

## PENGEMBANGAN DESAIN PRAKTIKUM BERBASIS STEM PADA PEMBUATAN TEMPE DARI FERMENTASI BIJI NANGKA (*ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS*) UNTUK MENINGKATKAN LITERASI SISWA SMK

R. A. Amahoroe<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Balai Dikalat Keagamaan Ambon

[\\*Raamahoroe@gmail.com](mailto:Raamahoroe@gmail.com)

Received: 14 June 2021 / Accepted: 01 July 2021 / Published: 31 July 2021

### ABSTRAK

Siswa harus mampu mengembangkan kemampuan mengintegrasikan pemahaman sains, keterampilan matematika dan proses desain rekayasa sesuai dengan tuntutan abad 21. Pencapaian tersebut dapat diperoleh melalui desain praktikum yang inovatif dan produktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan desain praktikum berbasis STEM pada pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka. Penggunaan biji nangka sebagai bahan baku karena memiliki kandungan protein, karbohidrat, lemak yang setara dengan kedelai serta biji nangka merupakan bahan alam yang masih terbuang sebagai sampah. Metode penelitian yang digunakan adalah *Research and Development* (R&D). Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah: (1) Analisis kurikulum pada materi fermentasi, (2) Analisis buku (3) Optimasi prosedur percobaan (4) Penyusunan format desain praktikum (5) Validasi ahli. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan observasi dan optimasi hasil percobaan serta menggunakan lembar validasi untuk memvalidasi desain yang dibuat. Analisis data menggunakan rumus CVR untuk mengetahui validitas dan kelayakan desain praktikum. Hasil penelitian menunjukkan nilai CVR hasil perhitungan adalah 1, Hal ini berarti desain praktikum layak dan dapat digunakan oleh siswa SMK kelas X.

**Kata kunci:** Desain praktikum, Fermentasi, STEM.

### PENDAHULUAN

Masyarakat di Abad 21 dihadapkan dengan berkembangnya revolusi industri 4.0 yang mewajibkan siswa untuk menguasai keterampilan 4C, komunikasi (*communication*), kolaborasi (*Collaboration*), berpikir kritis dan memecahkan masalah (*critical thinking and problem solving*), serta kreativitas dan inovasi (*creativity and innovation*). Berbagai reformasi dan inovasi dilakukan sejumlah negara termasuk Indonesia untuk mewujudkan pendidikan dan pembelajaran yang berorientasi keterampilan Abad ke 21 untuk menjembatani kesenjangan antara kebutuhan dan ketersediaan keahlian yang diperlukan untuk pembangunan ekonomi di Abad ke-21. Oleh karena itu untuk menghadapi era revolusi industri 4.0, Indonesia harus menyiapkan sumber daya manusia dengan disiplin STEM baik secara kuantitas maupun dalam segi kualitasnya (Firman, 2015)

Kurikulum 2013 dibuat agar siswa mampu untuk menguasai keterampilan 4C sehingga siswa mampu dalam menghadapi permasalahan yang nyata dalam kehidupan bermasyarakat, berbangsa, bernegara dan peradaban dunia. Salah satu pola pikir yang digunakan sebagai dasar pengembangan kurikulum 2013 adalah pola pembelajaran ilmu pengetahuan tunggal (*monodiscipline*) menjadi pembelajaran ilmu pengetahuan jamak (*multidiscipline*), Hal ini berarti bahwa kurikulum 2013 memberikan ruang bagi pengembangan dan implementasi STEM, sebab STEM mengembangkan pendekatan yang mengintegrasikan sains, teknologi, engineering, dan matematika, secara multi- dan

trans-disiplin serta pengembangan pemikiran kritis, kreativitas, inovasi, dan kemampuan memecahkan masalah (Afriana dkk., 2016). Serta STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) sangat cocok untuk membantu siswa dalam menganalisis dan memecahkan permasalahan yang terjadi dalam kehidupan nyata (Ismail, 2016).

Pembelajaran sains berbasis STEM dapat diterapkan ke dalam pembelajaran yang menantang siswa untuk kritis, kreatif, inovatif untuk memecahkan masalah nyata yang melibatkan kelompok (tim) secara kolaboratif. Salah satu metode pembelajaran yang cocok yang memenuhi kriteria tersebut adalah metode praktikum dimana metode praktikum menjadi sarana siswa untuk mempraktekan langsung materi yang mereka pelajari dengan metode ilmiah sehingga materi tersebut akan mudah untuk dipahami.

Menurut Permanasari, individu yang memiliki literasi sains sangat erat hubungannya dengan *Science, Technology, Engineering, dan Mathematics* (Permanasari, 2016). Produk teknologi dihasilkan berdasarkan sains, yang umumnya selalu dijumpai oleh matematika yaitu kapasitas seorang individu untuk mengidentifikasi dan memahami peranan yang dimainkan matematika terhadap dunia, untuk mengokohkan penilaian, dan mengikat matematika dengan cara yang sesuai dengan kebutuhan individu saat ini dan untuk kehidupan pada masa yang akan datang sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, dan reflektif.

Pengintegrasian pendekatan STEM didalam metode praktikum diharapkan menjadi solusi dalam menciptakan siswa atau individu yang berliterasi sains. Pengalaman metode praktikum berbasis STEM diharapkan dapat mengembangkan pemahaman siswa terhadap konten kimia dan aplikasinya, kemampuan merekayasa untuk inovasi dan pemecahan masalah, serta *soft skills* (antara lain kreativitas, komunikasi, kerjasama, kepemimpinan). Sehingga siswa tersebut mampu untuk bertahan hidup dan bersaing di era ekonomi global revolusi 4.0.

Salah satu konsep dalam pelajaran kimia yang dapat mengaitkan bidang-bidang sains dengan bidang lainnya yaitu fermentasi. Konsep fermentasi dapat dikaji berbantu teknologi dengan studi literature. Selanjutnya *technology, engineering, dan mathematics* juga dapat membantu menghasilkan produk olahan dari hasil fermentasi dengan kualitas yang lebih baik, dimana proses fermentasi dalam penelitian ini akan menghasilkan tempe dari Fermentasi biji nangka. Seperti yang kita ketahui bahwa di Indonesia tanaman nangka dapat tumbuh hampir disetiap daerah, akan tetapi biji nangka masih terbuang sebagai sampah. Dalam biji nangka terdapat kandungan gizi diantaranya; protein, karbohidrat, lemak, dan lain-lain yang dapat menggantikan kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe (Praktikum pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka diharapkan menjadi edukasi kepada siswa-siswa sehingga mereka juga mampu mengedukasi masyarakat dalam lingkungan mereka tinggal untuk mengolah biji nangka menjadi makanan yang bergizi. Sehingga tempe dari fermentasi biji nangka bisa menjadi solusi kurangnya pasokan kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe, serta masyarakat tidak lagi menjadikan biji nangka menjadi sampah yang tidak berguna.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development (R&D)* dengan desain ADDIE (*Analysis, Desain, Development, Implementasi, Evaluasi*), dimana pada jurnal ini hanya membahas sampai pada tahap pengembangan desain saja. Tahap analisis terdiri dari: (1) Analisis kurikulum; (2) Analisis buku. Tahap Desain terdiri dari: (1) Penentuan hubungan aspek literasi, STEM, dan indikator pembelajaran fermentasi (2) Optimasi prosedur percobaan. Tahap Development terdiri dari (1) Penyusunan format desain praktikum (2) Validasi Ahli.

Hasil pengembangan desain kemudian di validasi oleh 3 ahli yang terdiri dari 4 dosen dan 1 guru. Data tanggapan validator diinterpretasikan dengan kriteria yang disajikan pada **Tabel 1**.

**Table 1. Kriteria Penilaian Validator**

Kriteria	Bobot
Ya	1
Tidak	0

Penghitungan skor pada masing-masing item menggunakan penghitungan nilai CVR [6].

## HASIL PENELITIAN

### a. Analisis kurikulum (KI dan KD)

Analisis kurikulum (KI dan KD) dilakukan agar pembelajaran berjalan sesuai dengan skema besar pencapaian Standar Kompetensi Lulus Kurikulum 2013. Kurikulum 2013 diterapkan untuk menyiapkan siswa agar memiliki kompetensi baik sikap spiritual, sikap sosial, pengetahuan dan keterampilan 4C (*Communication, Collaboration, Critical Thinking and Problem Solving, dan Creativity and Innovation*) yang dapat bersaing global di abad 21 ini. Berdasarkan kurikulum 2013 yang diterapkan di SMK materi fermentasi diajarkan pada siswa SMK kelas X, bidang keahlian: teknologi dan rekayasa, program keahlian: teknik kimia, paket keahlian: analisis pengujian laboratorium, dan pada mata pelajaran: dasar-dasar mikrobiologi.

Analisis KI 3 dengan kompetensi dasar 3.4, menerapkan jenis dan sifat serta kondisi optimum pertumbuhan mikroba untuk proses pembuatan makanan/ minuman/ bahan bakar/ pengolahan limbah, tingkat dimensi kognitif untuk materi fermentasi adalah C3. dengan jenis dimensi pengetahuan prosedural serta ketercapaian dimensi Ketercapaian Dimensi Kognitif dan Bentuk Pengetahuan KD Mata Pelajaran adalah LOT's. Sedangkan untuk KI-4 dengan kompetensi dasar 4.6 Melaksanakan pembuatan makanan minuman / bahan bakar / pengolahan limbah dengan memanfaatkan mikroba, bentuk taksonomi adalah konkret. Tingkat taksonomi adalah P4 (Manupulasi). Hal ini berarti bahwa pada materi fermentasi ini siswa dituntut untuk memiliki kemampuan penerapan (C3) yakni kemampuan untuk menggunakan prinsip, aturan, metode yang dipelajari pada situasi kongkrit (Firman, 2018). Siswa juga dituntut untuk memiliki pengetahuan tentang bagaimana melakukan teknik fermentasi untuk menghasilkan produk makanan/minuman fermentasi berdasarkan instruksi tertentu yang disampaikan oleh guru maupun hasil eksplorasi siswa.

### b. Analisis buku

Analisis buku teks mata pelajaran dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara kurikulum 2013 dengan isi buku teks. Ketidaksesuaian kurikulum dengan isi buku dapat menyebabkan ketidaktercapaian kompetensi yang diharapkan dapat dikuasai oleh siswa (Firman, 2018). Analisis buku ini dilakukan untuk mengetahui kesesuaian antara materi praktikum tentang fermentasi (ada tidaknya praktikum fermentasi) kurikulum 2013. Adapun hasil analisis buku disajikan pada **Tabel 2**.

**Table 2. Hasil Analisis Praktikum Fermentasi Pada Buku SMK**

No	Judul buku	Materi Fermentasi			
		Praktikum fermentasi		Praktikum tempe dari fermentasi biji nangka	
		Ada	Tidak ada	Ada	Tidak Ada
1	Mikrobiologi 1, Kelas X Paket keahlian: Analis	√			√
2	Dasar Proses Pengolahan Hasil Pertanian & Perikanan 1; SMK Pertanian: Paket Keahlian Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian	√			√
3	Biologi Pertanian: Jilid 1 SMK		√		√
4	Teknologi Pangan Jilid 2; Kelas 11 SMK		√		√

Tabel 2 menunjukkan terdapat dua buku teks yang tidak melampirkan praktikum tentang fermentasi dan tidak ada satu buku teks yang di dalamnya terdapat praktikum tentang tempe dari fermentasi biji nangka, padahal teori dan praktikum dalam pembelajaran sains tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Selain itu tuntutan kurikulum 2013 yang menuntut siswa untuk menjadi individu yang berliterasi sains, yang berarti bahwa siswa harus mampu untuk memahami sains dan aplikasinya bagi kebutuhan masyarakat. Dari berbagai hasil temuan, terutama untuk aspek konteks aplikasi sains banyak siswa di Indonesia tidak mampu mengaitkan pengetahuan sains yang dipelajarinya dengan fenomena-fenomena yang terjadi di dunia, karena mereka tidak memperoleh pengalaman untuk mengkaitkannya (Permanasari, 2016).

Oleh karena itu perlu adanya desain praktikum yang dapat meningkatkan kemampuan literasi sains, meningkatkan kemampuan siswa dalam memanfaatkan teknologi untuk menyelesaikan permasalahan-permasalahan nyata dalam kehidupannya. Maka berdasarkan hasil analisis buku di atas, maka peneliti mendesain praktikum berbasis STEM pada pembelajaran fermentasi melalui pembuatan tempe dari biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*) untuk meningkatkan literasi sains siswa SMK.

### c. Uji Coba dan Hasil Desain Praktikum Tempe dari Fermentasi Biji Nangka

Pada tahap penyusunan prosedur kerja dari desain praktikum tempe dari fermentasi biji nangka dilakukan uji coba terlebih dahulu, Uji coba dilakukan untuk melihat keajegan hasil praktikum hingga diperoleh prosedur praktikum yang optimal. Selain itu uji coba juga dilakukan untuk memperoleh prosedur praktikum yang tepat dan mudah untuk dilakukan oleh siswa ditingkat SMK. Variabel yang diuji coba pada optimasi yang pertama, yaitu: (1) Jumlah ragi dan (2) Suhu selama proses fermentasi. Tujuan dari optimasi ini adalah untuk memperoleh jumlah ragi yang tepat untuk memfermentasikan 100 gram biji nangka serta mengetahui pengaruh suhu terhadap hasil fermentasi. Prosedur praktikum yang digunakan adalah prosedur yang diperoleh dari hasil studi literatur kajian jurnal-jurnal fermentasi biji nangka. Berikut merupakan prosedur yang digunakan dalam proses optimasi tersebut: 100 gram biji nangka dicuci dengan air bersih yang mengalir untuk menghilangkan kotoran.

Kemudian, biji nangka direbus selama 15 menit dan direndam selama 24 jam. Setelah 24 jam, biji nangka dicuci kembali. Selanjutnya biji nangka dikupas kulitnya hingga bersih dan dicuci kembali. Biji nangka dikukus selama 45 menit sampai matang kemudian ditiriskan. Jika sudah dingin, biji

angka kemudian diberi ragi sebanyak 1 gram. Selanjutnya dibungkus menggunakan plastik yang telah dilubang. Kemudian di fermentasi 2x24 jam di dalam ruang gelap dengan suhu kamar dan inkubator yang diberikan lampu sehingga suhu dalam inkubator mencapai 56°C. Diulangi percobaan dengan variasi ragi 2 gram dan 3 gram. Hasil percobaan ditunjukkan pada **Tabel 3**.

**Table 3. Hasil Uji Coba Pengaruh Ragi dan Suhu Fermentasi**

Suhu Inkubator	Jumlah Ragi (Gram)	Pengamatan 48 jam		
		Kapang	Kekerang	Homogen
Ruangan gelap pada suhu 27 °C	1	+++	+++	+++
	2	++	++	++
	3	-	-	-
Inkubator pada suhu 56 °C	1	-	-	-
	2	-	-	-
	3	-	-	-

Keterangan:

+ = Terdapat kapang, homogen, dan memadat

- = Tidak ada kapang, tidak homogen, dan tidak memadat

Berdasarkan hasil uji coba pada Tabel 3, jumlah ragi yang optimal untuk memfermentasi 100 gram biji angka adalah 1 gram yang difermentasi pada tempat gelap dengan suhu kamar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1 Selain itu peneliti juga membuat beberapa kebaruan pada prosedur praktikum berdasarkan hasil optimasi diatas, yakni: (1) Setelah biji angka direndam selama 24 jam dan dicuci, biji angka direbus kembali selama 15 menit agar memudahkan dalam proses pengupasan kulit biji angka. (2) Waktu pengukusan dikurangi dari 45 menit menjadi 35 menit. (3) Sebelum diberi ragi biji angka dipotong kecil-kecil. (4) Pembungkusan dengan daun pisang diganti dengan *plastik zipper*.



**Gambar 1. Tempe Hasil Uji Coba Pada Suhu 27°C dan 56°C**

Berdasarkan hasil uji coba diperoleh prosedur praktikum, yakni: 100 gram biji angka dicuci dengan air bersih yang mengalir untuk menghilangkan kotoran. Kemudian, direbus selama 15 menit dan direndam selama 24 jam. Setelah perendaman 24 jam, biji angka dicuci kembali dan direbus selama 15 menit. Selanjutnya dikupas kulitnya hingga bersih dan dicuci kembali. Biji angka dikukus

selama 35 menit sampai matang kemudian ditiriskan. Jika sudah dingin, biji nangka dipotong kecil-kecil, kemudian diberi ragi sebanyak 1 gram. Selanjutnya dimasukkan ke dalam plastik zipper. Pastikan terisi dengan penuh dan dilubangi. Kemudian di fermentasi 2x24 jam di dalam ruang gelap yang tertutup rapat pada suhu kamar.

Selanjutnya dilakukan optimasi untuk memastikan keajegan prosedur praktikum hasil uji coba. Hasil optimasi yang kedua disajikan pada **Tabel 4**.

**Tabel 4. Morfologi Tempe Hasil Fermentasi 2x24 Jam**

Jumlah ragi (Gram)	Fermentasi 2x24 jam		
	Kapang	Morfologi Homogen	Kepadatan
1	+	+	+
1	+	+	+
1	+	+	+

Keterangan:

+ = Terdapat kapang, homogen, dan memadat

- = Tidak ada kapang, tidak homogen, dan tidak memadat

Berdasarkan data pada Tabel 4 di atas diperoleh kesimpulan bahwa jumlah ragi yang optimum untuk 100 gram biji nangka adalah 1 gram yang di fermentasi di ruang gelap yang tertutup rapat pada suhu ruang. Tempe dari fermentasi biji nangka yang diolah diperoleh melalui proses fermentasi selama 2x24 jam menghasilkan morfologi yang baik, yakni adanya kapang yang berwarna putih karena pertumbuhan miselia kapang yang merekatkan biji nangka sehingga terbentuk tekstur yang memadat dan homogen seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Degradasi komponen-komponen biji nangka pada fermentasi membuat tempe memiliki aroma khas.



**Gambar 2. Tempe dari Fermentasi Biji Nangka**

Berdasarkan hasil optimasi tersebut, maka diperoleh prosedur praktikum tempe dari fermentasi biji nangka, yakni sebagai berikut:

“100 gram biji nangka dicuci dengan air bersih yang mengalir untuk menghilangkan kotoran. Kemudian, direbus selama 15 menit dan direndam selama 24 jam. Setelah perendaman 24 jam, biji nangka dicuci kembali dan direbus selama 15 menit. Selanjutnya dikupas kulitnya hingga bersih dan dicuci kembali. Biji nangka dikukus selama 35 menit sampai matang kemudian ditiriskan. Jika sudah dingin, biji nangka dipotong kecil-kecil, kemudian diberi ragi sebanyak 1 gram. Selanjutnya

dimasukkan ke dalam plastik zipper. Pastikan terisi dengan penuh dan dilubangi Kemudian di fermentasi 2x24 jam di dalam ruang gelap yang tertutup rapat pada suhu kamar.”

#### d. LKS Pembelajaran Fermentasi dengan Menggunakan Praktikum Berbasis STEM dan Literasi Sains

Prosedur praktikum fermentasi tempe dari biji nangka yang diperoleh dari hasil optimasi kemudian disusun dalam bentuk LKS yang kemudian divalidasi oleh dosen pembimbing, 1 dosen ahli dan 2 guru SMK. Penyusunan prosedur praktikum ke dalam LKS didasarkan pada langkah-langkah inkuiri, yang meliputi tahap orientasi pada masalah, menjawab pertanyaan untuk membuat dugaan sementara, melakukan eksperimen untuk mengumpulkan data, analisis data dan terakhir membuat kesimpulan (Sanjaya, 2006; Trianto, 2007; Hamalik, 2009).

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan 2 LKS yang mengintegrasikan STEM didalam proses pengerjaannya, yaitu LKS 1 “Produk makanan dan minuman fermentasi dan LKS 2 “Bahan Baku Alternatif dalam Pembuatan Tempe dan Tempe dari Fermentasi Biji Nangka”. LKS 1 digunakan sebagai bahan ajar untuk mengajarkan konsep pada kompetensi dasar 3.6, yaitu produk makanan minuman fermentasi, jenis-jenis mikroba pada produk makanan minuman fermentasi serta faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba pada produk makanan minuman fermentasi. Sedangkan LKS digunakan sebagai bahan ajar untuk konsep pada kompetensi dasar 4.6, yaitu praktikum pembuatan produk makanan/minuman fermentasi.

LKS 1 diterapkan dalam pembelajaran fermentasi sebelum LKS praktikum berbasis STEM diterapkan untuk menjelaskan konsep produk makanan minuman fermentasi (**S, T & E**), jenis-jenis mikroba pada produk makanan minuman fermentasi (**S & T**), serta faktor-faktor yang mempengaruhi fermentasi (**S**). Pada LKS ini peneliti mengaitkan konsep produk makanan dan minuman fermentasi tersebut dengan kehidupan sehari-hari siswa, sehingga produk-produk makanan dan minuman fermentasi di tampilkan dalam LKS adalah produk-produk yang sudah sering siswa jumpai dan konsumsi dalam kehidupan sehari-hari. Hal ini sejalan dengan pendapat Afriana dkk., (2016) yang menyatakan bahwa, penerapan sains, teknologi dan *engineering* sangat banyak ditemukan dalam produk-produk teknologi. Bisa jadi sebaliknya, sains ditemukan dari munculnya produk-produk teknologi. Siswa dapat memaknai lebih dalam arti penting sains bagi perkembangan teknologi, dan sebaliknya.

Sistematika LKS 1 terdiri dari: (a) Judul; (b) Tujuan Pembelajaran; (c) Fenomena ilmiah; (d) Hasil pengamatan; (e) Soal diskusi. Fenomena yang ada dalam LKS ini ditunjukkan pada **Gambar 3**. Aspek STEM yang ada pada bagian c LKS 1 yakni fenomena ilmiah ini adalah aspek sains yaitu konsep fermentasi, dan aspek teknologi dan *engineering*, yakni produk makanan dan minuman fermentasi. Fenomena tentang produk makanan dan minuman hasil fermentasi yang dibuat dalam bentuk narasi seperti yang terlihat pada Gambar 3 diharapkan menimbulkan ketertarikan siswa dalam mempelajari materi fermentasi. Siswa diharapkan mampu membuat hubungan antara pengetahuan yang dimilikinya dengan penerapannya dalam kehidupan sehari-hari. Fenomena berupa fakta-fakta yang sering ditemui siswa di lingkungan tempat tinggalnya merupakan salah satu sumber belajar yang dapat digunakan oleh guru dalam rangka mengaktifkan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains siswa.

**C. Fenomena Ilmiah****"Produk Makanan dan Minuman Fermentasi"**

Kalian sudah pernah mendengar kata fermentasi? fermentasi berasal dari bahasa Latin, yaitu *fervere* yang berarti *merebus*. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), fermentasi adalah penguraian metabolik senyawa organik oleh mikroorganisme yang menghasilkan energi yang pada umumnya berlangsung dengan kondisi anaerobik dan dengan pembebasan gas. Anaerob artinya tidak membutuhkan oksigen. Dalam proses fermentasi umumnya melibatkan mikroorganisme, seperti jamur, bakteri dan ragi. Proses ini akan menghasilkan gas. Fermentasi erat kaitannya dengan makanan atau minuman. Berikut merupakan 10 gambar produk makanan dan minuman hasil fermentasi. Amatilah gambar-gambar di bawah ini. Apa nama produk fermentasi tersebut serta jenis mikroba apa yang berperan dalam produk tersebut?

**Gambar 3. Fenomena pada LKS 1**

Penggunaan fenomena dalam pembelajaran memberikan kesempatan kepada siswa untuk mampu menjelaskan dan mempelajari fenomena ilmiah dalam kehidupan sehari-hari untuk menemukan fakta, konsep dan prinsip melalui pengalamannya secara langsung (Nofiani, 2018). Jadi siswa bukan hanya belajar dengan membaca kemudian menghafal materi pelajarannya, tetapi juga mendapatkan kesempatan untuk berlatih mengembangkan keterampilan berpikir dan bersikap ilmiah sehingga siswa akan dapat meningkatkan pemahamannya pada materi yang dipelajari. Dalam pembelajaran fermentasi siswa diharapkan mampu untuk mengidentifikasi bahan baku dan mikroba yang digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman fermentasi berdasarkan dengan fenomena yang disajikan.

Tahap selanjutnya setelah orientasi siswa pada fenomena adalah mengorganisir siswa secara berkelompok untuk melakukan penyelidikan tentang bahan baku dan mikroba yang digunakan dalam pembuatan produk makanan dan minum fermentasi. Hasil penyelidikan siswa kemudian diorganisir dalam tabel hasil pengamatan seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Pada tahap ini selain ada aspek sains, yaitu bahan baku dan jenis-jenis mikroba untuk fermentasi produk makanan dan minuman fermentasi, siswa juga menggunakan teknologi, yakni penggunaan internet sebagai sumber belajar untuk menemukan jawaban untuk mengisi tabel ini. Dengan menggunakan teknologi berupa internet akan membantu dan mempermudah siswa menemukan sendiri bahan baku serta mikroba apa yang digunakan dalam membuat produk makanan dan minuman fermentasi.

**D. Hasil Pengamatan**

Tabel 5. Produk Makanan dan Minuman serta Jenis Mikroorganisme yang Berperan dalam Proses Produksinya

No	Gambar	Nama	Bahan Baku yang Digunakan	Jenis Mikroba
1				
2				
3				
4				

**Gambar 4. Contoh Tabel Hasil Pengamatan dan Penyelidikan Kelompok**

Setelah menemukan dan mengisi jawaban pada pertanyaan di atas, siswa diharapkan dapat mengkonstruksi sendiri pengetahuan mereka tentang bahan baku dan mikroba yang digunakan untuk membuat produk makanan dan minuman fermentasi. Selanjutnya, siswa diminta untuk menjawab pertanyaan diskusi kelompok, dimana jawaban siswa akan mengarahkan siswa untuk menyelidiki bagaimana cara membuat tempe dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi proses fermentasi tempe dari berbagai sumber yang relevan. Setelah menjawab pertanyaan ini tentunya siswa akan memiliki pengetahuan awal tentang cara membuat tempe.

LKS dua digunakan untuk menerapkan konsep praktikum pembuatan produk makanan/minuman fermentasi (S, T, E, M). Pada LKS ini siswa dibimbing untuk melakukan praktikum pembuatan tempe dari biji nangka berbasis STEM. Sistematika LKS 2, bahan baku Alternatif dalam pembuatan tempe terdiri dari: (a) Judul; (b) Tujuan Pembelajaran; (c) Fenomena ilmiah; (d) Analisis data.

Penggunaan fenomena berupa narasi tentang permasalahan bahan baku alternatif dalam pembuatan tempe pada LKS 2 dimaksudkan untuk menantang siswa untuk berpikir dalam memecahkan masalah melalui tahap-tahap metode ilmiah sehingga siswa dapat mempelajari

pengetahuan yang berhubungan dengan masalah tersebut dan sekaligus memiliki keterampilan untuk memecahkan masalah. Selain itu penyajian masalah dalam bentuk cerita dimaksudkan untuk membantu siswa menerjemahkan tugas, membangkitkan rasa ingin tahu (Cunningham & Lachapelle, 2016; Klassen 2009). Masalah yang dijadikan sebagai fokus pembelajaran dapat diselesaikan siswa melalui kerja kelompok sehingga dapat memberi pengalaman-pengalaman belajar yang beragam pada siswa seperti kerjasama dan interaksi dalam kelompok, disamping pengalaman belajar yang berhubungan dengan pemecahan masalah seperti membuat hipotesis, melakukan penyelidikan, mengumpulkan data, menginterpretasikan data, membuat laporan, membuat kesimpulan, dan mempresentasikan laporan kelompok.

Selanjutnya, siswa diminta untuk melakukan analisis data dengan menjawab pertanyaan apakah biji nangka dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan tempe. Pada tahap ini masing-masing anggota kelompok diminta untuk memberikan jawaban berupa perkiraan atau dugaan sementara berdasarkan data yang mereka peroleh pada fenomena ilmiah. Anggota kelompok diminta untuk mengemukakan alasan ilmiah yang mendukung dugaan mereka tentang apakah biji nangka dapat digunakan sebagai bahan baku alternatif dalam pembuatan tempe. Kemudian dibuatlah kesimpulan jawaban kelompok. Kesimpulan kelompok ini akan diuji dalam kegiatan eksperimen “Tempe dari Fermentasi Biji Nangka”. Hal tersebut akan membimbing siswa untuk dapat berkolaborasi dalam menentukan solusi, mengidentifikasi kendala dan melakukan eksperimen langsung dengan alat dan bahan yang tersedia.

Sistematika Kegiatan eksperimen “Tempe dari Fermentasi Biji Nangka”, terdiri dari: (a) Menentukan tujuan percobaan; (b) Prosedur pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka; (c) Alat dan bahan yang diperlukan; (d) Tabel hasil pengamatan; (e). Tugas; (f) Laporan; (g) Presentasi Kelompok. Setiap kelompok diminta untuk menentukan tujuan eksperimen yang mereka lakukan. Prosedur kerja disajikan dalam LKS agar siswa memperoleh pengetahuan dan memahami tujuan dari setiap langkah kerja yang mereka kerjakan sehingga kegiatan eksperimen ini menjadi lebih bermakna bagi siswa. Dari prosedur kerja yang ada pada LKS siswa diminta untuk menentukan alat dan bahan serta fungsinya. Hubungan aspek STEM, literasi sains dan indikator dalam pembelajaran fermentasi yang diharapkan dapat dimiliki siswa setelah menentukan alat dan bahan yang diperlukan dalam eksperimen disajikan pada **Tabel 6**.

**Tabel 6. Hubungan Aspek STEM, Literasi Sains dan Indikator Dalam Pembelajaran Fermentasi**

Aspek STEM	Literasi Sains	Indikator dalam Pembelajaran Fermentasi
Teknologi Dan Enjinerring	Mengembangkan solusi dalam mencapai tujuan	Menjelaskan tujuan perlakuan yang diberikan selama proses pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka Menjelaskan fungsi ragi dalam proses fermentasi tempe Menggunakan alat dan bahan yang tepat untuk membuat tempe dari hasil fermentasi Menggunakan alat dan bahan yang tepat untuk membuat tempe dari hasil fermentasi

Siswa kemudian melakukan eksperimen untuk membuktikan dugaan sementara atau perkiraan yang telah mereka buat. Data-data yang mereka kumpulkan dari Hasil eksperimen mereka kemudian di organisir dan diinterpretasikan ke dalam tabel-tabel hasil pengamatan. Berikut disajikan

Tabel 7, hubungan aspek STEM, literasi sains dan indikator dalam pembelajaran fermentansi yang diharapkan dapat dimiliki siswa setelah siswa mengorganisir dan meninterpretasikan hasil pengamatan mereka dalam bentuk **Tabel 7**.

**Tabel 7. Hubungan Aspek STEM, Literasi Sains dan Indikator Dalam Pembelajaran Fermentansi**

Aspek STEM	Literasi Sains	Indikator dalam Pembelajaran Fermentasi
Matematika	Menggunakan konsep, fakta, prosedur dan penalaran	Menghitung perbandingan biji nangka dan ragi yang tepat dalam pembuatan tempe  Mengambarkan grafik hubungan waktu fermentasi dengan produk tempe yang di hasilkan

Selanjutnya siswa diminta untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tugas dalam LKS. Pertanyaan ini akan mengarahkan siswa untuk membuat analisis data yang lebih terarah hingga dapat ditarik sebuah kesimpulan dari kegiatan yang dilakukan. Setelah melakukan semua tahapan yang ada didalam LKS siswa diminta untuk membuat laporan berdasarkan sistematika yang telah ditentukan dalam LKS.

#### e. Validasi Format LKS Praktikum Tempe dari Fermentasi Biji Nangka

Format desain praktikum tempe dari fermentasi biji nangka yang dibuat dalam bentuk LKS selanjutnya divalidasi oleh validator yang terdiri dari 4 orang dosen dan 2 guru. Hasil validasi disajikan pada **Tabel 8**. Tujuan validasi instrumen format desain praktikum dalam bentuk LKS adalah untuk mengetahui kevaliditan keseluruhan desain panduan praktikum yang dikembangkan. Instrumen yang valid berarti alat ukur yang digunakan untuk mendapatkan data itu valid.

**Tabel 8. Hasil Validasi LKS**

No	Indikator Penilaian	CVR	Kriteria
1	Komponen isi	1	Valid
2	Komponen penyajian	1	Valid
3	Komponen kegrafisan	1	Valid
4	Bahasa	1	Valid

Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur. Jadi instrumen yang valid menjadi syarat mutlak untuk menghasilkan hasil penelitian yang valid. Indikator yang dinilai validator adalah komponen isi, komponen penyajian, komponen kegrafisan dan bahasa. Berdasarkan hasil validasi pada Tabel 8, maka dari segi komponen isi, komponen penyajian, komponen kegrafisan serta bahasa LKS ini dinyatakan valid dan layak untuk diujicobakan dalam proses pembelajaran fermentasi di SMK.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh 5 ahli, Desain praktikum Desain Praktikum Berbasis STEM pada Pembuatan Tempe dari Fermentasi Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) untuk Meningkatkan Literasi Siswa SMK dinyatakan valid dan layak digunakan, dengan nilai CVR

untuk komponen isi, penyajian, grafis dan bahasa sebesar 1 yang berarti bahwa seluruh komponennya valid.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. (2016). Penerapan project-based learning terintegrasi STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa ditinjau dari gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202-212.
- Cunningham, C. M., & Lachapelle, C. P. (2014). Designing engineering experiences to engage all students. *Engineering in pre-college settings: Synthesizing research, policy, and practices*, 21(7), 117-142.
- Firman, H. (2018). Mewujudkan Pendidikan Kimia di Era Industri 4.0: Pembelajaran Berbasis Stem Sebagai Alternatif. *Disajikan dalam Seminar Nasional Pendidikan Kimia dalam Tantangan Revolusi Industri 4.0*
- Hamalik, Oemar. (2008). *Proses Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka
- Klassen, S. (2009). The construction and analysis of a science story: A proposed methodology. *Journal Science & Education*, 18(3) 401–423. <http://dx.doi.org/10.1007/s11191-008-9141-y>
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). Efektivitas virtual lab berbasis STEM dalam meningkatkan literasi sains siswa dengan perbedaan gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 190-201.
- Nofiana, M., & Julianto, T. (2018). Upaya Peningkatan Literasi Sains Siswa Melalui Pembelajaran Berbasis Keunggulan Lokal. *Biosfer: Jurnal Tadris Biologi*, 9(1), 24-35.
- Permanasari, A. (2016). STEM education: Inovasi dalam pembelajaran sains. In *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)* (Vol. 3, pp. 23-34).
- Sanjaya, Ades. (2011). *Model-model Pembelajaran*. Jakarta: Bumi Aksara
- Trianto, 2007. *Model-model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivisme*. Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher.