

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

R. A. Amahoroe^{1*}, M. Arifin², H. Solihin²

¹Pendidikan Kimia, Universitas Pattimura Ambon

²Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia

*raamahoroe@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan desain praktikum berbasis STEM fermentasi tempe dari biji nangka pada pembelajaran fermentasi. Metode penelitiannya adalah *R&D* dengan tipe ADDIE dan desain penelitian *One Group Pretest-Posttest*. Subjek penelitian terdiri dari 25 siswa Kelas X di Cisarua. Instrumen yang digunakan antara lain: LKS, lembar observasi keterlaksanaan RPP, tes peningkatan literasi sains. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik desain praktikum berbasis STEM antara lain: memecahkan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari, mengintegrasikan STEM dalam praktikum yang berbasis proyek, serta meningkatkan kemampuan 4C dan literasi sains siswa. Penerapan desain praktikum berbasis STEM pada pembelajaran fermentasi dapat terlaksana dengan sangat baik dengan keterlaksanaan pembelajaran pada Pertemuan I untuk guru dan siswa, sebesar 95% dan 92,58. Pertemuan II sebesar 93,89% dan 93,36% serta Pertemuan III sebesar 100% dan 92,26%. Selanjutnya hasil belajar siswa menunjukkan peningkatan literasi sains siswa setelah praktikum berbasis STEM diterapkan dengan rata-rata nilai *N-Gain* adalah sebesar 0,76. Sedangkan indikator literasi sains siswa mengalami peningkatan paling tinggi adalah aspek menafsirkan data dan bukti ilmiah dan yang paling rendah adalah menggunakan konsep, fakta, prosedur, dan penalaran. Hal ini berarti penggunaan LKS praktikum berbasis STEM dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa SMK.

Kata Kunci: *Desain praktikum, STEM, Literasi sains, Fermentasi.*

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 (*Critical thinking*) dan memecahkan masalah (*Problem solving*), serta kreativitas (*Creativity*) dan inovasi (*Innovation*) (Greenstein, 2012). Untuk itu, pendidikan sains berperan penting untuk menyiapkan siswa yang memiliki literasi sains. Siswa yang berliterasi sains adalah siswa yang mampu untuk berpikir kritis, kreatif, logis, dan berinisiatif dalam menanggapi isu di masyarakat yang diakibatkan dampak perkembangan sains dan teknologi atau dengan kata lain siswa yang berliterasi sains adalah siswa yang memiliki keterampilan 4C yang dibutuhkan di Abad 21 (Nofiani dkk., 2018; Windyariani, 2017; Ismail dkk., 2016).

Graber menggambarkan literasi sains sebagai hasil persinggungan antara "*what do people know*" (terdiri atas kompetensi sains dan kompetensi epistemologis), "*what do people value*" (terdiri atas kompetensi etika/moral), dan "*what can people do*" (terdiri dari kompetensi belajar, kompetensi sosial, kompetensi prosedural, dan kompetensi berkomunikasi). Artinya, orang yang berliterasi sains tidak hanya mumpuni dalam konten dan proses serta keterampilan sains, melainkan juga memiliki sikap dan etika/moral (Holbrook dkk., 2009). Komponen-komponen dalam model literasi sains Graber ini sesuai dengan kompetensi-kompetensi inti dalam Kurikulum 2013. Apabila kompetensi inti dalam Kurikulum 2013 dipetakan dalam model literasi sains Graber, maka KI 1 dan KI 2 masuk dalam komponen "*what people value*", KI 3 masuk dalam komponen "*what people know*", dan KI 4 masuk dalam komponen "*what people do*". Artinya, semua kompetensi inti kurikulum 2013 masuk dalam kategori literasi sains Graber.

Uraian di atas menunjukkan pentingnya literasi sains bagi siswa, sebagai tuntutan kurikulum 2013 sekaligus tuntutan di Abad 21. Akan tetapi, berdasarkan hasil salah satu studi internasional yang mengukur tingkat pencapaian kemampuan sains siswa yaitu *Trends in International Mathematics Science Study* (TIMSS) 2011, posisi Indonesia menempati peringkat ke-40 dari 42 negara dengan nilai rata-rata 406. Informasi penilaian TIMSS tersebut menunjukkan kemampuan sains siswa Indonesia mengalami penurunan prestasi. Kemampuan sains siswa Indonesia di TIMSS masih di bawah nilai rata-rata (500) dan secara umum berada pada tahapan terendah (*Low International Benchmark*) (Kemdikbud, 2013). Rendahnya mutu hasil belajar sains siswa tersebut menunjukkan bahwa proses pembelajaran sains di sekolah-sekolah Indonesia telah mengabaikan perolehan kepemilikan literasi sains siswa.

Pada survey *Programme for International Student Assessment (PISA)* tahun 2012, dari total 65 negara dan wilayah yang masuk survei PISA, Indonesia menduduki ranking ke-64. Hasil penelitian tentang profil literasi sains siswa di salah satu kota di Indonesia juga menunjukkan bahwa literasi sains siswa dalam aspek konten, konteks, maupun proses masih tergolong rendah (Nofiana, 2017). Selanjutnya, hasil penelitian Bagasta dkk., (2018), menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa berdasarkan indikator, yaitu identifikasi pendapat ilmiah sebesar, memahami elemen desain penelitian, memecahkan masalah sebesar, serta menarik kesimpulan masih sangat rendah. Oleh karena itu diperlukan proses pembelajaran yang dapat meningkatkan literasi sains siswa. Salah satu pembelajaran yang dapat meningkatkan literasi sains siswa adalah pembelajaran praktikum.

Pembelajaran praktikum dapat meningkatkan pencapaian literasi sains sebab pembelajaran praktikum tidak hanya sekedar menekankan pada hafalan pengetahuan saja, melainkan berorientasi pada proses dan ketercapaian sikap ilmiah. Selain itu pembelajaran dengan praktikum juga membantu siswa untuk berlatih memahami suatu fenomena ilmiah dengan melakukan sendiri observasi, eksperimen serta kegiatan empiris maupun analitis (Sudargo dkk., 2009). Cimer (2007) juga berpendapat bahwa praktikum membuat siswa mampu mengkonstruksi pengetahuan mereka sendiri. Oleh karena itu praktikum dapat meningkatkan kemampuan literasi sains siswa (Rakhmawan dkk., 2015; Jaka dkk., 2016). Hal ini juga sejalan dengan hasil penelitian Azizah dkk., (2015), yang menunjukkan bahwa pembelajaran praktikum dapat menumbuhkan kemampuan berpikir, bekerja dan bersikap ilmiah serta mengkomunikasikannya sebagai aspek penting kecakapan hidup. Pemberian pengalaman langsung dalam praktikum diharapkan dapat membantu siswa untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar. Sedangkan, keaktifan dalam mengikuti proses praktikum diperlukan agar pengetahuan yang diperoleh siswa dapat lebih bertahan lama.

Praktikum dilaksanakan dalam kerja kolaboratif sehingga siswa akan mampu berkolaborasi sekaligus akan terampil berkomunikasi. Selain itu kebermaknaan dalam praktikum juga dapat dicapai dengan cara mengaitkan konsep yang dipelajari siswa dengan kehidupan sehari-hari, hal ini dikarenakan keberhasilan pembelajaran dalam mewujudkan visinya ditunjukkan apabila siswa memahami apa yang dipelajari (Hofstein, 2013). Selain dengan metode praktikum, untuk membentuk individu yang memiliki literasi sains sangat erat hubungannya dengan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. 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. Oleh karena itu pengintegrasian *science, technology, engineering, dan mathematics* (STEM) dalam praktikum dapat meningkatkan literasi sains siswa (Permanasari, 2016).

Metode praktikum dengan pendekatan STEM dapat membentuk siswa yang mampu untuk memecahkan masalah dalam kehidupan nyata, membuat pembaruan (*innovation*), menemukan/merancang hal baru, memahami diri, melakukan pemikiran logis dan menguasai teknologi. STEM merupakan pendekatan pembelajaran yang menghubungkan empat bidang yaitu *science, technology, engineering, dan mathematics* (STEM) menjadi satu kesatuan yang holistik (Roberts, 2012). Tujuan STEM dalam dunia pendidikan sejalan dengan tuntutan pendidikan abad 21, yaitu agar siswa sains, serta mampu mengembangkan kompetensi yang telah dimilikinya untuk

diterapkan dalam menghadapi permasalahan dalam kehidupan sehari-hari yang terkait bidang ilmu STEM (Bybee, 2013).

Penggunaan pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat membantu siswa dalam menerapkan serta mempraktikkan STEM dalam kehidupan sehari-hari sehingga siswa dapat menjadi individu yang berliterasi sains. Praktikum dengan pendekatan STEM mengarahkan siswa untuk mengidentifikasi, mengintegrasikan, mengaplikasikan konsep STEM untuk memahami kemudian menyelesaikan permasalahan yang kompleks (Balka, 2011).

Hasil dari beberapa penelitian yang membuktikan bahwa pengintegrasian STEM dalam pembelajaran dapat menciptakan pembelajaran bermakna, dan membangun sikap positif siswa (Tseng, 2013); membangun keterampilan berpikir kritis siswa dalam memecahkan masalah serta membangun komunikasi dan hubungan kolaboratif antar siswa yang beragam (Capraro & Jones, 2013). Lebih lanjut penelitian Afriana, dkk. (2015), Khaeroningtyas (2016) menyimpulkan bahwa integrasi pendekatan STEM dalam pembelajaran dapat meningkatkan literasi sains. Hasil penelitian Firman (2018), juga menunjukkan bahwa pengintegrasian STEM dalam pembelajaran dapat menjadi salah satu alternatif pembelajaran untuk mewujudkan pendidikan kimia era industry 4.0.

Salah satu materi sains yang dapat disampaikan dengan praktikum dengan menggunakan pendekatan STEM adalah materi fermentasi. Fermentasi merupakan salah satu materi yang terdapat pada kurikulum SMK yang diajarkan pada mata pelajaran mikrobiologi yang dalam proses pembelajarannya dapat mengintegrasikan STEM dalam proses pembelajarannya. Adanya integrasi sains dan matematika yang diikuti dengan berkembangnya teknologi dan rekayasa dalam bidang industri dapat menghasilkan banyak produk makanan dan minuman fermentasi untuk menunjang kualitas hidup masyarakat. Siswa mengenal dan mengonsumsi berbagai produk pangan hasil fermentasi, namun umumnya siswa tidak mengetahui bahwa sebetulnya produk pangan yang mereka konsumsi merupakan hasil dari proses fermentasi.

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 masyarakat belum tahu bagaimana cara mengolah dan memanfaatkan biji nangka secara maksimal untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Masyarakat pada umumnya belum tahu kandungan gizi dari biji nangka yang sering mereka buang sehingga menjadi sampah. Dalam biji nangka terdapat kandungan gizi diantaranya; protein, karbohidrat, lemak, dan lain-lain yang dapat menggantikan kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe (Hayati, 2009). Praktikum pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka dapat menjadi edukasi kepada siswa-siswa sehingga mereka juga mampu mengedukasi masyarakat dalam lingkungan mereka tinggal untuk mengolah biji nangka menjadi makanan yang bergizi. 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.

Berdasarkan latar belakang yang telah peneliti sampaikan diatas, maka peneliti mencoba untuk mendesain praktikum pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka dengan pendekatan STEM yang dituangkan didalam komponen perangkat pembelajaran berupa lembar kegiatan siswa (LKS). Kemudian diterapkan dalam pembelajaran untuk meningkatkan literasi sains siswa. Desain praktikum dengan pendekatan STEM menginkorporasi konten sains, teknologi, rekayasa dan matematika dalam proses fermentasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Research and Development (R&D) dengan desain ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*). Tahap (1) Analisis, dilakukan pada dengan menganalisis permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari, yakni mahalnya harga kedelai yang merupakan bahan baku pembuatan tempe. Sehingga diperlukan bahan baku alternatif untuk menggantikan kedelai yang memiliki kandungan gizi, protein, karbohidrat, dan lemak yang setarah dengan kedelai, yaitu biji nangka. Selanjutnya menganalisis aspek kimia dalam pembuatan tempe dari biji nangka yang dipelajari siswa dalam pembelajaran di sekolah, kemudian

menganalisis kompetensi inti dan kompetensi dasar Kelas X SMK untuk pembelajaran fermentasi berdasarkan revisi Kurikulum 2013. Peneliti juga melakukan studi literatur praktikum yang sudah ada pada buku-buku SMK dan jurnal-jurnal tentang tempe dari fermentasi biji nangka. Tahap (2), yaitu desain. Pada tahap ini peneliti mendesain praktikum pembuatan tempe dari fermentasi Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) untuk meningkatkan literasi sains siswa. Selanjutnya peneliti mengoptimasi prosedur praktikum pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka untuk memperoleh prosedur terbaik. Tahap (3) Pengembangan, dalam penelitian ini meliputi, penyusunan instrumen desain praktikum berbasis STEM untuk meningkatkan literasi sains siswa berupa prosedur percobaan, LKS, RPP, dan lembar observasi keterlaksanaan pembelajaran fermentasi, penyusunan instrumen pengukuran literasi sains, yaitu soal pretest dan posttest. Kemudian validasi instrument oleh para ahli. Tahap (4) Implementasi, melibatkan 25 orang siswa SMK. Desain penelitian untuk tahap ini menggunakan *quasi-eksperimen* dengan tipe *one group-pretest-postest*.

Teknik analisis data untuk validasi instrument dilakukan dengan menggunakan perhitungan nilai CVR (*Content Validity Ratio*) dengan kriteria penilaian "ya" untuk bobot 1 dan "tidak" hingga 0 (Lawshe, 1975). Analisis peningkatan kemampuan literasi sains dengan menggunakan *N-Gain* dengan menggunakan rumus Hake (Meltzer, 2002; Archambault, 2008)

HASIL PENELITIAN

A. Analisis hubungan kurikulum pada materi fermentasi dan aspek STEM

Analisis kurikulum pada materi fermentasi dilakukan untuk menetapkan dan mendefinisikan syarat-syarat penyusunan desain praktikum fermentasi dari biji nangka berbasis STEM. Setelah dianalisis, kemudian dibuat matrik hubungan materi fermentasi dengan aspek STEM, aspek literasi dan indikator dalam pembelajaran fermentasi yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan KD, IPK dan Konsep Fermentasi dan Aspek STEM.

Kompetensi Dasar	IPK	Konsep Fermentasi dan Aspek STEM
3.6 Menerapkan jenis dan sifat serta kondisi optimum pertumbuhan mikroba untuk proses pembuatan makanan/ minuman/ bahan bakar/ pengolahan limbah.	3.6.1. Menjelaskan jenis bahan baku atau media untuk pembuatan produk makanan/ minuman/ bahan industri	1. Produk makanan minuman fermentasi (S, T & E)
	3.6.2. Menjelaskan jenis mikroba yang digunakan untuk proses fermentasi dalam pembuatan produk makanan/minuman/ atau bahan industri	2. Jenis-jenis mikroba pada produk makanan minuman fermentasi (S & T)
	3.6.3. Menjelaskan kondisi optimum proses fermentasi	3. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba pada proses fermentasi (S)
4.6 Melaksanakan pembuatan makanan minuman/ bahan bakar/ pengolahan limbah dengan memanfaatkan mikroba.	4.6.1. Melaksanakan pembuatan produk makanan minuman dengan pengendalian proses fermentasi	4. Praktikum pembuatan produk makanan / minuman fermentasi (S, T, E, M)
	4.6.2. Melakukan pengecekan kualitas produk	

Berdasarkan analisis kurikulum pada Tabel 1, peneliti kemudian membuat analisis hubungan aspek STEM, aspek literasi dan indikator dalam pembelajaran fermentasi yang kemudian divalidasi oleh ahli. Analisis hubungan hubungan aspek STEM, aspek literasi dan indikator dalam pembelajaran fermentasi disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Matrik Hubungan Aspek STEM, Aspek Literasi Dan Indikator Dalam Pembelajaran Fermentasi

Aspek	Literasi Sains	Indikator dalam Pembelajaran Fermentasi
STEM		
Sains	Menjelaskan fenomena ilmiah	Mengidentifikasi bahan baku yang digunakan dalam pembuatan makanan dan minuman fermentasi Menentukan mikroba yang tepat dalam pembuatan makanan dan minuman fermentasi Menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi Menjelaskan pengaruh suhu terhadap fermentasi Mengidentifikasi bahan baku alternatif yang dapat digunakan dalam pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka Menentukan mikroba yang tepat dalam pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka Membuat reaksi fermentasi tempe dari fermentasi tempe
Teknologi dan Rekayasa	Menafsirkan data dan bukti ilmiah Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah Mengembangkan solusi dalam mencapai tujuan	Mengemukakan argument yang didasarkan pada bukti adanya benang-benang putih pada permukaan tempe Menjelaskan cara membuat tempe dari hasil berbagai sumber yang relevan 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
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

Berdasarkan hasil validasi hubungan materi fermentasi dengan aspek STEM, aspek literasi dan indikator dalam pembelajaran fermentasi dinyatakan valid dengan nilai CVR 1. Hal ini berarti aspek STEM, literasi dan indikatornya layak dan dapat diterapkan di dalam pembelajaran fermentasi.

B. Hasil validasi LKS pembelajaran fermentasi dengan menggunakan praktikum berbasis STEM untuk meningkatkan literasi sains

Prosedur praktikum fermentasi tempe dari biji nangka yang diperoleh dari hasil optimasi kemudian disusun dalam format LKS. Selanjutnya divalidasi oleh validator yang terdiri dari 4 orang dosen dan 2 guru. Hasil validasi disajikan pada Tabel 3. 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 3. Hasil Validasi LKS

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

Tabel 3, menunjukkan bahwa dari segi komponen isi, kegiatan dalam LKS telah valid mengintegrasikan sains, teknologi, rekayasa dan matematika untuk meningkatkan literasi sains siswa. Fenomena-fenomena ilmiah dan produk-produk yang disajikan sesuai dengan konsep fermentasi, yang mengarahkan siswa untuk menemukan konsep fermentasi yang sedang dipelajari. Setiap kegiatan yang disajikan pada prosedur pembuatan tempe dari biji nangka dapat meningkatkan kemampuan STEM dan literasi siswa, khususnya pada aspek teknologi dan rekayasa. Penggunaan alat dan bahan dapat meningkatkan kemampuan teknologi dan rekayasa siswa. Pertanyaan pada tugas mengarahkan siswa untuk memahami materi yang sedang dipelajari. Interpretasi data-data hasil praktikum dapat meningkatkan kemampuan matematika siswa. Dari komponen penyajian, tujuan pembelajaran telah dijelaskan pada setiap kegiatan, serta sesuai dengan kompetensi dasar dan indikator pembelajaran. Urutan kegiatan disajikan secara sistematis serta menyediakan ruang yang cukup untuk siswa menulis jawaban. Gambar-gambar yang digunakan juga telah sesuai dengan fenomena ilmiah (permasalahan) yang disajikan. LKS yang disajikan juga menarik dan meningkatkan minat baca siswa. Penggunaan LKS dengan pendekatan STEM efektif dalam melatih keterampilan berpikir kreatif siswa (Aldila dkk., 2017). Dari komponen kegrafisan, tulisan, tabel dan gambar memiliki ukuran yang proposional, warna yang tajam, serta keterangan tabel yang jelas. Dari komponen bahasa, bahasa yang digunakan baku, menarik, dan mudah untuk dipahami, serta tidak menimbulkan makna ganda.

C. Keterlaksanaan praktikum berbasis STEM pada pembelajaran fermentasi melalui pembuatan tempe dari biji nangka

Keterlaksanaan pembelajaran diamati oleh 3 *observer* selama kegiatan pembelajaran berlangsung. Pengamatan dilakukan untuk melihat kesesuaian antara tahapan pembelajaran yang terdapat dalam RPP dengan fakta yang terjadi selama pelaksanaan proses pembelajaran. Setelah pembelajaran selesai, dilaksanakan *posttest* untuk mengetahui peningkatan literasi siswa setelah praktikum berbasis STEM diterapkan. Perhitungan rata-rata keterlaksanaan masing-masing langkah pembelajaran praktikum berbasis STEM dalam pembelajaran fermentasi melalui pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka pada kegiatan siswa dilihat pada Tabel 4. Setelah pembelajaran selesai, dilaksanakan *posttest* untuk mengetahui peningkatan literasi siswa setelah praktikum berbasis STEM diterapkan

Tabel 4. Rata-rata keterlaksanaan masing-masing langkah pembelajar pada Pertemuan I

Langkah-langkah PBL	Aspek STEM	% Keterlaksanaan
Fase 1: Orientasi pada masalah	Teknologi dan	100
Fase 2: Pengorganisasian siswa	<i>Engineering</i>	100
Fase 3: Penyelidikan individu dan kelompok	Sains dan	100
Fase 4: Mengembangkan dan menyajikan laporan	Teknologi	72,5
Fase 5: Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah		83

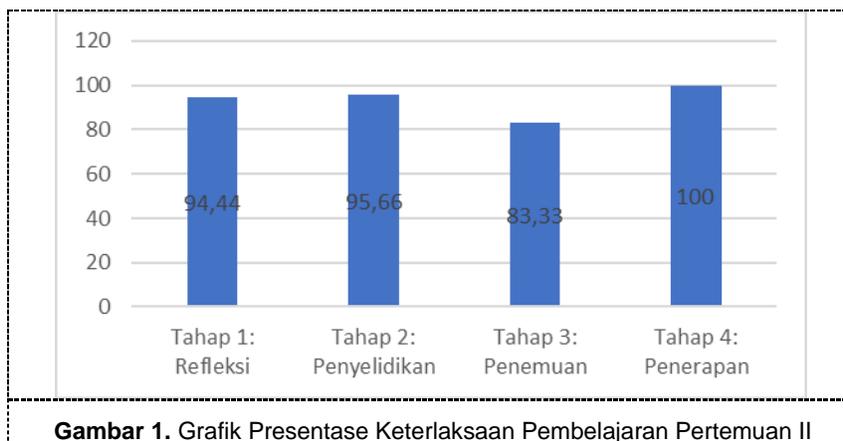
Data pada Tabel 4, menunjukkan bahwa fase yang paling tinggi dalam pembelajaran adalah Fase 1, 2 dan 3 dengan presentasi keterlaksanaan 100% yang berarti keterlaksanaan pembelajaran pada ketiga fase sangat baik. Hal ini menunjukkan bahwa siswa mampu untuk membuat pertanyaan yang berkaitan dengan produk-produk makanan dan minuman fermentasi. Selain itu

siswa membentuk kelompok dengan tertib kemudian berdiskusi untuk menentukan nama, bahan utama, jenis mikroorganisme yang digunakan untuk membuat produk makanan dan minuman tersebut serta menjawab pertanyaan soal diskusi dengan sangat baik. Hal ini berarti siswa mampu untuk berkolaborasi dengan sangat baik dalam menjawab pertanyaan-pertanyaan yang ada di dalam LKS.

Sedangkan fase yang paling rendah, yaitu Fase 4 mengembangkan dan menyajikan laporan sebesar 72,5%. Hal ini dikarenakan pada tahap tabulasi data hasil diskusi kelompok, siswa keliru dalam menulis nama mikroba yang sesuai dengan aturan penulisan *Binominal Nomenclature*. Selain itu rendahnya Fase 4 ini juga menunjukkan bahwa siswa belum dapat mengkomunikasikan data hasil diskusi kelompok dengan baik. Oleh karena pada tahap ini perlu bimbingan dan penjelasan guru untuk tata cara penulisan *Binominal Nomenclature* yang baik dan benar, sehingga siswa mampu untuk mengkomunikasikan hasil diskusi kelompok mereka dengan sangat baik.

Pada pertemuan ini aspek STEM yang diterapkan adalah aspek sains dan teknologi. Aspek teknologi (100%) pada pertemuan pertama lebih tinggi daripada aspek sains (71,43). Hal ini berarti dalam pembelajaran siswa dapat memanfaatkan teknologi dengan tepat untuk menunjang kualitas pembelajaran. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian Sumintono (2010), yang menyatakan bahwa dengan teknologi internet siswa dapat memperoleh informasi-informasi yang menambah pengetahuan mereka. Sedangkan rendahnya aspek sains dalam pembelajaran Pertemuan I ini karena kurangnya konsep sains siswa tentang penulisan nama *Binominal Nomenclature* untuk mikroba. Adanya teknologi dalam bidang industri banyak produk dan makanan dihasilkan sehingga dapat menunjang kualitas hidup masyarakat. Aspek sains dan teknologi dalam kehidupan sehari-hari tidak dapat dipisahkan satu sama lain. Aspek sains melandasi perkembangan teknologi, sedangkan teknologi menunjang perkembangan sains, sains terutama digunakan untuk aktivitas discovery dalam upaya memperoleh penjelasan tentang objek dan fenomena alam, namun juga untuk aktivitas penemuan, misalnya dalam penemuan rumus-rumus. Teknologi merupakan aplikasi sains yang terutama untuk kegiatan *invention*, berupa alat-alat atau barang-barang untuk memenuhi kebutuhan masyarakat (Reynolds dkk., 2013).

Pada pertemuan II, dilaksanakan praktikum pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka. Pelaksanaan praktikum pada pertemuan ini menggunakan model pembelajaran *Project Based Learning* (PjBL). Keterlaksanaan praktikum pada pertemuan II adalah 93,89% dari kegiatan guru dan 93,36% dari kegiatan siswa. Artinya seluruh kegiatan praktikum tempe dari fermentasi biji nangka dalam pembelajaran fermentasi Pertemuan II terlaksanakan dengan sangat baik. Hal ini berarti perencanaan pembelajaran berjalan sesuai rencana (RPP). Perhitungan rata-rata keterlaksanaan pertemuan II disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Presentase Keterlaksanaan Pembelajaran Pertemuan II

Data di atas menunjukkan bahwa kegiatan yang memiliki presentasi keterlaksanaan paling rendah adalah penemuan, yakni 83,33. Hal ini dikarenakan timbangan yang digunakan untuk

menimbang ragi hanya 1, sehingga diperlukan waktu yang lebih lama untuk menimbang ragi dan melebihi alokasi waktu yang ditentukan. Sedangkan kegiatan yang memiliki presentasi keterlaksanaan tertinggi adalah *application* yakni 100%. Hal ini berarti kelompok mampu untuk melaksanakan proyek pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka dengan sangat baik. Pertemuan ini menggunakan model PjBL karena proses fermentasi membutuhkan waktu 2x24 jam sehingga digunakan model PjBL dengan produk berupa Tempe dari biji nangka. Selain itu hasil penelitian Chanlin (2008), Hulobova (2008), Akgun (2013) yang menunjukkan bahwa penggunaan model pembelajaran PjBL diharapkan menyelesaikan masalah yang diberikan dan lebih menekankan pada produk yang dihasilkan. Produk yang dihasilkan dari penggunaan PjBL dalam pembelajaran sains dapat menjadi kontribusi siswa terhadap peningkatan kualitas kehidupan. Penyelesaian masalah dalam kehidupan dan pembuatan produknya dapat dikerjakan secara individu maupun kelompok. Pengerjaan secara berkelompok dapat mendorong mahasiswa untuk bekerja sama namun tetap bertanggung jawab atas pekerjaannya secara mandiri. Selain itu, secara berkelompok siswa dapat melakukan pengolahan pembelajaran secara mandiri yang cocok dengan keadaan kelompok masing-masing.

Pada pertemuan III siswa mempresentasikan proyek mereka. Tahap PjBL pada pertemuan ini adalah komunikasi. Semua kelompok membawahkan produk tempe mereka beserta laporan dan video pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka, kemudian dipresentasikan di depan kelas. Keterampilan berkomunikasi siswa dilatih saat mereka mempresentasikan laporan proyek mereka, serta pada saat guru dan kelompok lain bertanya terkait produk yang dibuat mereka. Selain itu kemampuan mereka dalam menulis laporan juga dapat terlihat pada saat mereka membuat tabel dan grafik. Keterlaksanaan praktikum berbasis STEM dalam pembelajaran fermentasi melalui pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka adalah 100% dari kegiatan guru dan 92,06% dari kegiatan siswa. Artinya presentasi produk tempe dari fermentasi biji nangka dalam kriteria seluruh kegiatan terlaksana dengan sangat baik. Hal ini berarti perencanaan pembelajaran berjalan sesuai rencana (RPP). Berikut disajikan hasil penilaian kerja kelompok pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Penilaian Kerja Kelompok Pembuatan Tempe dari Fermentasi Biji Nangka

No	Aktifitas Yang Dinilai	% Keterlaksanaan
1	Membuat perkiraan	87
2	Membuat kesimpulan	87
3	Memilih alat yang tepat untuk mencapai tujuan dan menuliskan kegunaannya	100
4	Menimbang ragi	100
5	Keterampilan membuat video pembuatan proyek	100
6	Pengumpulan data	87
7	Menginterpretasikan data dalam bentuk tabel	87
8	Menjawab Pertanyaan Tugas	87
9	Mensintesis data menjadi sebuah kesimpulan	73
10	Pembagian tugas dalam kelompok	100

Data pada Tabel 5, menunjukkan bahwa aktivitas kelompok yang paling tinggi ada pada aktivitas siswa dalam memilih alat yang tepat untuk mencapai tujuan, menimbang ragi, serta membuat video pembuatan proyek. Hal ini berarti kelompok mampu untuk memilih alat untuk percobaan dengan tepat. Adanya prosedur percobaan dalam LKS juga membantu siswa dalam dapat menentukan dengan tepat alat yang mereka perlukan untuk melaksanakan proyek mereka. Selain itu siswa juga mampu menimbang ragi dengan tepat, hal ini menunjukkan bahwa mereka sudah sering dilatih dalam menimbang suatu bahan, sehingga mereka mampu untuk menimbang ragi dengan tepat dan konsisten. Selanjutnya dengan berbantu teknologi siswa mampu untuk mendokumentasikan proyek mereka dalam video dengan kualitas yang baik.

E. Peningkatan Literasi Sains

Peneliti melakukan analisis terhadap hasil pretest dan posttest 25 siswa, untuk mengetahui peningkatan literasi sains siswa setelah praktikum fermentasi tempe dari biji nangka di terapkan. Data pretest dan posttest siswa kemudian di uji normalitasnya. Hasil uji normalitas untuk data pretest dan posttest disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji normalitas untuk data Pretest dan Posttest

Data	Pretest	Posttest
	Uji Normalitas	Uji Normalitas
N	25	25
A	0,05	0,05
Sig.	.069	.217
Keputusan	H ₀ diterima	H ₀ diterima
Kesimpulan	Data berdistribusi Normal	

Data uji normalitas pada Tabel 6, menunjukkan bahwa semua data berdistribusi normal dan homogen.

Selanjutnya dilakukan perhitungan uji *N-Gain* untuk mengetahui peningkatan literasi sains siswa (Meltzer, 2002; Archambault, 2008). Hasil perhitungan uji *N-Gain*, menunjukkan bahwa rata-rata *N-Gain score* adalah sebesar 0,76 termasuk dalam katagori efektif. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan desain praktikum tempe dari fermentasi biji nangka pada pembelajaran fermentasi efektif untuk meningkatkan literasi sains siswa SMK dengan skor *N-Gain* minimal 0,58 dan *N-Gain* maksimal 0,93. Selanjutnya peneliti menganalisis data *pretest* dan *posttest* dari setiap indikator literasi sains. Hasil analisis rata-rata pretest, posttest, *N-Gain* data dari masing-masing indikator literasi sains disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rata-rata pretest, posttest, *N-Gain* data dari masing-masing indikator literasi sains

No	Literasi Sains	Pretest	Posttest	<i>N-Gain</i>
1	Menjelaskan fenomena ilmiah	21	81	0,76
2	Menafsirkan data dan bukti ilmiah	8	92	0,91
3	Mengevaluasi dan merancang penelitian ilmiah	24	84	0,79
4	Mengembangkan solusi dalam mencapai tujuan	20	83	0,79
5	Menggunakan konsep, fakta, prosedur, dan penalaran	18	76	0,71

Data pada Tabel 7, menunjukkan bahwa indikator literasi sains yang mengalami peningkatan paling tinggi adalah menafsirkan data dan bukti ilmiah. Hal ini berarti setelah praktikum berbasis STEM diterapkan dalam pembelajaran fermentasi, siswa mampu meningkatkan kemampuan mereka dalam menafsirkan data dan bukti ilmiah. Hal ini sejalan dengan pendapat Rustaman (2011) yang menyatakan bahwa, dengan melakukan praktikum siswa akan menjadi lebih yakin atas satu hal dari pada hanya menerima dari guru dan buku, serta dapat memperkaya pengalaman siswa dalam menafsirkan data dan bukti ilmiah, serta mengembangkan sikap ilmiah, dan hasil belajar akan bertahan lebih lama dalam ingatan siswa. Sedangkan indikator literasi sains yang paling rendah adalah menggunakan konsep, fakta, prosedur, dan penalaran. Sebagian siswa belum dapat menjawab pertanyaan terkait penentuan grafik yang menggambarkan konsep fermentasi. Hal ini berarti kemampuan siswa menggunakan model, diagram dan simbol-simbol untuk merepresentasikan suatu konsep serta kemampuan mengubah suatu bentuk representasi ke bentuk lainnya masih rendah. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Legi (2008) dan Suryowati

(2015), yang menyatakan bahwa siswa dengan kemampuan rendah akan sulit untuk menciptakan dan menggunakan representasi gambar maupun simbolik. Dua penelitian tersebut (Legi, 2008; Suryowati, 2015) kemudian menyarankan penggunaan pendekatan pembelajaran dengan mengajukan masalah yang sesuai dengan pengalaman dan tingkat pengetahuan siswa untuk mengembangkan kemampuan representasi matematis. Selain itu diperlukan banyak latihan soal terkait penggunaan diagram atau simbol-simbol untuk mempresentasikan suatu konsep guna meningkatkan kemampuan literasi matematika siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka, diperoleh simpulan tentang desain praktikum pembuatan tempe dari fermentasi biji nangka antara lain sebagai berikut:

1. Karakteristik desain praktikum berbasis STEM antara lain: (a) Memecahkan permasalahan yang ada dalam kehidupan sehari-hari. (b) Mengintegrasikan STEM di dalam kegiatan praktikum. (c) Praktikum berbasis proyek. (d) Meningkatkan kemampuan 4C siswa, yakni meningkatkan kemampuan siswa dalam berkolaborasi dalam memecahkan masalah, meningkatkan kemampuan siswa dalam mengkomunikasikan data yang mereka peroleh dari percobaan dalam bentuk tabel dan grafik, meningkatkan kemampuan siswa dalam berfikir kritis dan kreatif dalam memecahkan permasalahan. (e) Selain itu desain praktikum juga memperkaya kegiatan praktikum pada pembelajaran yang diberikan kepada siswa SMK Kelas X yang bertujuan untuk meningkatkan literasi sains siswa.
2. Keseluruhan pembelajaran fermentasi dengan praktikum berbasis STEM dapat terlaksanakan dengan sangat baik. Hasil analisis data dan pretest siswa setelah pembelajaran terlaksanakan menunjukkan bahwa indikator literasi sains siswa yang mengalami peningkatan yang paling tinggi adalah menafsirkan data dan bukti ilmiah, yakni nilai *N-Gain* sebesar 0,91. Hal ini berarti setelah praktikum berbasis STEM diterapkan dalam pembelajaran fermentasi, siswa mampu meningkatkan kemampuan mereka dalam menafsirkan data dan bukti ilmiah. Sedangkan indikator literasi sains yang paling rendah adalah menggunakan konsep, fakta, prosedur, dan penalaran, yakni nilai *N-Gain* sebesar 0,71. Sebagian siswa belum dapat menjawab pertanyaan terkait penentuan grafik yang menggambarkan konsep fermentasi. Hal ini berarti kemampuan siswa menggunakan model, diagram dan simbol-simbol untuk merepresentasikan suatu konsep serta kemampuan mengubah suatu bentuk representasi ke bentuk lainnya masih rendah.

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.
- Akgun, O. E. (2013). Technology in STEM project-based learning. In *STEM Project-Based Learning* (pp. 65-75). Brill Sense.
- Aldila, C., Abdurrahman, A., & Sesunan, F. (2017). Pengembangan LKPD Berbasis STEM untuk Menumbuhkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(4).
- Archambault, J., Burch, T., Crofton, M., & McClure, A. (2008). The effect of developing kinematics concepts graphically prior to introducing algebraic problem solving techniques. Action Research required for the Master of Natural Science degree with concentration in physics.
- Bagasta, A. R., Rahmawati, D., Wahyuni, I. P., & Prayitno, B. A. (2018). Profil Kemampuan Literasi Sains Peserta Didik di Salah Satu SMA Negeri Kota Sragen. *PEDAGOGIA: Jurnal Pendidikan*, 7(2), 121-129.
- Balka, D. (2011). Standards of mathematical practice and STEM. *Math-science connector newsletter*, 6-8.

- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Capraro, M. M., & Jones, M. (2013). Interdisciplinary STEM project-based learning. In *STEM project-based learning*. Brill Sense.
- ChanLin, L. J. (2008). Technology integration applied to project-based learning in science. *Innovations in education and teaching international*, 45(1), 55-65.
- Firman, H. (2018). Penerapan Pembelajaran Berbasis STEM Untuk Materi Penanggulangan Limbah Polimer. *Disajikan dalam Seminar Nasional Peran Penelitian dan Pendidikan Kimia dalam Penanggulangan Limbah Polimer*
- 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*
- Greenstein, L. M. (2012). *Assessing 21st century skills: A guide to evaluating mastery and authentic learning*. Corwin Press.
- Hayati, S. (2009). Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kualitas Tempe Dari Biji Nangka (*Artocarpus Heterophyllus*) dan Penentuan Kadar Zat Gizinya.
- Hofstein, A., Shore, R., & Kipnis, M. (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: A case study. *International Journal of Science Education*, 26(1), 47-62.
- Holbrook, J., & Rannikmae, M. (2009). The meaning of scientific literacy. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), 275-288.
- Holubova, R. (2008). Effective Teaching Methods--Project-based Learning in Physics. Online Submission, 5(12), 27-36.
- 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.
- Khaeroningtyas, N., Permanasari, A., & Hamidah, I. (2016). Stem learning in material of temperature and its change to improve scientific literacy of junior high school. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 94-100.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel psychology*, 28(4), 563-575.
- Legi, Y. M. (2009). Kemampuan Representasi Matematis Siswa Kelas IV SD Melalui Pendidikan Matematika Realistik pada Konsep Pecahan Dan Konsep Pecahan Senilai. DISERTASI dan TESIS Program Pascasarjana UM.
- Lou, S. J., Liu, Y. H., Shih, R. C., & Tseng, K. H. (2011). The senior high school students' learning behavioral model of STEM in PBL. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(2), 161-183.
- Meltzer, D. E. (2002). The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible "hidden variable" in diagnostic pretest scores. *American journal of physics*, 70(12), 1259-1268.
- 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, October). STEM education: Inovasi dalam pembelajaran sains. In *Seminar Nasional Pendidikan Sains VI 2016*. Sebelas Maret University.
- Reynolds, D., Yazdani, N., & Manzur, T. (2013). STEM high school teaching enhancement through collaborative engineering research on extreme winds. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 14(1).
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher*, May/June 2012.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and engineering teacher*, 71(8), 1-4.
- Rustaman, N. (2011). Materi dan pembelajaran IPA SD. *Jakarta: Universitas Terbuka*.

- Sumintono, M. B., Ibrahim, M. A., & Phang, F. A. (2010). Pengajaran sains dengan praktikum laboratorium: Perspektif dari guru-guru sains SMPN di kota Cimahi. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 15(2), 120-127.
- Suryowati, E. (2015). Kesalahan siswa sekolah dasar dalam merepresentasikan pecahan pada garis bilangan. *AKSIOMA: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 4(1).
- Windyariani, S. (2017). Kemampuan literasi sains siswa sd pada konteks melestarikan capung. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 10(1), 17-21.