

# THE DEVELOPMENT OF LKS SMA ON BIOTEKNOLOGI CONVENTIONAL MATERIAL THROUGH TEMPEH'S MAKINGS EXPERIMENT UTILIZES RUBBER SEEDS

Lilis Setiawati, Darmawati, Imam Mahadi

Email : setiawati\_lilis94@yahoo.com , darmawati\_msi@yahoo.com, i\_mahadi@yahoo.com

Phone : +6285271908489

Education courses of biology, Faculty of teacher training and education science  
University of Riau

**Abstract:** *Tempe is the food produced by simple fermentation technique by *Rhizopus oligosporus*. During tempeh on the market are made from only soybeans. While the last few years soybean production in Indonesia is decreasing and can not meet demand. Therefore, it is necessary to develop the manufacture of tempeh use other raw materials nutritional value is not lost either with tempeh from soy such as rubber seed (*Havea brasiliensis*) The purpose of this study was to determine the good treatment in the manufacture of tempeh and results of this study can be used for the development of LKS High School Biotechnology Conventional materials. This study consisted of two stages: the first stage, while the second phase of making tempe LKS development of research results. Research making tempe using the experimental method completely randomized design (CRD), which consists of 5 treatments and 3 ulangan. Hasil research it was concluded that in terms of content, protein content and levels of cyanide as well as organoleptic, treatment K4 is a good time in the making tempe. In the treatment K4 memiliki protein content of 16.59%, cyanide levels at 0.0004% with perendama time of 24 hours and boiling for 120 minutes. The results of the research can be developed as a matter of Biotechnology Conventional LKS High School.*

**Keywords:** *Keywords: tempe, rubber seed, conventional biotechnology, LKS*

## **PENGEMBANGAN LKS SMA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI EKSPERIMEN PEMBUATAN TEMPE MENGGUNAKAN BAHAN BAKU BIJI KARET**

Lilis Setiawati, Darmawati, Imam mahadi

E-mail: setiawati\_lilis94@yahoo.com, darmawati\_msi@yahoo.com, i\_mahadi@yahoo.com

Telepon :+6285271908489

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan  
Universitas Riau

**Abstrak:** Tempe adalah makanan yang dihasilkan melalui teknik fermentasi sederhana oleh *Rhizopus oligosporus*. Selama ini tempe yang ada di pasaran hanya yang berbahan dasar kacang kedelai. Sementara beberapa tahun terakhir produksi kedelai di Indonesia terus berkurang dan tidak mampu memenuhi kebutuhan. Oleh karena itu, perlu dikembangkan pembuatan tempe yang menggunakan bahan baku lain yang nilai gizinya tidak kalah baik dengan tempe dari kedelai seperti biji karet (*Havea bransiliensis*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perlakuan yang baik dalam pembuatan tempe dan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk pengembangan LKS SMA materi Bioteknologi Konvensional. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap, yaitu tahap pertama, pembuatan tempe sedangkan tahap kedua pengembangan LKS dari hasil penelitian. Penelitian pembuatan tempe ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa ditinjau dari kandungan, kadar protein dan kadar sianida serta organoleptik, perlakuan K4 adalah waktu yang baik dalam pembuatan tempe. Pada perlakuan K4 memiliki kadar protein sebesar 16,59%, kadar sianida sebesar 0,0004% dengan waktu perendaman 24 jam dan perebusan selama 120 menit. Hasil penelitian dapat dikembangkan sebagai LKS SMA materi Bioteknologi Konvensional.

**Kata kunci:** tempe, biji karet, bioteknologi konvensional, LKS

## PENDAHULUAN

Makanan tradisional merupakan produk makanan yang dibuat melalui proses sederhana. Disebut tradisional karena pada umumnya proses pembuatannya dilakukan dengan menggunakan alat yang masih sederhana, tidak memerlukan keterampilan khusus dan membutuhkan modal yang relatif kecil. Menurut Netty widyastuti dan noerlaily, (2007). Salah satu makanan tradisional yang sangat populer di Indonesia sebagai makanan sehari-hari adalah tempe. Tempe adalah makanan yang dihasilkan melalui teknik fermentasi sederhana oleh *Rhizopus oligosporus* atau disebut juga jamur tempe. Saat ini tempe digemari tidak hanya oleh masyarakat di desa saja tapi juga oleh berbagai kalangan bahkan hingga mancanegara.

Tingginya tingkat konsumsi tempe di Indonesia menyebabkan keterbatasan kedelai, sehingga alternatif pengganti kedelai yaitu biji karet (*Hevea brasiliensis*) pada biji karet terdapat kandungan gizi yang tinggi, selain itu mudah didapatkan sebagai bahan baku pengganti kedelai. Pengelolaan biji karet dapat dimanfaatkan sebagai pengganti kedelai dalam proses pembuatan tempe karena didalam biji karet memiliki kandungan gizi terutama protein yang berpotensi dimanfaatkan. Tempe merupakan sumber protein yang nilainya setara dengan daging. Dalam 100 g tempe segar mengandung 18,3 g protein. Sedangkan dalam 100 g daging mengandung 18,8 g dan dalam 100 g telur mengandung 12,2 g protein. Menurut Maryadi (2005), biji karet merupakan bahan pangan yang perlu dikembangkan karena biji karet mengandung protein yang cukup tinggi. Biji yang baik adalah yang mengkilap dari luarnya sedangkan biji yang keriput dinilai kurang baik. Pada biji karet juga terdapat senyawa sianida, senyawa yang terdapat dalam bahan pangan merupakan senyawa yang memiliki sifat mudah menguap dan mudah larut dalam air. Penurunan sianida dapat dilakukan dengan perendaman, perebusan dan pengukusan.

Menurut Febri Kusnanto (2013), Jumlah konsumsi biji karet tiap orang berbeda-beda, tergantung dari berat badannya. Batas kadar sianida yang aman dikonsumsi tidak boleh melebihi 5 Mg/kg berat badan per hari.

Perlakuan K4 merupakan perlakuan terbaik karena memiliki potensi untuk dijadikan tempe. Pada perlakuan K4 memiliki kandungan protein yang tinggi dan kadar sianida yang menurun, sedangkan protein yang ada didalam biji karet cukup tinggi, sehingga biji karet tersebut dapat dijadikan alternatif sebagai bahan baku pembuatan tempe.

Tempe adalah salah satu produk dari bioteknologi konvensional yang merupakan materi yang diajarkan pada mata pelajaran Biologi di SMA, lebih khususnya tentang fermentasi makanan. Materi mengenai bioteknologi konvensional ini sangat dekat dengan kehidupan sehari-hari, apabila tidak dilakukan praktikum maka akan menyebabkan peserta didik mengalami kesulitan untuk memahami materi dan enggan untuk mempelajarinya lebih dalam sehingga tujuan pembelajaran tidak tercapai secara optimal. Kegiatan praktikum dalam pelaksanaannya tidak terlepas dari sebuah Lembar Kegiatan Siswa (LKS) yang dapat memandu siswa dalam melaksanakan langkah-langkah kegiatan yang harus dilakukan. Lembar kegiatan siswa (*student worksheet*) adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik (Depdiknas, 2008). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas perebusan biji karet yang baik dalam pembuatan tempe dan hasil penelitian ini dapat digunakan untuk pengembangan LKS SMA materi Bioteknologi Konvensional.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri atas 2 tahap, yaitu tahap pertama, pembuatan tempe sedangkan tahap kedua pengembangan LKS dari hasil penelitian. Penelitian pembuatan tempe ini menggunakan metode eksperimen dengan RAL yang terdiri dari 5 perlakuan dan 3 ulangan. Bilaberbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian yang diperoleh selanjutnya dikembangkan menjadi LKS SMA materi Bioteknologi Konvensional yang mengacu pada model pengembangan ADDIE yang dikembangkan oleh Dick and Carey (2005) yakni *Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation*.

Tahapan tersebut disesuaikan dengan hasil penelitian sehingga pengembangan hanya dilakukan hingga tiga tahap, yaitu *Analysis, Design* dan *Development*. LKS yang telah dihasilkan akan divalidasi terlebih dahulu oleh Dosen Pendidikan Biologi bidang materi penelitian dan Dosen Pendidikan Biologi bidang pendidikan. Komponen LKS yang diamati meliputi: kesesuaian topik, materi, tujuan pembelajaran, alat dan bahan, petunjuk mengerjakan, dan pertanyaan/ masalah. Valid atau tidaknya LKS tersebut dapat diketahui dari rerata skor yang diperoleh dari masing-masing validator.

Parameter yang diukur dari tempe yang dihasilkan meliputi kadar protein dan kadar sianida dengan rumus perhitungan sebagai berikut :

Kadar protein ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

$$= \frac{(B - A) \times N \text{ H}_2\text{SO}_4 \times 14,008 \times F. \text{ Pengenceran}}{\text{Berat sampel}} \times 100\%$$

$$\% \text{ HCN} = \frac{A - B \times F. \text{ Pengenceran}}{\text{berat sampel}} \times \frac{N. \text{ AgNO}_3 \text{ standarisasi}}{N. \text{ AgNO}_3} \times 1 \text{ Ml AgNO}_3$$

Keterangan:

A=V titran sampel

B= V titran blanko

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis kadar protein dan kadar sianida

Analisis proksimat merupakan metoda analisis kimia untuk mengidentifikasi kandungan nutrisi seperti protein dan sianida pada suatu zat makanan dari bahan pangan. Analisis proksimat memiliki manfaat sebagai penilaian kualitas bahan pangan terutama pada standar zat makanan yang seharusnya terkandung di dalamnya. Hasil rerata kadar protein dan kadar sianida dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata kadar kadar protein dan kadar sianida tempe pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Kadar protein (%)	Kadar sianida /linamarin (%)
K0	16,59e	0,0019a
K1	19,46d	0,0010b
K2	21,21c	0,0008c
K3	21,45b	0,0007d
K4	22,58a	0,0004e

Nilai-nilai pada kolom yang sama ditandai huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata ( $p \leq 0,05$ )

Berdasarkan hasil analisis varians pada Tabel 1. Menunjukkan bahwabiji karet yang menghasilkan tempe dengan kadar protein dan sianida yang berbeda nyata ( $p \leq 0,05$ ) secara statistik. Protein merupakan suatu senyawa yang disusun oleh asam-asam amino yang terikat satu sama lain oleh ikatan peptida. Rerata kadar protein tempe dari masing-masing perlakuan adalah 16,59%-22,58%. Protein tertinggi terdapat pada perlakuan K4 sebesar 22,58% dan protein terendah terdapat pada perlakuan K0 (kontrol) sebesar 16,59%. Jika disesuaikan dengan syarat mutu SNI maka tempe dari perlakuan K1 sebesar 19,46%, K2 sebesar 21,21%, K3 sebesar 21,45%, K4 sebesar 22,58% sudah memenuhi standar minimal 16%, tetapi terjadi penurunan kadar protein tempe yang dihasilkan dari kadar protein bahan dasar yang digunakan.

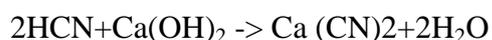
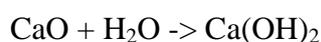
Kandungan protein hasil olahan biji karet antara lain dipengaruhi oleh sifat kimia dari biji itu sendiri dan proses pengolahannya. Selama perendaman protein turun sebanyak 1,4%, perendaman akan mempermudah air masuk ke dalam struktur selnya, sehingga kadar air semakin tinggi dan terjadi penurunan kadar protein. Hal ini disebabkan oleh lepasnya ikatan struktur protein sehingga komponen protein terlarut dalam air. Protein biji karet sebagian besar merupakan globulin yang akan mengendap pada PH 4,1 sedang protein lainnya proteosa, prolamin, dan albumin bersifat larut dalam air sehingga perebusan menyebabkan terlarutnya komponen protein dalam air.

Metabolisme *Rhizopus oligosporus* yang menghasilkan enzim-enzim protease. Senyawa kompleks protein dirombak menjadi senyawa-senyawa lebih sederhana. Hal ini penting dalam fermentasi tempe, dan merupakan salah satu faktor utama penentu kualitas tempe, yaitu sebagai sumber protein nabati yang memiliki nilai cerna amat tinggi. Kandungan protein yang dinyatakan sebagai kadar total nitrogen memang tidak berubah selama fermentasi. Perubahan terjadi atas kadar protein terlarut dan kadar asam amino bebas.

Adanya pemanasan menyebabkan denaturasi protein pada biji, sehingga terbukanya susunan 3 dimensi molekul protein menjadi struktur yang acak. Terbukanya lipatan protein menyebabkan mudah untuk memecah protein menjadi monomer-monomer. Menurut Uken (1992), sianida sesungguhnya tidak berbahaya jika terdapat dalam bahan pangan karena senyawa ini mudah dihilangkan jika terhidrolis oleh air.

Asam sianida merupakan 2 senyawa prekursor yaitu linamarin dan letil linamarin yang terdapat dari suatu bahan pangan yang berupa biji karet. Asam sianida yang terdapat didalam bahan pangan merupakan sianida yang memiliki sifat yang mudah larut dalam air dan mudah menguap. Dosis sianida yang berbahaya sebesar 0,5 Mg/kg dibawah dosis tersebut aman untuk dikonsumsi. Pada tabel 2 kadar sianida terendah terdapat pada perlakuan K4 sebesar 0,0004%, kemudian perlakuan K3 sebesar 0,007%, K2 sebesar 0,010%, sedangkan yang tertinggi terdapat pada perlakuan K0 (kontrol) sebesar 0,019%. Berdasarkan dari masing-masing

perlakuan tempe dengan kadar sianida terbaik dan memiliki kualitas yang paling baik yaitu pada perlakuan K4 dibandingkan tempe lainnya karena masih dibawah dosis yang berbahaya. Menurut Febri kurnanto (2013), semakin lamawaktu perebusan maka asam sianida (HCN) semakin berkurang karena terhidrolisis oleh air. Selama proses hidrolisis yang dilakukan oleh glukosida sianogenik menghasilkan sebagian gula dan hidrosinitril yang akan kembali terpisahkan atau secara enzimatik menjadi sianida bebas yang mudah bercampur dengan air, sehingga menyebabkan kadar HCN pada bahan mengalami penurunan ditambahkan proses pengukusan atau pelunakan biji untuk mempermudah proses pengeluaran linamarin dari dalam biji karet. Menurut Febri Kurnanto (2013), penurunan terjadi disebabkan HCN terhidrolisis oleh air, HCN yang terbentuk akan bereaksi dengan Ca pada  $\text{Ca(OH)}_2$  yang mudah larut dalam air sehingga terjadi reaksi sebagai berikut:



Pengujian organoleptik yang meliputi uji deskriptif dan uji hedonik dilakukan pada 10 panelis. Uji deskriptif yaitu pengujian terhadap tekstur, aroma, warna, dan rasa tempe, sedangkan uji hedonik merupakan uji kesukaan panelis terhadap tempe yang dihasilkan. Hasil Rerata Uji Deskriptif meliputi tekstur, aroma, warna dan rasa tempe pada berbagai perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Rerata Uji Deskriptif meliputi Tekstur, Aroma, Warna dan Rasa Tempe pada Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Parameter			
	Rerata Tekstur	Rerata Warna	Rerata Aroma	Rerata Rasa
K0	1,2 Padat berair	2,7 Agak hitam	2,7 agak busuk	1,5 Pahit
K1	3,86 Agak padat	4,2 Putih	4,0 Khas tempe	3,6 Agak gurih
K2	3,6 Agak padat	4,3 Putih	4,0 khas tempe	3,8 Agak gurih
K3	4,1 Padat kompak	4,9 Putih	4,5 Khas tempe	3,9 Agak gurih
K4	4,9 Padat kompak	4,9 Putih	4,6 Khas tempe	4,56 Gurih

Keterangan: K0 perendaman 24 jam, k1 perendaman 24 + perebusan 30 menit, K2 perendaman 24 + perebusan 60 menit, K3 perendaman 24 jam + perebusan 90 menit, K4 perendaman 24 jam + perebusan 120 menit

Hasil organoleptik pada tabel 2 menunjukkan hasil rerata dari ke lima perlakuan, K1 sebesar 3,86%, K2 sebesar 3,6%, K3 sebesar 4,1% dan K4 sebesar 4,9 % dari keempat perlakuan memiliki tekstur tempe seluruhnya padat kompak. Selama proses fermentasi, biji akan mengalami perubahan fisik terutama tekstur. Tekstur biji akan menjadi semakin lunak karena terjadi penurunan selulosa menjadi bentuk yang lebih sederhana. Menurut Suprapti (2003), Fermentasi dapat membentuk miselium-miselium yang semakin banyak sehingga hifa kapang tumbuh dengan intensif dan merata

membentuk jalinan yang mengikat biji karet satu dengan biji yang lain sehingga menjadi kompak dan padat. Sedangkan perlakuan K0 sebesar 16,59% memiliki tekstur padat berair disebabkan biji yang dihasilkan tidak lunak sehingga mempersulit hifa untuk tumbuh pada permukaan substrat yang menyebabkan kadar air dalam tempe banyak dan tempe membusuk. Munculnya hifa kapang dalam proses pembentukan tempe juga menentukan kualitas tempe. Semakin kompak atau rapat kapang, kualitas tempe semakin bagus. Sebaliknya, apabila kapang tempe tidak kompak atau rapat maka kualitasnya tidak bagus. Pertumbuhan kapang yang tidak rapat bisa mengakibatkan tempe tidak jadi atau bahkan berbau tidak enak.

Warna suatu produk makanan maupun minuman merupakan salah satu parameter pendukung yang dinilai panelis. Warna adalah kenampakan dari tempe dan diamati dengan indera penglihatan. Semakin baik warna makanan maka semakin besar daya tarik yang ditimbulkan oleh makanan tersebut. Karena warna produk menunjukkan kualitas dari bahan yang digunakan dan mutu produk yang dihasilkan secara fisik. Warna tempe yang dihasilkan dari keempat perlakuan seluruhnya berwarna putih. Pembentukan warna yang putih ini dipengaruhi karena jalinan-jalinan miselium pada tempe sangat padat sehingga terlihat warna putih (Suprpti, 2003).

Selama proses fermentasi, biji akan mengalami perubahan fisik seperti meningkatnya jumlah hifa kapang yang menyelubungi biji. Hifa ini berwarna putih dan semakin lama semakin rata dan kompak sehingga akan mengikat kacang yang satu dengan yang lainnya menjadi satu kesatuan yang disebut miselium. Tempe yang baik mempunyai bentuk kompak yang terikat oleh miselium sehingga terlihat berwarna putih dan bila diiris terlihat keping bijinya (Sarwono, 2006).

Aroma adalah rangsangan yang dihasilkan oleh tempe yang diketahui dengan indera pembau. Dalam industri makanan pengujian terhadap bau dianggap penting karena dengan cepat dapat memberikan hasil penelitian terhadap suatu produk. Dalam pengujian indrawi, bau lebih kompleks dari pada rasa. Bau atau aroma akan mempercepat timbulnya rangsangan kelenjar air liur. Berdasarkan Tabel 2 terdapat perbedaan pada aroma tempe yang dihasilkan. Pada perlakuan K1, K2, K3, K4 tempe bahan dasar biji karet yang memiliki aroma kurang khas tempe. Pada perlakuan K0 memiliki aroma yang berbeda dengan tempe dari bahan dasar lainnya. Hal ini disebabkan oleh kadar air yang terdapat dalam biji karet terlalu tinggi sehingga tempe berbau busuk.

Tempe segar mempunyai aroma lembut seperti jamur yang berasal dari aroma miselium kapang bercampur dengan aroma lezat dari asam amino bebas dan aroma yang ditimbulkan karena penguraian lemak makin lama fermentasi berlangsung, aroma yang lembut berubah menjadi tajam karena terjadi pelepasan amonia.

Rasa menjadi faktor penting dan penilaian akhir konsumen terhadap penerimaan keseluruhan suatu produk. Rasa yang dihasilkan tempe dari berbagai yang berbeda-beda. Tempe pada perlakuan K4 memiliki rasa gurih yang enak. Berdasarkan organoleptik rasa pada tabel 2 rerata dari 10 orang panelis hasilnya tempe pada perlakuan K4 memiliki rasa yang gurih dan enak. Tempe perlakuan K1, K2, K3, rasanya agak gurih, tetapi masih tercium aroma biji dan sedikit tengik. Sedangkan tempe perlakuan K0 rasanya pahit timbul dari kulit biji yang mengandung senyawa sianida sehingga ketika dicicipi terasa pahit.

Rasa merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap tempe dari beberapa perlakuan. Meskipun rasa dapat dijadikan standar dalam penilaian

mutu disisi lain rasa adalah suatu yang nilainya sangat relatif. Berikut adalah hasil penilaian uji hedonik tempe dari berbagai perlakuan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penilaian Uji Hedonik Tempe dari Berbagai Perlakuan

Perlakuan	Parameter	
	Rerata	Kriteria
K0	2,1	Tidak suka
K1	2,5	Tidak suka
K2	2,18	Tidak suka
K3	3,3	Kurang suka
K4	4,0	Suka

Uji kesukaan merupakan salah satu uji dimana panelis diminta untuk mengungkapkan tanggapannya tentang kesukaan dan ketidak sukaan. Tingkat-tingkat kesukaan ini disebut sebagai skala hedonik. Tabel 3. menunjukkan bahwa hasil penilaian keseluruhan tempe dari 10 orang panelis didapatkan bahwa tempe yang disukai oleh panelis adalah tempe pada perlakuan K4 dengan rata-rata 4,0 Hal ini dikarenakan tempe dari perlakuan K4 memiliki tekstur, aroma, warna seperti tempe pada umumnya yang memiliki tekstur padat kompak, berwarna putih, aroma khas tempe dan rasa tempe yang khas dan gurih. Rasa yang khas pada tempe disebabkan terjadinya degradasi komponen-komponen dalam tempe selama berlangsungnya proses fermentasi.

Rata-rata panelis tidak menyukai tempe perlakuan kontrol, hal ini dikarenakan tempe tersebut memiliki rasa yang agak pahit, tekstur agak lembek dan warnanya menghitam ketika digoreng. Rasa merupakan faktor yang paling mempengaruhi panelis dan penilaian akhir terhadap penerimaan keseluruhan suatu produk. Menurut Made Astawan (2004), Tempe dengan kualitas baik mempunyai ciri-ciri berwarna putih bersih yang merata pada permukaannya memiliki struktur yang homogen dan kompak serta berasa, berbau dan beraroma khas tempe. Tempe dengan kualitas buruk ditandai dengan permukaannya yang basah struktur tidak kompak adanya bercak bercak hitam, adanya bau amoniak dan alkohol serta beracun.

### **Pengembangan LKS pada Konsep Bioteknologi Konvensional diSMA Kelas XII**

Hasil penelitian yang didapatkan dikembangkan menjadi bahan ajar berupa unit modul pembelajaran. Langkah pengembangan unit pembelajaran dilakukan menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation* dan *Evaluation*). Namun dalam pengembangan modul ini hanya dilakukan pada tahap *analysis, design* dan *development*.

LKS yang dikembangkan selanjutnya dilakukan validasi. Aspek penilaian LKS meliputi topik, materi, tujuan pembelajaran, alat dan bahan, pertunjuk mengerjakan, pertanyaan atau masalah. Secara umum penilaian yang diberikan oleh 3 validator yang terdiri dari 1 orang dosen ahli materi Bioteknologi 1 orang dosen di bidang Pendidikan dan 1 orang guru yang paham dengan cara penyusunan suatu LKS. Hasil validasi pengembangan LKS dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Penilaian LKS Pembuatan Tempe oleh Validator

No	Komponen yang Diamati	Rerata Penilaian			Rerata Ketiga Validator
		V1	V2	V3	
1	Topik	4,00	4,00	4,00	4,00
2	Materi	3,5	3,00	3,67	3,39
3	Tujuan pembelajaran	4,00	4,00	3,00	3,67
4	Alat dan bahan	4,00	4,00	4,00	4,00
5	Petunjuk mengerjakan	3,00	3,5	3,5	3,4
6	Pertanyaan/masalah	3,4	3,00	3,67	3,35
<b>Rerata Tiap Validator</b>		<b>3,65</b>	<b>3,41</b>	<b>3,64</b>	<b>3,63</b>
<b>Kategori Validitas</b>					<b>Valid</b>

Keterangan: V1 : Ahli Materi, V2 : Ahli pendidikan, V3 : Guru

Berdasarkan Tabel 4. diketahui bahwa untuk topik didapatkan rerata 4,00 yang berarti topik pada LKS Pembuatan Tempe telah sesuai dengan pokok bahasan. Pada komponen materi terbagi lagi menjadi beberapa komponen yaitu pencantuman materi/teori, kesesuaian materi dengan tujuan pembelajaran yang ingin dicapai dan kegiatan yang dilakukan, susunan kalimat yang mudah dipahami. Secara keseluruhan komponen materi bernilai baik dengan rerata 3,39. Teori dalam LKS berupa artikel yang berhubungan dengan pokok bahasan pembuatan tempe yang sangat bergantung pada tujuan pembelajaran yang ingin dicapai. Pada komponen tujuan pembelajaran rerata skor dari ketiga validator adalah 3,67 yang berarti validator sangat setuju bahwa tujuan pembelajaran dalam LKS sesuai dengan kegiatan yang dilakukan.

Pada komponen alat dan bahan, ketiga validator memberikan rerata skor 4,00 hal ini menunjukkan bahwa alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan tempe ini telah dicantumkan dengan lengkap dan sesuai dengan kebutuhan sehingga memudahkan siswa untuk melaksanakan praktikum pembuatan tempe. Pada komponen petunjuk mengerjakan mendapat rerata skor 3,34 yang berarti petunjuk mengerjakan yang dicantumkan oleh peneliti dalam LKS telah sesuai dengan kegiatan yang akan dilaksanakan dan susunan kalimatnya mudah dimengerti. Komponen terakhir yaitu pertanyaan atau masalah mendapatkan rerata skor 3,35 dari ketiga validator. Hal ini menunjukkan bahwa pertanyaan atau masalah yang dicantumkan oleh peneliti pada LKS ini telah dirumuskan dengan jelas, menggunakan kata-kata yang mudah dipahami dan sesuai dengan tujuan pembelajaran.

Secara umum, dari 5 aspek penilaian pada LKS konsep Bioteknologi Konvensional, maka LKS ini memiliki rerata 3,63 dengan kategori sangat valid sehingga LKS ini dapat digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran khususnya dalam pembuatan tempe. Adapun saran-saran yang diberikan validator terhadap unit LKS pembelajaran ini adalah prosedur mengerjakan sesuai dengan waktu, mencantumkan standar kompetensi dan kopetensi dasar.

Berdasarkan saran-saran yang telah diberikan validator, maka peneliti melakukan revisi terhadap LKS Pembelajaran ini guna penyempurnaan LKS Pembelajaran yang telah dikembangkan. Adapun LKS Pembelajaran yang dicantumkan dalam penelitian ini adalah hasil revisi berdasarkan saran dari ketiga validator tersebut. Dengan demikian, LKS yang telah dikembangkan dapat digunakan dan diimplementasikan dalam proses pembelajaran Biologi kelas XII SMA.

## SIMPULAN DAN REKOMENDASI

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa Perlakuan K4 dengan perebusan 120 menit sangat baik digunakan dalam proses pembuatan tempe dengan kadar protein yaitu 22,58% dan kadar sianida menurun yaitu 0,0004 Mg/kg. Hasil penelitian dapat diterapkan sebagai sumber belajar biologi pada materi Bioteknologi Konvensional dan dikembangkan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) dengan hasil validasi yang menunjukkan kategori valid (3,63).

## DAFTAR PUSTAKA

- Bakhrin, Rahmi Zulhida dan Deni Seno. 2013. Studi Pembuatan Tempe Dari Biji Karet .*Jurnal Agriu. 18(2)*.
- Chatib, H.S.2007. *Budidaya Tanaman Karet*. Palembang: Dinas Perkebunan Propinsi Sumatera Selatan.
- Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Departemen Pendidikan Nasional. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas. Jakarta.
- Dick, W. and Carey, L. 2005.*The Systematic Design of Instruction*.Allyn and Bacon; 6thed.
- Febri kurnanto, Agus Sutanto dan HRAMulyani.2013. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Protein Dan Daya Terima Tempe Dari Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) Sebagai Sumber Belajar Biologi SMA Pada Materi Bioteknologi Pangan. *Jurnal Bioedukasi. 4(1) : 21-26*.
- Fessenden R.J. dan J.S. Fessenden. 1999. *Kimia Organik. Jilid 1*. Erlangga. Jakarta.
- Gembong Tjitrosoepomo. 1993. *Taksonomi Tumbuhan*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Lehninger. 1998. *Dasar-Dasar Biokimia*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Maryadi, 2005. *Manajemen Agronisnis Karet*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mas Bayu Syamsunarno, Mas Tri Sunarno, 2014. Kajian biji karet (*Hevea bransiliensis*) sebagai kadidat bahan baku pakan ikan. *Jurnal ilmu pertanian dan perikanan. 3(2): 135-142*.

Netty Widyastuti dan NoerLaily. 2007. *Makanan Hasil Fermentasi*. BPPT PRESS. Jakarta.

Nur Hidayat, Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi. Yogyakarta.

Punaji Setyosari. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*. Prenada Media Group. Jakarta.

Uken. S. Soetrisno dan suryana parawisastra.1992. pengaruh pengukusan terhadap kandungan asam sianida dalam beberapa bahan makanan. *PGM* 15: 117-120