. Hal tersebut dikarenakan proyek yang dilakukan secara nyata merupakan produksi dalam skala kecil. Di sisi lainnya, masalah yang disajikan dalam konteks pinjaman ditujukan pada produksi wonton dengan skala besar. Dengan demikian, terdapat keunikan dari alur ini dalam perencanaan pembelajarannya. Tujuan pembelajaran, skenario pembelajaran, bahan ajar, dan asesmen pembelajaran dilakukn oleh guru mata pelajarannya masing-masing dengan tetap mengacu pada proyek yang telah ditetapkan.

13 Dari pola multidisiplin, sekarang kita beralih ke pola interdisiplin. Terdapat empat alur konseptual yang dirancang yaitu Gambar 2, Gambar 3, Gambar 5, dan Gambar 6. Gambar 2 dan Gambar 3 berhubungan dengan proyek penanganan panen dan pasca panen sedangkan Gambar 5 dan Gambar 6 berhubungan dengan wonton ayam. Perbedaan dari keempat alur konseptual tersebut adalah kompleksitas konsep dan disiplin yang terlibat di dalamnya. Kesamaannya, semua pembelajaran dilakukan dengan pembelajaran berbasis proyek. Luaran proyek menjadi penting karena melibatkan keterampilan kerja bagi peserta didik. Dalam implementasinya nanti, pembelajaran dengan pola interdisiplin ini dilakukan secara bersama-sama. Dengan demikian, perancangan skenario, bahan ajar, hingga asesmen pembelajaran bersifat terpadu. Kecuali untuk alur konseptual pada Gambar 5, sekalipun pembelajarannya melibatkan banyak disiplin ilmu, namun diimplementasikan dalam satu mata pelajaran agribisnis saja dikarenakan

tidak melibatkan tujuan pembelajaran lainnya. Adapun konsep disiplin yang terlibat di dalamnya masuk pada konten agribisnis.

Seperti halnya pola integrasi interdisiplin, pola transdisiplin (Gambar 9) yang menitikberatkan pada kebaruan yang dapat menghasilkan produk inovasi. Dengan demikian, prinsip kerjanya seperti pada pola interdisiplin, bahkan dalam implementasinya bisa lebih kompleks karena dapat melibatkan beberapa eksperimen. Oleh karena itu, pembelajaran berbasis proyek relevan dengan pola transdisiplin ini.

Terakhir, pola lintas-disiplin (Gambar 10). Dalam konteks ini, dapat melibatkan pembelajaran berbasis proyek, jika data yang diolah dalam program linear berasal dari aktivitas proyek yang dijalankan oleh peserta didik. Namun jika data berasal dari sumber yang sudah ada, maka alur konseptual ini cocok untuk dijalankan pada pembelajaran berbasis masalah.

5.2. Pembelajaran Berbasis Masalah dengan Pendekatan STEAM-H

Pembelajaran berbasis masalah dengan pendekatan STEAM-H merupakan suatu model pembelajaran yang mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa pertanian, matematika matematika, dan kesehatan dalam proses pemecahan masalah nyata. Jika pembelajaran berbasis proyek menekankan pada penciptaan produk nyata, kolaborasi antar peserta didik, fleksibilitas proses, dan keterlibatan peserta didik secara aktif dalam seluruh tahap proyek, maka pembelajaran berbasis masalah lebih menekankan kepada pemecahan masalah autentik, pengembangan keterampilan berpikir kritis, dan kemampuan menganalisis data. Dalam pembelajaran berbasis masalah, peserta didik diajak untuk menghadapi situasi masalah yang kompleks, merumuskan hipotesis, mencari informasi yang relevan, dan mengevaluasi berbagai solusi yang mungkin. Sementara pembelajaran berbasis proyek lebih berorientasi pada hasil akhir yang konkret, pembelajaran berbasis masalah lebih berfokus pada proses berpikir dan pemecahan masalah.

Perbedaan mendasar lainnya terletak pada struktur pembelajaran. Pembelajaran berbasis proyek cenderung memiliki struktur yang lebih terbuka, di mana peserta didik memiliki kebebasan yang lebih besar dalam menentukan langkah-langkah yang akan diambil. Pembelajaran berbasis masalah memiliki struktur yang lebih terdefinisi, dengan langkah-langkah yang jelas mulai dari identifikasi masalah hingga evaluasi solusi.

37 Karakteristik utama pembelajaran berbasis masalah dengan pendekatan STEAM-H
11 di SMK Agribisnis dan Agriteknologi adalah penekanan pada pemecahan masalah
nyata yang relevan dengan dunia pertanian. Dengan menggunakan pendekatan
STEAM-H, peserta didik akan diajak untuk mencari solusi inovatif dengan
mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa, pertanian, matematika, dan
kesehatan. Selain itu, pembelajaran berbasis masalah dengan pendekatan STEAM-
H juga mendorong peserta didik untuk berpikir kritis, kreatif, dan kolaboratif.
Peserta didik akan dilatih untuk menganalisis masalah secara mendalam,
merumuskan hipotesis, mengumpulkan data, dan mengevaluasi berbagai solusi
yang mungkin. Keterampilan-keterampilan ini sangat penting bagi lulusan SMK
77 Agribisnis dan Agriteknologi yang diharapkan mampu menghadapi tantangan di
dunia kerja yang semakin kompleks. Dengan demikian, pembelajaran berbasis
60 masalah dengan pendekatan STEAM-H tidak hanya membekali peserta didik
dengan pengetahuan teoritis, tetapi juga keterampilan praktis yang dibutuhkan
untuk menghadapi dunia usaha dan dunia industri.

29 Adapun langkah-langkah perencanaan pembelajaran berbasis masalah dan
pembelajaran berbasis proyek memiliki beberapa kesamaan, namun terdapat
perbedaan yang signifikan dalam penekanan dan urutannya. Dalam pembelajaran
berbasis masalah, guru lebih menekankan pada proses pemecahan masalah.
Langkah-langkah perencanaannya lebih terstruktur, dimulai dengan identifikasi
masalah autentik yang relevan dengan kehidupan peserta didik. Guru kemudian
merancang pertanyaan pemandu yang mengarahkan peserta didik untuk mencari
80 solusi, dan menyediakan sumber daya yang diperlukan untuk mendukung proses
investigasi peserta didik. Sementara itu, dalam pembelajaran berbasis proyek,
guru mengarahkan peserta didik lebih fokus pada penciptaan produk akhir yang
nyata. Langkah-langkah perencanaannya cenderung lebih terbuka dan fleksibel,
dimulai dengan identifikasi proyek yang menarik dan relevan. Guru kemudian
merancang tugas-tugas yang mendukung pencapaian proyek tersebut, serta
memberikan bimbingan kepada peserta didik dalam proses pengerjaannya.
Secara ringkas, pembelajaran berbasis masalah lebih berorientasi pada proses
berpikir dan mengembangkan kreativitas, sedangkan pembelajaran berbasis
proyek lebih berorientasi pada produk.

86 Tujuan pembelajaran dalam pembelajaran berbasis masalah ditentukan dengan
mengacu pada masalah autentik yang dipilih. Tujuan tersebut harus spesifik,
22 terukur, relevan, dan dapat dicapai. Fokus utama adalah pada pengembangan
keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kolaborasi. Misalnya, untuk
menentukan tujuan pembelajaran berbasis masalah pada produksi olahan wonton
66 ayam, kita perlu mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang menantang peserta

didik untuk berpikir kritis dan mencari solusi. Misalnya, "Bagaimana cara membuat adonan wonton yang kenyal dan tidak mudah sobek saat direbus?" atau "Bahan apa saja yang dapat ditambahkan ke dalam isian wonton untuk meningkatkan nilai gizi dan cita rasa?" Tujuan pembelajaran kemudian dapat dirumuskan berdasarkan pertanyaan-pertanyaan tersebut, misalnya: meningkatkan kemampuan peserta didik dalam merancang eksperimen untuk menguji berbagai jenis tepung dan teknik pengulenan adonan, atau menganalisis kandungan nutrisi berbagai bahan makanan untuk menciptakan isian wonton yang sehat dan lezat. Dengan demikian, tujuan pembelajaran yang dihasilkan akan relevan, spesifik, dan mendorong peserta didik untuk aktif mencari solusi atas permasalahan yang ada.

Setiap alur konseptual grafis yang telah dirancang mulai Gambar 1 hingga 10 dapat menjadi landasan yang kuat untuk menerapkan pembelajaran berbasis masalah dalam konteks SMK Agribisnis dan Agriteknologi. Namun, perlu diingat bahwa keterampilan kerja yang spesifik dan terukur merupakan salah satu tujuan utama pendidikan kejuruan. Oleh karena itu, dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis masalah, para guru perlu memiliki fleksibilitas untuk menyesuaikan pendekatan pembelajaran dengan kebutuhan peserta didik. Kadangkala, pendekatan pembelajaran berbasis proyek akan lebih efektif dalam mengembangkan keterampilan tertentu, seperti perencanaan, manajemen proyek, dan presentasi. Di sisi lain, pendekatan pembelajaran berbasis masalah akan lebih optimal dalam melatih peserta didik untuk berpikir kritis, menganalisis masalah, dan mencari solusi secara mandiri. Oleh karena itu, guru harus mampu memilih dan mengadaptasi model pembelajaran yang paling sesuai dengan tujuan pembelajaran dan karakteristik peserta didik, serta konteks pembelajaran yang ada.

6. PENUTUP

Buku ini hadir dengan tujuan utama untuk memperkenalkan dan mendalami pendekatan pembelajaran STEAM-H (Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, and Health) yang inovatif, khususnya dalam konteks SMK Agribisnis dan Agriteknologi. Jika pada pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) dan STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) sebelumnya, disiplin ilmu pertanian dan kesehatan seringkali hanya dijadikan sebagai contoh atau konteks pembelajaran, maka dalam STEAM-H, semua disiplin ini menempati posisi sentral. Pertanian dan kesehatan bukan sekadar latar belakang, melainkan inti dari pembelajaran. Konsep-konsep fundamental dalam pertanian dan kesehatan diintegrasikan dalam pembelajaran, sehingga peserta didik tidak hanya memperoleh pengetahuan teoritis, tetapi juga keterampilan praktis yang relevan dengan dunia kerja. Dengan demikian, pendekatan STEAM-H memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan kompetensi yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan di sektor pertanian dan kesehatan yang semakin kompleks.

Salah satu keunggulan pendekatan STEAM-H dalam konteks SMK Agribisnis dan Agriteknologi adalah pemilihan integrator konseptual yang sangat relevan. Integrator konseptual atau konteks yang menjadi titik temu berbagai disiplin ilmu dalam STEAM-H, dipilih secara cermat berdasarkan capaian pembelajaran yang telah ditetapkan dalam kurikulum SMK. Hal ini memastikan bahwa pembelajaran yang dilakukan tidak hanya menarik dan relevan bagi peserta didik, tetapi juga sesuai dengan standar kompetensi yang diharapkan. Dengan kata lain, pendekatan STEAM-H tidak hanya sekadar menambahkan unsur-unsur baru ke dalam pembelajaran, melainkan menyentuh inti dari proses pendidikan kejuruan. Dengan demikian, peserta didik SMK Agribisnis dan Agriteknologi dapat memperoleh bekal yang kuat untuk memasuki dunia kerja dan berkontribusi dalam pengembangan sektor pertanian dan kesehatan di masa depan.

Alur konseptual grafis merupakan jantung dari pengembangan pembelajaran STEAM-H. Dengan memvisualisasikan hubungan antar konsep dan keterampilan secara sistematis, alur ini menjadi peta jalan yang jelas bagi pendidik dan peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran. Bagi para pendidik, alur konseptual grafis menjadi alat yang ampuh untuk merancang pembelajaran yang terintegrasi dan bermakna. Para peneliti juga dapat memanfaatkan alur ini untuk menganalisis efektivitas pembelajaran STEAM-H dan mengidentifikasi area yang perlu ditingkatkan. Mari kita bersama-sama menggali potensi alur konseptual grafis

29 untuk menciptakan pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan kebutuhan dunia kerja. Dengan demikian, kita dapat mempersiapkan generasi muda, khususnya peserta didik SMK Agribisnis dan Agriteknologi, agar memiliki keahlian yang dibutuhkan untuk menghadapi tantangan di masa depan.

13

REFERENSI

- Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(7).
<https://doi.org/10.6007/ijarbss/v8-i7/4421>
- Baldinger, E. E., Staats, S., Covington Clarkson, L. M., Gullickson, E. C., Norman, F., & Akoto, B. (2020). *A Review of Conceptions of Secondary Mathematics in Integrated STEM Education: Returning Voice to the Silent M.*
https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_5
- BSKAP Kemendikbudristek. (2022a). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 024/H/KR/2022 tentang Konsentrasi Keahlian SMK/MAK Pada Kurikulum Merdeka.*
- BSKAP Kemendikbudristek. (2022b). *Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 033/H/KR/2022 Tentang Perubahan atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 Tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.*
- Cahyani, G. P., & Sulastri, S. (2021). Pengaruh Project Based Learning dengan Pendekatan STEAM Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis pada Pembelajaran Online di SMK Negeri 12 Malang. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*, 9(3).
<https://doi.org/10.26740/jpak.v9n3.p372-379>
- Çetin, M., & Demircan, H. Ö. (2020). Empowering technology and engineering for STEM education through programming robots: a systematic literature review. In *Early Child Development and Care* (Vol. 190, Issue 9).
<https://doi.org/10.1080/03004430.2018.1534844>
- Donohue, S. K., & Richards, L. G. (2013). Integration by design: Bringing science, math, and technology together through the engineering design process. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE.*
<https://doi.org/10.1109/FIE.2013.6685083>
- Dutchak, I. (2021). STEM-oriented approach to learning as educational innovation XXI century. *Problems of Education*, 1(94). <https://doi.org/10.52256/2710-3986.1-94.2021.08>
- English, L. D. (2016). STEM education K-12: perspectives on integration. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-8.
<https://doi.org/10.1186/s40594-016-0036-1>

- Fajrina, S., Lufri, L., & Ahda, Y. (2020). Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) as a learning approach to improve 21st century skills: A review. *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, 16(7). <https://doi.org/10.3991/ijoe.v16i07.14101>
- Fatimah, A. T., Isyanto, A. Y., & Toto. (2022). *Pengantar untuk Konversi Pendidikan STEM ke STEAM-H*. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia.
- Fatimah, A. T., Isyanto, A. Y., & Toto. (2023). Science, technology, engineering, agriculture, mathematics, and health in agribusiness curriculum. *International Journal of Evaluation and Research in Education (IJERE)*, 12(4), 2316-2326. <https://doi.org/10.11591/ijere.v12i4.25665>
- Fatimah, A. T., Isyanto, A. Y., Toto, & Andriana, B. B. (2023). Paving the way for integrated STEAM-H education in agricultural product processing vocational high school. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 13(2), 146-157. <https://doi.org/10.21831/jpv.v13i2.53861>
- Hallström, J., & Ankiewicz, P. (2023). Design as the basis for integrated STEM education: A philosophical framework. *Frontiers in Education*, 8. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1078313>
- Herro, D., Quigley, C., & Jacques, L. A. (2018). Examining technology integration in middle school STEAM units. *Technology, Pedagogy and Education*, 27(4). <https://doi.org/10.1080/1475939X.2018.1514322>
- Li, Y., & Lewis, W. J. (2019). Recognizing and promoting interdisciplinary collaboration, leadership, and impact: award for interdisciplinary excellence in mathematics education (IEME award). *International Journal of STEM Education*, 6(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-019-0162-7>
- Menteri Pendidikan Kebudayaan Riset dan Teknologi Republik Indonesia. (2024). Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2024. *Kementerian Pendidikan Kebudayaan Riset Dan Teknologi Republik Indonesia*, 1-72.
- Moore, T. J., Tank, K. M., Glancy, A. W., Siverling, E. A., & Mathis, C. A. (2014). Engineering to enhance STEM integration efforts. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.18260/1-2--20402>
- Phadnis, N. N. (2023). Role of Automation Engineering in Agriculture Field. *International Journal of Scientific Development and Research*, 8, 408. www.ijdsdr.org
- Rahim, B., Ambiyar, A., Waskito, W., Fortuna, A., Prasetya, F., Andriani, C., Andriani, W., Sulaimon, J., Abbasinia, S., Luthfi, A., & Salman, A. (2024). Effectiveness of Project-Based Learning in Metal Welding Technology Course with STEAM Approach in Vocational Education. *TEM Journal*, 13(2), 1481-1492. <https://doi.org/10.18421/TEM132-62>

- Ring-Whalen, E., Dare, E., Roehrig, G., Titu, P., & Crotty, E. (2018). From conception to curricula: The role of science, technology, engineering, and mathematics in integrated STEM units. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 6(4). <https://doi.org/10.18404/ijemst.440338>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. R. (2021a). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>
- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ring-Whalen, E., & Wieselmann, J. R. (2021b). Understanding coherence and integration in integrated STEM curriculum. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 1-21. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00259-8>
- Shafiul A., M., Agus S., D., & Nurhadi, D. (2020). Mengkombinasikan Project-Based Learning dengan STEM untuk Meningkatkan Hasil Belajar Teknikal dan Karakter Kerja Siswa SMK. *Februari*, 43(1).
- Suryaningsih, S., & Ainun Nisa, F. (2021). Kontribusi STEAM Project Based Learning dalam Mengukur Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pendidikan Indonesia*, 2(6). <https://doi.org/10.36418/japendi.v2i6.198>
- Swafford, M. (2018). STEM Education at the Nexus of the 3-Circle Model. *Journal of Agricultural Education*, 59(1). <https://doi.org/10.5032/jae.2018.01297>
- Toni, B. (2014). New Frontiers of Multidisciplinary Research in STEAM-H (Science, Technology, Engineering, Agriculture, Mathematics, and Health). In *Springer Proceedings in Mathematics and Statistics* (Vol. 90). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-07755-0>
- Widiyanti, Marsono, Eddy, D. L., & Yoto. (2020). Project-based learning based on stem (science, technology, engineering, and mathematics) to develop the skill of vocational high school students. *4th International Conference on Vocational Education and Training, ICOVET 2020*. <https://doi.org/10.1109/ICOVET50258.2020.9230088>