

# THE DEVELOPMENT OF LKS SMA ON BIOTEKNOLOGI CONVENTIONAL MATERIAL THROUGH TEMPEH'S MAKINGS EXPERIMENT UTILIZES VARIOUS BEAN TYPE

**Hesti Kharisma\*, Imam Mahadi, Darmawati**

\*e-mail: [hestikharisma@gmail.com](mailto:hestikharisma@gmail.com), [i\\_mahadi@yahoo.com](mailto:i_mahadi@yahoo.com), [darmawati\\_msi@yahoo.com](mailto:darmawati_msi@yahoo.com)  
telp: +6282381009486

Biology Education Courses  
Faculty of Teacher Training and Educational Sciences of the University of Riau

**Abstract:** Tempeh is alimentary one be resulted through simple ferment tech by *Rhizopus sp* . All this time tempeh what do be at marketing just that gets soybean raw product. While many make production the last years at Indonesian continually decreases and can't meet the need. Therefore, need developed tempeh's makings that utilize materials any other that appreciative its nutrient doesn't succumb good with tempeh of make as adzuki bean, mung bean and peanut. To the effect of observational it is subject to be know good bean type deep tempeh's makings and this research result gets to be utilized for LKS SMA'S development Bioteknologi Conventional material. This research comprise of 2 phases, which is first phase, tempeh's makings whereas phase both of, LKS'S development of research result. tempeh's makings research this utilize experiment research with RAL that consisting of 4 conducts and 3 dry runs. Observational result to be gotten that conclusion is sighted from water rate content, ash rate, protein rate and fat rate and organoleptik, soybean and adzuki bean is good bean deep tempe's makings. Soybean has to titrate water 54,30%, ash rate 0,21%, protein rate 17,57% and fat rate 0,72%. Meanwhile adzuki bean has to titrate water 60,23%, ash rate 0,31%, protein rate 17,85% and fat rate 0,62%. Observational result can be developed as LKS SMA Bioteknologi Conventional material.

**Key word:** tempeh, a variety bean type, conventional bioteknologi, LKS

## **PENGEMBANGAN LKS SMA PADA MATERI BIOTEKNOLOGI KONVENSIONAL MELALUI EKSPERIMEN PEMBUATAN TEMPE MENGGUNAKAN BERBAGAI JENIS KACANG**

**Hesti Kharisma\*, Imam Mahadi, Darmawati**

\*e-mail: [hestikharisma@gmail.com](mailto:hestikharisma@gmail.com), [i\\_mahadi@yahoo.com](mailto:i_mahadi@yahoo.com), [darmawati\\_msi@yahoo.com](mailto:darmawati_msi@yahoo.com)  
tel: +6282381009486

Program Studi Pendidikan Biologi  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau

**Abstrak:** Tempe adalah makanan yang dihasilkan melalui teknik fermentasi sederhana oleh *Rhizopus sp.* 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-bahan lain yang nilai gizinya tidak kalah baik dengan tempe dari kedelai seperti kacang merah, kacang hijau dan kacang tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis kacang 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 penelitian eksperimen dengan RAL yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa ditinjau dari kandungan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak serta organoleptik, kacang kedelai dan kacang merah adalah kacang yang baik dalam pembuatan tempe. Kacang kedelai memiliki kadar air 54,30%, kadar abu 0,21%, kadar protein 17,57% dan kadar lemak 0,72%. Sedangkan kacang merah memiliki kadar air 60,23%, kadar abu 0,31%, kadar protein 17,85% dan kadar lemak 0,62%. Hasil penelitian dapat dikembangkan sebagai LKS SMA materi Bioteknologi Konvensional.

**Kata kunci:** tempe, berbagai jenis kacang, 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. Telah dikenal, terdapat berbagai jenis makanan tradisional yang diproses dengan cara fermentasi (Netty Widyastuti dan Noer Laily, 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 sp* atau disebut juga jamur tempe. Saat ini tempe digemari tidak hanya oleh masyarakat di desa saja tapi juga oleh berbagai kalangan bahkan hingga mancanegara.

Selain karena kandungan gizinya yang tinggi, harga yang murah dan kemudahan untuk mendapatkannya menjadikan tempe sebagai bahan pangan yang penting bagi masyarakat Indonesia. Selama ini tempe yang ada di pasaran hanya yang berbahan dasar kacang kedelai. Kedelai merupakan sumber protein yang paling baik di antara jenis kacang-kacangan, 10% protein tersebut merupakan albumin dan 90% lainnya berupa globulin. Dalam 100 g kacang kedelai terkandung 30,16 g karbohidrat, 36,49 g protein, 19,94 g lemak, dan 446 kkal energi (United States Department of Agriculture, 2014).

Beberapa tahun terakhir produksi kedelai di Indonesia terus berkurang dan tidak mampu memenuhi kebutuhan konsumsi kedelai. Selain itu beberapa permasalahan kedelai lainnya yaitu gangguan pasokan distribusi, lonjakan harga pasar dunia karena penurunan produksi dan faktor lainnya. Untuk mengurangi penggunaan kedelai perlu dikembangkan pembuatan tempe yang menggunakan bahan-bahan lain yang nilai gizinya tidak kalah baik dengan tempe dari kedelai tetapi harganya juga relatif murah. Maka dari itu diperlukan suatu inovasi untuk meningkatkan nilai tambah dari tempe, salah satu caranya adalah dengan membuat variasi tempe dari berbagai kacang-kacangan tidak hanya kacang kedelai.

Kacang-kacangan yang memiliki potensi untuk dijadikan tempe yaitu kacang merah, kacang hijau dan kacang tanah. Ketiga jenis kacang tersebut mempunyai kandungan protein, karbohidrat, air dan lemak yang hampir sama nilai gizinya dengan kacang kedelai. Selain itu produksi kacang hijau, kacang merah dan kacang tanah di Indonesia yang cukup besar sehingga kacang-kacangan tersebut dapat dijadikan alternatif lain sebagai bahan baku pembuatan tempe selain kedelai.

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 jenis kacang 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 penelitian eksperimen dengan RAL yang terdiri dari 4 perlakuan dan 3 ulangan. Data yang yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis ragam menurut rancangan RAL. Bila berbeda 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.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil analisis proksimat yang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rerata kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak tempe pada berbagai perlakuan

Perlakuan	Kadar air	Kadar abu	Kadar protein	Kadar lemak
TK (Kacang Kedelai)	54,30% <sub>c</sub>	0,21% <sub>d</sub>	17,57% <sub>b</sub>	0,72% <sub>c</sub>
TM (Kacang Merah)	60,23% <sub>a</sub>	0,31% <sub>b</sub>	17,85% <sub>a</sub>	0,61% <sub>d</sub>
TT (Kacang Tanah)	49,04% <sub>d</sub>	0,78% <sub>a</sub>	17,44% <sub>c</sub>	0,73% <sub>b</sub>
TH (Kacang Hijau)	59,79% <sub>b</sub>	0,25% <sub>c</sub>	16,06% <sub>d</sub>	0,80% <sub>a</sub>

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

Hasil Analisis Varians (ANOVA) pada Tabel 1. menunjukkan bahwa semua jenis kacang menghasilkan tempe dengan kadar air, abu, protein dan lemak yang berbeda nyata ( $p \leq 0,05$ ) secara statistik. Selama fermentasi terjadi perubahan kadar air bahan, hal ini karena air digunakan untuk reaksi hidrolisa baik karbohidrat, protein maupun lemak. Rata-rata kadar air tempe berkisar antara 49,04%-60,23%, tempe kacang tanah mengandung kadar air relatif rendah yaitu 49,04%, sedangkan tempe dari kacang merah memiliki kadar air paling tinggi dibanding dengan kacang lainnya yaitu 60,23%, hal ini disebabkan karena kacang merah mengandung protein relatif tinggi (89,26%) yang bersifat mudah mengikat air, sehingga menghasilkan tempe dengan kadar air relatif tinggi sebaliknya apabila kadar protein rendah maka kadar air juga rendah. Interaksi ini didasarkan pada adanya sifat hidrofilik dari protein. Sifat ini timbul oleh adanya rantai sisi polar di sepanjang rantai peptida, yaitu gugus karboksil dan amino.

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan cita rasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Winarno, 2004).

Abu merupakan residu dari suatu bahan pangan yang berupa bagian anorganik yang tersisa setelah bahan organik dalam makanan didestruksi atau dapat diartikan bahwa abu adalah zat anorganik dari sisa hasil pembakaran suatu bahan organik. Bahan pangan terdiri dari 96% bahan anorganik dan air, sedangkan sisanya merupakan unsur-unsur mineral. Penentuan kadar abu dapat digunakan untuk berbagai tujuan, antara lain untuk menentukan baik atau tidaknya suatu pengolahan, mengetahui jenis bahan yang digunakan, dan sebagai penentu parameter nilai gizi suatu bahan makanan. Penentuan kadar abu dapat dilakukan secara langsung dengan membakar bahan pada suhu tinggi (500-600°C) selama 2-8 jam dan kemudian menimbang sisa pembakaran yang tertinggal sebagai abu (AOAC 2005).

Pada tabel 2 kadar abu terendah terdapat pada tempe kacang kedelai 0,21%, kemudian kacang hijau 0,25%, kacang merah 0,31% dan relatif tinggi pada tempe kacang tanah yaitu 0,78%. Berdasarkan kadar abunya tempe kacang tanah memiliki kualitas yang paling buruk dibandingkan tempe lainnya tetapi masih dalam batas toleransi kadar abu tempe menurut SNI 01-3144-2009 yaitu maksimum 1,5%. Menurut Sudarmadji (2003), semakin tinggi kadar abu suatu bahan pangan, maka semakin buruk kualitas dari bahan pangan tersebut.

Protein merupakan suatu senyawa yang disusun oleh asam-asam amino yang terikat satu sama lain oleh ikatan peptida. Berdasarkan analisis statistik kadar protein, rerata kadar protein tempe dari berbagai jenis kacang-kacangan adalah 16,06%-17,85%. Protein terendah yaitu 16,06% pada kacang tanah dan tertinggi yaitu 17,85% pada kacang merah. Jika disesuaikan dengan syarat mutu SNI maka tempe dari kacang kedelai, kacang merah, kacang tanah dan kacang hijau kadar proteinnya sudah memenuhi standar minimal 16%, tetapi terjadi penurunan kadar protein tempe yang dihasilkan dari kadar protein bahan dasar yang digunakan.

Hal ini disebabkan karena 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 enzim proteolitik menyebabkan degradasi protein kacang kedelai, kacang merah, kacang tanah dan kacang hijau menjadi asam amino, sehingga nitrogen terlarut meningkat dari 0,5 menjadi 2,5%. Aktivitas protease terdeteksi setelah fermentasi 12 jam ketika pertumbuhan hifa kapang masih relatif sedikit. Hanya 5% dari hidrolisis protein yang digunakan sebagai sumber karbon dan energi. Sisanya terakumulasi dalam bentuk peptida dan asam amino. Asam amino mengalami perubahan dari 1,02 menjadi 50,95 setelah fermentasi 48 jam (Nurhidayat dkk., 2006).

Rata-rata kadar lemak berkisar antara 0,61%-0,80%. Tempe kacang merah memiliki kadar lemak paling rendah dibanding tempe dari kacang kedelai, kacang tanah

dan kacang hijau yaitu 0,61%, sebaliknya tempe dari kacang hijau memiliki kadar lemak tertinggi yaitu 0,80%. Kapang akan menguraikan sebagian besar lemak dalam kacang selama fermentasi menjadi asam lemak. Menurut Sapuan dan Soetrisno (1996) yang menyatakan bahwa pada pemeraman 12 jam pertama enzim yang aktivitasnya tinggi adalah amilase, pada periode fermentasi 12-24 jam aktivitas enzim protease yang paling tinggi, dan setelah pemeraman 24-36 jam aktivitas enzim lipase yang paling tinggi.

Secara kuantitatif, nilai gizi tempe sedikit lebih rendah daripada nilai gizi bahan dasar yang digunakan yaitu kacang. Namun secara kualitatif nilai gizi tempe lebih tinggi karena tempe mempunyai nilai cerna yang lebih baik. Hal ini disebabkan kadar protein yang larut dalam air akan meningkat akibat enzim proteolitik.

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
TK	4,53	4,63	4,17	4,77
	Padat kompak	Putih	Khas tempe	Gurih
TM	4,63	4,53	4,67	4,80
	Padat kompak	Putih	Khas tempe	Gurih
TT	4,80	4,53	3,90	3,67
	Padat kompak	Putih	Kurang khas tempe	Agak Gurih
TH	4,36	4,43	4,44	2,53
	Padat kompak	Putih	Khas tempe	Tidak gurih

Keterangan: TK: kacang kedelai, TM: kacang merah, TT: kacang tanah, TH: kacang hijau

Hasil organoleptik pada tabel 2 menunjukkan bahwa dari keempat perlakuan didapatkan tekstur tempe seluruhnya padat kompak dengan rata-rata berkisar antara 4,36-4,80. Selama proses fermentasi, kacang akan mengalami perubahan fisik terutama tekstur. Tekstur kacang akan menjadi semakin lunak karena terjadi penurunan selulosa menjadi bentuk yang lebih sederhana. Fermentasi dapat membentuk miselium-miselium yang semakin banyak sehingga hifa kapang tumbuh dengan intensif dan merata membentuk jalinan yang mengikat biji kacang satu dengan biji yang lain sehingga menjadi kompak dan padat (Suprapti, 2003).

Munculnya 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 (Suprapti, 2003).

Selama proses fermentasi, kacang akan mengalami perubahan fisik seperti meningkatnya jumlah hifa kapang yang menyelubungi kacang. 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 kedelainya (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 tempe bahan dasar kacang tanah yang memiliki aroma kurang khas tempe. Pada tempe kacang tanah masih tercium aroma bahan dasarnya yaitu kacang tanah, meski tidak terlalu menyengat tapi tempe dari kacang tanah memiliki aroma yang berbeda dengan tempe dari bahan dasar lainnya. Hal ini disebabkan oleh enzim lipisigenase yang terkandung dalam kacang tanah.

Sedangkan untuk tempe dari bahan dasar kacang kedelai, kacang merah dan kacang hijau memiliki aroma khas tempe, tidak tercium lagi aroma bahan dasarnya. Menurut Made Astawan (2004) 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 bahan dasar berbeda-beda. Tempe dari kacang kedelai dan kacang merah memiliki rasa gurih yang enak. Tempe kacang kedelai adalah tempe yang biasa dikonsumsi sehingga rasanya tidak asing lagi bagi setiap orang. Berdasarkan organoleptik rasa pada tabel 2 rerata dari 10 orang panelis hasilnya tempe kacang merah memiliki rasa yang gurih dan enak. Tempe kacang tanah rasanya agak gurih, tetapi masih tercium aroma kacang tanahnya dan sedikit tengik. Sedangkan tempe kacang hijau rasanya tidak gurih karena ada rasa agak pahit dan lebih lembek dibanding tempe dari kacang kedelai, kacang merah dan kacang tanah. Rasa agak pahit timbul dari kulit kacang hijau yang mengandung senyawa tanin dan fenolik lainnya yang mudah teroksidasi sehingga menimbulkan rasa agak pahit.

Rasa merupakan faktor yang mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap tempe dari berbagai jenis kacang. 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
TK (Kacang Kedelai)	4,10	Suka
TM (Kacang Merah)	4,03	Suka
TT (Kacang Tanah)	3,07	Kurang Suka
TH (Kacang Hijau)	2,17	Tidak 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 kacang kedelai dengan rata-rata 4,10 dan kacang merah 4,03. Hal ini dikarenakan tempe dari kacang kedelai dan kacang merah 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.

Panelis kurang menyukai tempe dari kacang tanah karena pada tempe kacang tanah ketika dimakan terasa agak tengik. Rata-rata panelis tidak menyukai tempe kacang hijau, hal ini dikarenakan tempe kacang hijau 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.

Tempe dengan kualitas baik mempunyai ciri-ciri berwarna putih bersih yang merata pada permukaannya memiliki struktur yang homogen dan kompak serta beraroma, 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 (Made Astawan, 2004). Hasil penelitian yang didapatkan kemudian dikembangkan menjadi bahan ajar berupa LKS. LKS divalidasi terlebih dahulu untuk menilai kevalidan dan kesahihannya, adapun hasil validasi 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	3,00	3,67
2	Materi	3,67	3,00	3,00	3,22
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	3,00	3,00	3,00
6	Pertanyaan/masalah	3,00	3,00	3,00	3,00
<b>Rerata Tiap Validator</b>		<b>3,61</b>	<b>3,50</b>	<b>3,16</b>	<b>3,42</b>
<b>Kategori Validitas</b>					<b>Valid</b>

Keterangan: V1 : Validator Ahli Materi, V2 : Validator Ahli Materi, V3 : Validator Ahli Pendidikan

Secara umum penilaian yang diberikan oleh 3 validator terhadap seluruh komponen penilaian menyatakan bahwa LKS ini valid dengan nilai rata-rata 3,42 sehingga LKS ini dapat digunakan oleh siswa SMA dalam pembelajaran Biologi pada materi Bioteknologi Konvensional khususnya dalam pembuatan tempe. LKS yang telah dikembangkan ini, dilakukan validitas, baik internal maupun eksternal. Validitas internal bersumber dari pelaksanaan penelitian itu sendiri, sedangkan validitas eksternal bersumber dari luar penelitian yang dilaksanakan (Punaji Setyosari, 2010). Oleh karena itu, dilakukan validitas LKS oleh 3 orang dosen, baik secara internal yang terdiri dari 2 orang dosen ahli materi Bioteknologi dan secara eksternal oleh 1 orang dosen di bidang Pendidikan yang paham dengan cara penyusunan suatu LKS.

Berdasarkan Tabel 4. diketahui bahwa untuk topik didapatkan rerata 3,67 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 3,22. 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, 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 3,00 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 3,00 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.

## **SIMPULAN DAN REKOMENDASI**

Ditinjau dari kandungan kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak serta organoleptik, kacang kedelai dan kacang merah adalah kacang yang baik dalam pembuatan tempe. Kacang kedelai memiliki kadar air 54,30%, kadar abu 0,21%, kadar protein 17,57% dan kadar lemak 0,72%. Sedangkan kacang merah memiliki kadar air 60,23%, kadar abu 0,31%, kadar protein 17,85% dan kadar lemak 0,62%. Hasil penelitian dapat dikembangkan sebagai LKS SMA materi Bioteknologi Konvensional. Saran lanjutan yang dapat ditindaklanjuti dengan membedakan konsentrasi ragi atau dengan melihat lama waktu fermentasi untuk mengetahui konsentrasi ragi dan waktu fermentasi yang baik dalam pembuatan tempe.

## DAFTAR PUSTAKA

- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. *Official Methods of Analysis*. AOAC. Arlington.
- 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; 6th ed.
- Made Astawan. 2004. *Tetap Sehat dengan Produk Makanan Olahan*. Tiga Serangkai. Surakarta.
- Netty Widyastuti dan Noer Laily. 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.
- Sapuan dan N. Soetrisno. 1996. *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Yayasan Tempe Indonesia. Jakarta.
- Sarwono. 2006. *Membuat Tempe dan Oncom*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Sudarmadji. 2003. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty. Yogyakarta.
- Suprpti L. 2003. *Pembuatan Tempe*. Kanisius. Yogyakarta.
- United States Department of Agriculture. 2014. *National Nutrient Database for Standard Reference Release 27*. Agricultural Research Service. US.
- Winarno FG. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia. Jakarta.