

THE DEVELOPMENT OF STUDENT WORKSHEET OF FOOD BIOTECHNOLOGY MATERIAL THROUGH EXPERIMENT THE QUALITY OF TEMPEH MILK POWDER WITH TIME FERMENTATION

Apriyani*, Imam Mahadi, and Darmawati

e-mail: anggarazyani@gmail.com, i_mahadi@yahoo.com, darmawati_msi@yahoo.com

*phone: +6281372323842

Study Program of Biology, Faculty of Teacher Training and Education
University Of Riau

Abstract: *The aims of this research to determine the quality of tempeh milk powder by time fermentation and designing Student Worksheet relevant to a material Food Biotechnology Food Fermentation sub material. This study consisted of two phases. The first phase, were the making of tempeh milk powder using the experimental method with completely randomized design (CRD), which consists of 5 treatments and 3 replications. Parameters measured were moisture content, protein content, fat content, pH and organoleptic test. The results obtained were analyzed by ANOVA and a further test DMRT at 5% level. The second phase were the development of Student Worksheet from the results of the first phase. This research used ADDIE development model (Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation) are simplified into phases Analysis, Design and Development. Data of Student Worksheet development obtained from the validation sheet which validated by 3 validators with 5 validity criterias were analyzed descriptively. Results showed that the time of fermentation influence on moisture content, protein content, fat content, pH and organoleptic test. Fermentation time 12 hours is a long time to produce the best fermented tempeh milk powder quality. Which results in moisture content of 0.78%, 2.61% protein content, fat content 2.00% and 5.01 pH levels. As for organoleptic texture, color, aroma and flavor contained in the fermentation 36 hours. Results of the study can be used as Student Worksheet in the sub materials Food Fermentation on the material Food Biotechnology with a mean value of 3.32 validity valid category.*

Keywords : *Student Worksheet, Food Biotechnology, Tempeh Milk Powder, Time Fermentation.*

**PENGEMBANGAN LKM (LEMBAR KERJA MAHASISWA)
MATERI BIOTEKNOLOGI PANGAN MELALUI
EKSPERIMEN KUALITAS SUSU TEMPE BUBUK
DENGAN LAMA FERMENTASI**

Apriyani*, Imam Mahadi, dan Darmawati

e-mail: anggarazyani@gmail.com, i_mahadi@yahoo.com, darmawati_msi@yahoo.com

*phone: +6281372323842

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

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas susu tempe bubuk berdasarkan lama fermentasi dan merancang LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) yang relevan pada materi Bioteknologi Pangan sub materi Fermentasi Makanan. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap. Penelitian tahap I yaitu pembuatan susu tempe bubuk menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas 5 perlakuan dan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar pH dan uji organoleptik. Hasil penelitian yang diperoleh kemudian dianalisis dengan ANAVA dan uji lanjut DMRT pada taraf 5%. Penelitian tahap II merupakan tahapan pengembangan LKM yang bersumber dari hasil penelitian tahap I. Penelitian ini menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*) yang disederhanakan menjadi tahap *Analysis, Design dan Development*. Data pengembangan LKM diperoleh dari lembar validasi yang divalidasi oleh 3 validator dengan 5 kriteria validitas dan dianalisis secara deskriptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar pH dan uji organoleptik. Lama fermentasi 12 jam merupakan lama waktu fermentasi terbaik untuk menghasilkan susu tempe bubuk berkualitas. Dimana menghasilkan kadar air 0,78%, kadar protein 2,61%, kadar lemak 2,00% dan kadar pH 5,01. Sedangkan untuk organoleptik tekstur, warna, aroma dan rasa terdapat pada lama fermentasi 36 jam. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) pada sub materi Fermentasi Makanan pada materi Bioteknologi pangan dengan nilai rerata validitas 3,32 kategori valid.

Kata kunci : LKM, Bioteknologi Pangan, Susu Tempe Bubuk, Lama Fermentasi

PENDAHULUAN

Bioteknologi merupakan penerapan prinsip-prinsip ilmu pengetahuan dan kerekayasaan untuk penanganan dan pengolahan bahan dengan bantuan agen biologis untuk menghasilkan bahan dan jasa. Bioteknologi sendiri merupakan mata kuliah yang disajikan pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP UR dengan jumlah kredit 3 SKS. Mata kuliah ini mengkaji bioteknologi pangan sebagai salah satu materi pokoknya, dimana dalam materi pokok tersebut terdapat sub materi pokok fermentasi makanan sebagai salah satu pembahasan dalam materinya. Praktikum pembuatan tempe merupakan salah satu praktikum yang terdapat pada sub materi pokok fermentasi makanan. Sejauh ini pada praktikum pembuatan tempe yang dilakukan belum terdapat produk pemanfaatan tempe sebagai bentuk pengayaan materi praktikum. Dimana pengayaan materi praktikum ini dapat dijadikan sebagai hasil dari diversifikasi (penganekaragaman pangan) terhadap tempe. Untuk menunjang pengayaan materi praktikum ini, sehingga perlu adanya LKM mengenai diversifikasi (penganekaragaman pangan) terhadap tempe ini.

Tempe sendiri merupakan hasil dari kegiatan bioteknologi konvensional yang mengandung sederet komponen-komponen gizi yang tinggi (Subagio, *dkk.*, 2002). Tempe pada umumnya memiliki keterbatasan dalam hal daya simpan yang jika disimpan dalam suhu kamar hanya akan bertahan dua hari sedangkan jika disimpan pada suhu rendah dapat bertahan selama dua minggu (Widowati, *dkk.*, 2004). Oleh karena itu perlu dilakukan diversifikasi terhadap tempe. Salah satu cara diversifikasi dalam hal pengolahan tempe adalah dengan membuat susu tempe bubuk (Widowati, 2004). Susu tempe bubuk merupakan produk hasil ekstraksi tempe dengan air sehingga diperoleh larutan dengan komponen padatan terlarut yang kemudian dilakukan pengeringan hingga menjadi bubuk.

Sesuai dengan Rencana Kegiatan Program Pembelajaran (RKPP) Program Dosen Pengampu mata kuliah Bioteknologi pada materi pokok Bioteknologi Pangan, kompetensi dasar yang akan dicapai setelah mempelajari materi ini yaitu mahasiswa mampu mendeskripsikan produk-produk bioteknologi pangan. Pada praktikum pembuatan tempe ini, dosen mata kuliah Bioteknologi telah menyusun dan menulis LKM untuk memandu kegiatan praktikum tersebut, namun LKM tersebut memiliki kekurangan dan belum sesuai dengan pedoman penulisan UPMF (Unit Penjamin Mutu Fakultas) 2014. Oleh karena itu peneliti ingin mengembangkan LKM dengan topik pembuatan susu tempe bubuk untuk menyempurnakan LKM yang telah ada dengan fokus terhadap diversifikasi pengolahan tempe, sehingga diharapkan dengan pengembangan LKM ini dapat melengkapi dan memaksimalkan hasil dari kegiatan praktikum Bioteknologi Pangan khususnya pada materi fermentasi, serta menambah wawasan dan keterampilan mahasiswa yang mengambil mata kuliah Bioteknologi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Juni 2015 di Laboratorium Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan dan FAPERTA Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Riau. Penelitian ini terdiri atas 2 tahap yaitu tahap pembuatan susu tempe bubuk dan tahap pengembangan LKM (Lembar Kerja Mahasiswa). Tahap pembuatan susu tempe bubuk dilakukan dengan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL), terdiri atas 5 perlakuan

dan 3 ulangan sehingga diperoleh 15 perlakuan. Jika terdapat perbedaan antar perlakuan maka dilakukan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Parameter penelitian ini yaitu kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar pH dan uji organoleptik. Data yang diperoleh merupakan data yang diperoleh secara langsung dengan melakukan uji kadar air, kadar protein, kadar lemak dan kadar pH di Laboratorium FAPERTA Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Riau. Sementara uji organoleptik oleh 10 mahasiswa dilingkungan Universitas Riau.

Penelitian tahap II merupakan tahapan pengembangan LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) yang bersumber dari hasil penelitian tahap I. Penelitian pengembangan LKM (Lembar Kerja Mahasiswa) menggunakan model pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Development, Implementation dan Evaluation*) yang disederhanakan menjadi tahap *Analysis, Design dan Development*. Hasil pengembangan produk LKM selanjutnya akan di validasi dengan 5 kriteria validasi menurut Sugiyono (2010) yaitu tidak valid (kurang dari 2,5), kurang valid (2,5-2,9), valid (3,0-3,4) dan sangat valid (3,5-4,0).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian Eksperimen Kualitas Susu Tempe Bubuk dengan Lama Fermentasi didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 1. Rerata Kadar Air , Protein, Lemak, dan pH Susu Tempe Bubuk Berdasarkan Lama Fermentasi

| Perlakuan | Kadar Air (%) | Kadar Protein (%) | Kadar Lemak (%) | Kadar pH | |
|-------------|---------------|-------------------|-----------------|----------|------------------|
| | | | | Tempe | Susu Tempe Bubuk |
| T1 (12 Jam) | 0,78d | 2,61a | 2,00e | 6,39 | 5,01 |
| T2 (24 Jam) | 0,90c | 2,32a | 2,33d | 6,42 | 5,08 |
| T3 (36 Jam) | 1,15b | 2,02a | 2,97a | 6,45 | 5,12 |
| T4 (48 Jam) | 1,20b | 1,93a | 2,78b | 6,47 | 5,14 |
| T5 (60 Jam) | 1,34a | 1,68a | 2,59c | 6,50 | 5,18 |

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT pada taraf 5%.

Kadar Air Susu Tempe Bubuk

Berdasarkan hasil uji DMRT taraf 5% pada Tabel 1. dapat dilihat bahwa kadar air susu tempe bubuk tertinggi terdapat pada lama fermentasi 60 jam yaitu sebesar 1,34% dan kadar air terendah terdapat pada lama fermentasi 12 jam yaitu sebesar 0,78%. Hal ini terjadi karena selama fermentasi terjadi proses metabolisme dan perombakan senyawa makromolekul menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut pendapat Mulato (dalam Wiryadi, 2007), waktu fermentasi merupakan salah satu faktor terpenting penyebab meningkatnya kadar air sehingga dengan meningkatnya waktu fermentasi maka kadar air akan meningkat pula. Menurut Steinkrauss (dalam Amalia Putri, 2011), selama fermentasi tempe air dihasilkan sebagai hasil dari pemecahan karbohidrat oleh mikroba. Menurut Rochmah (dalam Erna Ayu Dwinaningsih, 2010) selama fermentasi tempe, mikroba mencerna substrat dan menghasilkan air,

karbondioksida dan sejumlah besar energi (ATP). Selama fermentasi, kapang *Rhizopus oligosporus* akan menghancurkan matriks antara sel bakteri dimana pada hari kedua kedelai akan menjadi empuk, tapi pada fermentasi selanjutnya antara sel pada kedelai hancur ditambah air hasil pemecahan karbohidrat yang menyebabkan tempe menjadi lembek dan berair (Syarief, 1999).

Selain itu pada saat sebelum fermentasi, kedelai mengalami hidrasi terutama pada saat perendaman dan perebusan, sehingga berat kedelai dapat meningkat karena air akan mudah berdifusi ke dalam dinding sel kedelai. Menurut Kasmidjo (1990), perendaman akan memberi kesempatan kepada kedelai untuk menyerap air sehingga beratnya menjadi dua kali lipat. Selain itu dalam proses fermentasinya, air juga dihasilkan dari proses metabolisme *Rhizopus oligosporus*. mikroorganisme membutuhkan energi yang berasal dari karbohidrat, protein, lemak, mineral dan zat-zat gizi lainnya yang ada dalam bahan pangan (substrat). Bahan energi yang paling banyak digunakan mikroorganisme untuk tumbuh adalah glukosa. Dengan adanya oksigen maka mikroorganisme dapat mencerna glukosa dan menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah energi. Tidak hanya itu, saat pemrosesan tempe menjadi susu tempe bubuk, terlebih dahulu tempe dilarutkan dengan penambahan air, baru kemudian dilakukan pengeringan sehingga susu tempe cair berubah menjadi susu tempe bubuk.

Pada lama fermentasi 12 jam kadar air yang dihasilkan merupakan kadar air paling rendah dimana ini menjadi perlakuan dengan kadar air terbaik karena susu tempe bubuk yang dihasilkan memiliki tekstur yang halus tanpa menggumpal. Rendahnya kadar air pada lama fermentasi 12 jam dikarenakan pada waktu fermentasi ini *Rhizopus oligosporus* masih pada fase lag atau adaptasi. Dimana pada fase ini *Rhizopus oligosporus* masih beradaptasi dengan lingkungan sehingga aktivitas dari *Rhizopus oligosporus* itu sendiri masih belum optimal. Memasuki lama fermentasi 24 jam, 36 jam, 48 jam dan 60 jam kadar air tempe terus mengalami peningkatan. Hal ini dikarenakan pada waktu fermentasi ini *Rhizopus oligosporus* telah memasuki fase log (eksponensial) dimana pada fase ini *Rhizopus oligosporus* sudah mulai melakukan aktifitas yang aktif untuk melangsungkan pertumbuhannya sehingga kadar air juga semakin meningkat.

Kadar Protein Susu Tempe Bubuk

Protein merupakan suatu senyawa yang disusun oleh asam-asam yang terikat satu sama lain oleh ikatan peptida. Berdasarkan hasil analisis kadar protein pada Tabel 1, rerata kadar protein terendah terdapat pada perlakuan lama fermentasi 60 jam yaitu 1,68 % sedangkan yang tertinggi terdapat pada perlakuan lama fermentasi 12 jam yaitu 2,61%. Jika dibandingkan dengan syarat mutu SNI susu kedelai maka susu tempe dengan perlakuan lama fermentasi 12 jam, 24 jam dan 36 jam sudah memenuhi syarat standar minimal 2,00%, tetapi susu tempe dengan perlakuan lama fermentasi 48 jam dan 60 jam tidak memenuhi syarat standar.

Kadar protein susu tempe bubuk cenderung mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena metabolisme *Rhizopus oligosporus* yang menghasilkan enzim-enzim protease ketika fermentasi tempe. Menurut Hesseltine (dalam Deliani, 2008) jamur *Rhizopus oligosporus* bersifat proteolitik dan ini penting dalam memutus protein. Jamur ini akan mendegradasi protein selama fermentasi tempe menjadi dipeptida dan seterusnya menjadi senyawa NH₃ atau N₂ yang menghilang melalui penguapan (Winarno, dkk.,1980). Dengan semakin lama fermentasi berarti semakin lama

kesempatan *Rhizopus oligosporus* mendegradasi protein, sehingga protein tempe semakin menurun.

Adanya enzim protease menyebabkan degradasi protein kedelai menjadi asam amino, sehingga nitrogen terlarut meningkat dari 0,5 menjadi 2,5%. Aktivitas protease terdeteksi setelah fermentasi 12 jam ketika pertumbuhan 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).

Selain itu, proses perendaman kedelai menyebabkan lepasnya ikatan struktur protein sehingga komponen protein terlarut dalam air. Perebusan kedelai juga mempengaruhi hilangnya protein. Ini disebabkan terbukanya susunan tiga dimensi molekul protein menjadi struktur yang acak, yang menyebabkan enzim pencernaan lebih mudah untuk menghidrolisis dan mudah memecah protein menjadi monomer-monomer (Lehninger, 1998).

Tidak hanya itu, pengolahan tempe menjadi susu tempe cair juga menjadi salah satu penyebab dari rendahnya nilai kadar protein. Pada pengolahan tempe menjadi susu tempe cair, perebusan dan penghancuran tempe dengan diberi air menyebabkan kadar protein menjadi lebih menurun, namun pada proses pengeringan susu tempe cair menjadi susu tempe bubuk terlebih dahulu diberi dekstrin yang berfungsi mengkapsulasi nutrisi yang terdapat pada susu tempe cair. Sehingga kadar proteinnya tidak semakin menurun.

Kadar Lemak Susu Tempe Bubuk

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi 12 jam memiliki kadar lemak paling rendah dibanding lama fermentasi yang lain, yaitu 2,00%, sebaliknya perlakuan lama fermentasi 36 jam memiliki kadar lemak paling tinggi yaitu 2,97%. Jika disesuaikan dengan syarat mutu SNI susu kedelai, maka kadar lemak susu tempe bubuk berdasarkan lama fermentasi sudah memenuhi minimal produk susu kedelai yaitu minimal 1,00%.

Menurut Keratena (dalam Wiryadi, 2007) semakin lama waktu fermentasi kadar lemak tempe semakin menurun. Terjadinya penurunan kadar lemak dengan semakin lamanya fermentasi disebabkan karena *Rhizopus oligosporus* bersifat lipolitik yang dapat menghidrolisis lemak (Smith dan Alford, dalam Deliani, 2008). *Rhizopus oligosporus* menggunakan lemak dari substrat sebagai sumber energinya (Iljas, dkk., 1973).

Menurut Sapuan (dalam Erna Ayu Dwinaningsih, 2010) 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. Kadar lemak berkurang selama proses fermentasi juga karena akibat aktivitas enzim lipase yang bergantung pada lamanya waktu fermentasi. Kadar lemak kedelai akan mengalami penurunan akibat fermentasi menjadi tempe. Lebih dari 1/3 trigliserida yang tersusun oleh komponen asam-asam lemak seperti asam lemak palmitat, stearat, oleat, lonoleat dan linoleat (lemak netral) dari kedelai terhidrolisis oleh enzim lipase selama 3 hari fermentasi oleh *Rhizopus sp.* Pada suhu 37°C. Setelah 48 jam fermentasi, lemak akan terhidrolisis.

Pada pembuatan susu tempe bubuk, kadar lemak tidak mengalami perubahan karena hanya mengubah tempe menjadi susu tempe bubuk tanpa membutuhkan lagi proses perombakan oleh *Rhizopus oligosporus* seperti halnya fermentasi kedelai menjadi tempe. Selain itu, dengan adanya penambahan dekstrin sebagai bahan kapsulasi nutrisi juga membantu dalam mempertahankan kadar lemak yang ada.

Kadar pH Susu Tempe Bubuk

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi tempe, maka pH tempe semakin tinggi, dimana perlakuan lama fermentasi tempe 12 jam memiliki pH paling rendah dibanding dengan lama fermentasi yang lain yaitu 6,39, sebaliknya perlakuan lama fermentasi 60 jam memiliki pH paling tinggi yaitu 6,50. Sesuai dengan pendapat Nurhidayat, dkk, (2006) dimana adanya degradasi protein dapat menyebabkan peningkatan pH, nilai pH tempe yang baik berkisar antara 6,3 – 6,5. Namun jika kadar pH tempe dibandingkan dengan kadar pH susu tempe bubuk maka akan terlihat perbedaannya, dimana susu tempe bubuk yang terlebih dahulu dilakukan pengeringan, kadar air menyusut dan aktivitas fermentasi berhenti, sehingga menyebabkan kadar pH pada susu tempe bubuk menjadi lebih rendah. Ini dapat dilihat pada kadar pH pada Tabel 4.4 dimana susu tempe bubuk dengan perlakuan lama fermentasi 12 jam memiliki kadar pH terendah yaitu 5,01 dan susu tempe bubuk dengan perlakuan lama fermentasi 60 jam memiliki kadar pH tertinggi yaitu 5,18. Jika disesuaikan dengan syarat mutu SNI susu kedelai, maka kadar pH susu tempe bubuk berdasarkan lama fermentasi sudah memenuhi minimal produk susu kedelai yaitu minimal 5,0-7,0. Pemilihan SNI susu kedelai cair sebenarnya masih kurang tepat sebagai pembanding produk susu tempe bubuk, namun hal ini dikarenakan perlunya suatu pembanding sebagai batas minimal dalam pembuatan produk yang sudah menjadi standar nasional. Susu kedelai juga memiliki bahan baku yang sama dengan susu tempe bubuk yakni kedelai sehingga bisa menjadi pertimbangan dalam pembuatan produk.

Derajat keasaman memegang peranan penting dalam proses pembuatan tempe. Bila kondisinya kurang asam atau pH tinggi maka *Rhizopus sp.* tidak dapat tumbuh dengan baik sehingga proses fermentasi kedelai menjadi tempe akan mengalami kegagalan. Disamping untuk memenuhi kondisi yang dibutuhkan oleh *Rhizopus sp.*, suasana asam berguna untuk mencegah tumbuhnya mikroba lain yang tidak diinginkan dalam proses fermentasi. Secara umum pH susu tempe bubuk hasil penelitian ini adalah 5, dan pH susu tempe bubuk dipengaruhi oleh pH tempe selama proses fermentasi. Steinkrauss (dalam Amalia Putri, 2011) menyatakan perubahan yang terjadi selama fermentasi tempe antara lain peningkatan pH dari 5,0 menjadi 7,6. Peningkatan pH ini terjadi akibat pertumbuhan kapang yang cepat.

Organoleptik Susu Tempe Bubuk

Selain kadar air, kadar protein, kadar lemak, dan pH, dilakukan juga uji organoleptik. Pengukuran organoleptik merupakan pengukuran yang dilakukan untuk menilai mutu dari suatu produk, yang dalam hal ini berupa susu tempe bubuk. Penilaian organoleptik dalam penelitian ini meliputi tekstur, warna, aroma dan rasa. Berdasarkan

hasil uji organoleptik dari 10 panelis didapatkan rata penilaian uji organoleptik sebagai berikut:

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

| Perlakuan | Parameter | | | |
|-----------|--------------------------------------|----------------------|------------------------|--------------------|
| | Rerata Tekstur | Rerata Warna | Rerata Aroma | Rerata Rasa |
| T1 | 4,53 Bubuk Halus Tanpa Menggumpal | 4,03 Cokelat Muda | 4,03 Beraroma Tempe | 4,33 Agak Manis |
| T2 | 4,50 Bubuk Halus Tanpa Menggumpal | 4,13 Cokelat Muda | 4,07 Beraroma Tempe | 4,60 Manis |
| T3 | 4,57 Bubuk Halus Tanpa Menggumpal | 4,30 Cokelat Muda | 4,33 Beraroma Tempe | 4,90 Manis |
| T4 | 4,2 Bubuk Halus Agak Menggumpal | 4,03 Cokelat Muda | 4,07 Beraroma Tempe | 4,17 Agak Manis |
| T5 | 4,07 Bubuk Halus Agak Menggumpal | 3,40 Cokelat | 4,07 Beraroma Tempe | 4,37 Agak manis |

Keterangan: T1 : LM 12 jam, T2: LM 24 jam, T3: LM 36 jam, T4: LM 48 jam, T5: LM 60 jam

Hasil organoleptik pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada tekstur susu tempe bubuk dari kelima perlakuan. Pada perlakuan lama fermentasi 12 jam, 24 jam dan 36 jam memiliki tekstur bubuk halus tanpa menggumpal dengan kisaran 4,50-4,57, ini disebabkan oleh kadar air yang tidak terlalu tinggi pada ketiga perlakuan ini. Sedangkan pada perlakuan lama fermentasi 48 jam dan 60 jam tekstur yang didapatkan adalah bubuk halus agak menggumpal karena pada lama fermentasi ini kadar air yang dimiliki keduanya adalah yang paling tertinggi, sehingga proses pengeringan susu tempe cair menjadi susu tempe bubuk agak terkendala dikarenakan tingginya kadar air.

Warna yang dihasilkan dari kelima perlakuan empat diantaranya memiliki warna cokelat muda yaitu perlakuan lama fermentasi 12 jam, 24 jam, 36 jam dan 48 jam, sedangkan perlakuan lama fermentasi 60 jam memiliki warna cokelat. Kualitas bahan baku menjadi pembeda keempat perlakuan ini dengan perlakuan 60 jam, dikarenakan pada perlakuan 60 jam telah mengalami fermentasi yang cukup lama hingga menyebabkan bahan baku tempe mulai membusuk dan agak berubah warna dari putih menjadi agak kehitaman. Sehingga ketika dilakukan pengeringan warna yang dihasilkan menjadi cokelat.

Berdasarkan Tabel 2 dari kelima perlakuan seluruhnya beraroma tempe. Ini disebabkan bahan baku yang digunakan adalah tempe yang telah dilakukan fermentasi sebelumnya. Tempe segar memiliki 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 (Made, 2004).

Menurut Kartika, dkk, (1998), makanan merupakan gabungan dari berbagai rasa bahan-bahan yang digunakan dalam makanan tersebut. Rasa menjadi faktor penting dan penilaian akhir konsumen terhadap penerimaan keseluruhan suatu produk. Rasa yang dihasilkan kelima perlakuan berbeda-beda. Berdasarkan organoleptik rasa pada Tabel 2, rata-rata rasa yang dihasilkan berkisar diantara agak manis dan manis. Ini disebabkan karena adanya penambahan sedikit perasa gula. Meskipun rasa dapat menjadi faktor yang mempengaruhi tingkat kesukaan panelis terhadap susu tempe bubuk, namun disisi lain rasa adalah suatu yang nilainya sangat relatif.

Berdasarkan hasil perhitungan nilai susu tempe bubuk terbaik menurut parameter organoleptik adalah pada perlakuan lama fermentasi 36 jam. Perlakuan lama fermentasi 36 jam mendapatkan nilai yang paling tinggi dibanding dengan perlakuan lain. Bahan baku yang telah pada tahap matang yang baik menjadi salah satu penyebab mengapa perlakuan lama fermentasi 36 jam mendapatkan nilai paling baik. Walaupun kriteria yang didapatkan sama dengan perlakuan lama fermentasi 12 jam dan 24 jam, namun menurut panelis perlakuan lama fermentasi 36 jam lebih memiliki tekstur yang lebih halus, warna yang lebih menarik, dan rasa yang lebih manis dibanding dengan perlakuan lainnya.

Pada nilai uji hedonik juga menunjukkan hasil yang sama yaitu panelis lebih menyukai susu tempe bubuk pada perlakuan lama fermentasi 36 jam. Berikut adalah hasil penilaian uji hedonik susu tempe bubuk berdasarkan lama fermentasi pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil penilaian Uji Hedonik Susu Tempe Bubuk dari Berbagai Perlakuan

| Perlakuan | Parameter | |
|-----------|-----------|----------|
| | Rerata | Kriteria |
| T1 | 4,07 | Suka |
| T2 | 4,04 | Suka |
| T3 | 4,37 | Suka |
| T4 | 3,97 | Sedang |
| T5 | 3,90 | Sedang |

Keterangan: T1 : LM 12 jam, T2: LM 24 jam, T3: LM 36 jam, T4: LM 48 jam, T5: LM 60 jam

Uji hedonik atau uji kesukaan merupakan salah satu uji dimana panelis diminta untuk mengungkapkan tanggapannya tentang kesukaan dan ketidaksukaan. Tabel 6 menunjukkan bahwa hasil penilaian keseluruhan susu tempe bubuk dari 10 orang panelis didapatkan bahwa susu tempe yang disukai panelis adalah susu tempe bubuk dengan lama fermentasi 12 jam, 24 jam dan 36 jam dengan rata-rata 4,07, 4,04 dan 4,37. Hal ini dikarenakan susu tempe bubuk dengan lama fermentasi 12 jam, 24 jam, 36 jam memiliki tekstur, warna dan aroma seperti halnya susu bubuk yang berbau tempe yang memiliki tekstur halus tanpa menggumpal, warna cokelat muda dan beraroma tempe. Namun dilihat dari nilai yang didapatkan, perlakuan lama fermentasi 36 jamlah yang mendapatkan nilai paling tinggi yaitu 4,37.

Panelis kurang menyukai susu tempe bubuk dengan lama fermentasi 48 jam dan 60 jam karena terkstur yang dimiliki masih agak menggumpal, warna yang cokelat dan rasa yang masih agak kurang manis.

Pengembangan Hasil Penelitian sebagai LKM (Lembar Kerja Mahasiswa)

Pengembangan LKM dari hasil penelitian mengacu pada tahapan pengembangan model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan.

1. Analysis

Pada tahap analisis peneliti melakukan needs assessment (analisis kebutuhan) yang mencakup analisis kurikulum berdasarkan RKPP (Rencana Kegiatan Program Pembelajaran) mata kuliah Bioteknologi, materi Bioteknologi Pangan, sub topik Fermentasi yang telah dirancang oleh dosen mata kuliah Bioteknologi. Berdasarkan analisis tersebut, pengembangan LKM disesuaikan dengan Standar Kompetensi (SK) dan Kompetensi Dasar (KD) pada subtopik ini, yaitu SK: Mahasiswa mampu memahami proses-proses dalam Bioteknologi serta penerapannya dalam kehidupan dan KD: Mendeskripsikan produk-produk bioteknologi pangan. Berdasarkan analisis tersebut, maka diperoleh spesifikasi indikator yang digunakan untuk merancang LKM pembuatan susu tempe bubuk. Disamping menyesuaikan SK dan KD pada sub topik fermentasi ini, dilakukan juga survei mengenai ketersediaan LKM pada sub topik fermentasi kepada dosen mata kuliah yang bersangkutan, untuk mengetahui apakah LKM yang biasa digunakan pada kegiatan praktikum perlu dikembangkan untuk menyempurnakan LKM yang sudah ada akan lebih baik apabila dilakukan pengembangan LKM berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

2. Design

Pada tahap *design* dilakukan perancangan skenario materi pokok, indikator berdasarkan tahap sebelumnya dan dilakukan perancangan LKM pembuatan susu tempe bubuk berdasarkan analisis kurikulum yang telah dilaksanakan. Format LKM yang dirancang disesuaikan dengan format penyusunan LKM yang mengacu kepada Unit Penjaminan Mutu Fakultas (2014). Adapun komponen penyusunan LKM terdiri atas : Judul (materi), Tujuan, Alat dan bahan, Teori/wacana, Kegiatan (merupakan kegiatan yang akan dikerjakan oleh mahasiswa), Kesimpulan dan latihan. Judul LKM disesuaikan dengan judul sub topik yang akan dibahas yaitu : pembuatan susu tempe bubuk.

Tujuan disesuaikan dengan tujuan kegiatan praktikum yang akan dilaksanakan. Komponen alat dan bahan disesuaikan dengan kebutuhan dalam kegiatan praktikum. Teori/wacana merupakan ringkasan singkat yang disesuaikan dengan tujuan praktikum yang akan dicapai. Kegiatan merupakan langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan selama kegiatan praktikum berlangsung sesuai dengan perintah kegiatan pada LKM. Kesimpulan berupa kesimpulan dari hasil kegiatan yang dilakukan dan latihan merupakan beberapa buah pertanyaan yang berkaitan dengan kegiatan serta soal latihan yang berkaitan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan.

3. Development

Tahap ketiga yaitu tahap *Development* yaitu pengembangan LKM berdasarkan design LKM yang telah dibuat. Jumlah LKM yang dikembangkan 1 topik yaitu pembuatan tape. Setelah LKM yang dirancang selesai selanjutnya konten LKM akan divalidasi oleh tim validator yaitu oleh dosen dibidang pendidikan dan dosen dibidang bioteknologi. Adapun LKM yang dikembangkan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut. Tahap pengembangan LKM berupa realisasi rancangan produk pada tahap *development*, tidak dilanjutkan untuk tahap *implementation* dan *evaluation*. Kedua tahap

tersebut akan dilaksanakan pada mata kuliah Bioteknologi untuk mahasiswa angkatan 2013 dan seterusnya.

Untuk menilai kevalidan dan kesahihan dari LKM yang telah dikembangkan ini, dilakukan validitas. Adapun rerata hasil verifikasi LKM secara keseluruhan oleh validator dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Rerata Validitas LKM Susu Tempe Bubuk

| Komponen yang Diamati | Rerata Penilaian | | | Rerata Ketiga Validator |
|------------------------------|------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| | V1 | V2 | V3 | |
| Topik | 3,00 | 3,00 | 4,00 | 3,33 |
| Materi | 3,00 | 3,33 | 3,33 | 3,22 |
| Tujuan pembelajaran | 3,00 | 3,00 | 4,00 | 3,33 |
| Alat dan bahan | 3,00 | 4,00 | 4,00 | 3,67 |
| Petunjuk mengerjakan | 3,00 | 3,00 | 3,66 | 3,22 |
| Pertanyaan/masalah | 3,00 | 3,00 | 3,40 | 3,13 |
| Rerata Tiap Validator | 3,00 | 3,22 | 3,73 | 3,32 |
| Kategori Validitas | | | | Valid |

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

SIMPULAN DAN REKOMENDASI

1. Ditinjau dari kandungan kadar air, kadar protein, kadar lemak dan kadar pH susu tempe dengan lama fermentasi 12 jam merupakan susu tempe bubuk dengan kualitas terbaik.
2. Ditinjau dari uji organoleptik lama fermentasi 36 jam merupakan lama fermentasi terbaik untuk susu tempe bubuk dari segi organoleptik.
3. Hasil penelitian dapat dikembangkan sebagai LKM sub materi fermentasi pada materi Bioteknologi Pangan pada mata kuliah Bioteknologi dengan kategori valid sehingga dapat dipergunakan pada praktikum fermentasi khususnya dalam praktikum pembuatan susu tempe bubuk
Disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan melakukan penambahan rasa pada susu tempe bubuk dan perlu dilanjutkan ke tahap Implementasi dan Evaluasi dalam kegiatan praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia Putri K. 2011. Kajian Total Bakteri Probiotik dan Aktivitas Antioksidan Yoghurt Tempe dengan Variasi Substrat. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Deliani. 2008. Perlakuan Lama Fermentasi terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe. Skripsi tidak dipublikasikan. Universitas Sumatera Utara. Medan.

- Erna Ayu Dwinaningsih. 2010. Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai/Beras dan Penambahan Angkak Serta Variasi Lama Fermentasi. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Iljas, N. 1973. Preserving and Shelf-life Studies of Tempe. Unpublished M.S. thesis. The Ohio State University.
- Kartika, B. P. Hastuti, W. Supartono. 1998. *Pedoman Uji Inderawi Bahan Pangan*. UGM Press. Yogyakarta.
- Kasmidjo, R.B. 1996. *Tempe : Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*. PAU Pangan dan Gizi. UGM, Yogyakarta.
- Lehninger. 1998. *Dasar-dasar Biokimia*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Made Astawan. 2004. *Tetap Sehat dengan Produk Makanan Olahan*. Tiga Serangkai. Surakarta.
- Nur Hidayat. Masdiana C. Padaga dan Sri Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi. Yogyakarta.
- Subagio, A., Siti H., Wiwik, S. W., Unus, Mukhammad Fauzi, dan Bambang Herry. 2002. Kajian Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Hidrolisat Tempe Hasil Hidrolisis Protease. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan* 13(3):204-210.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Alfabeta. Bandung.
- Syarief, R. 1999. *Wacana Tempe Indonesia*. Universitas Katolik Widya Mandala Press. Surabaya.
- Widowati, S . 2004. Tempe Dan Produk Turunannya : Pangan Fungsional Indigenous Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Peningkatan Daya Saing Pangan Tradisional*. Balai Besar Penelitian Dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Hal 220-228. Bogor.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Wiryadi, R. 2007. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Lama Pengeringan terhadap Mutu Tepung Cokelat (*Theobroma cocoa L*). Sripsi. Universitas Syah Kuala. Aceh.