

**FORMULASI TEPUNG TEMPE JAGUNG (*Zea Mays L.*) DAN
TEPUNG TERIGU TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIK
DAN SENSORI BROWNIES PANGGANG**

(Skripsi)

Oleh

AYU DIAN PRATIWI PERMATAHATI



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

THE FORMULATION OF CORN TEMPEH FLOUR AND WHEAT FLOUR TOWARD CHEMICAL, PHYSICAL AND SENSORY CHARACTERISTICS OF BAKED BROWNIES

By

AYU DIAN PRATIWI PERMATAHATI

The objective of this research was to obtain different chemical, physical and sensory characteristics of baked brownies from various formulations of corn tempeh flour and wheat flour, and to obtain the formulation of corn tempeh flour and wheat flour which produces brownies with the best chemical, physical and sensory properties. The research was arranged in a Complete Randomized Block Design with six treatments and four replications. The treatments used were A1 (100%: 0%), A2 (90%: 10%), A3 (80%: 20%), A4 (70%: 30%), A5 (60%: 40%) and A6 (50%:50%). The data were analyzed using ANOVA and further tested using Honestly Significance Difference (HSD) at levels 5%. The results showed that the best treatment was on A6 (50% corn tempeh flour : 50% wheat flour) with moisture of 17,14%, ash content of 1,96%, protein content of 8,54%, fat content of 13,60%, carbohydrate content of 58,77%, development degree of 77,83%, the resulted color blackish brown with RGB (*Red, Green, Blue*) index value with

Ayu Dian Pratiwi Permatahati

0,293 of red, 0,240 of green and 0,467 of blue, an aroma score was slightly typical of corn (2,61), a taste score was slightly taste typical of corn (3,02), a texture score was slightly tender (3,21) and an acceptance of overall score was like (3,63).

Keywords: brownies baked, corn tempeh flour, wheat

ABSTRAK

FORMULASI TEPUNG TEMPE JAGUNG (*Zea Mays L.*) DAN TEPUNG TERIGU TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIK DAN SENSORI BROWNIES PANGGANG

OLEH

AYU DIAN PRATIWI PERMATAHATI

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan karakteristik kimia, fisik dan sensori brownies panggang yang berbeda dari berbagai formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu, serta mendapatkan formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu yang menghasilkan brownies panggang dengan sifat kimia, fisik dan sensori terbaik. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap dengan enam perlakuan dan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan yaitu A1 (100%:0%), A2 (90%:10%), A3 (80%:20%), A4 (70%:30%), A5 (60%:40%) dan A6 (50%:50%). Data dianalisis ragam dan diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan A6 (50% tepung tempe jagung : 50% tepung terigu) dengan kadar air sebesar 17,14%, kadar abu sebesar 1,96%, kadar protein sebesar 8,54%, kadar lemak sebesar 13,60%, kadar karbohidrat sebesar 58,77%, derajat pengembangan sebesar 77,83%, dengan warna coklat kehitaman yang memiliki

Ayu Dian Pratiwi Permatahati

nilai indeks RGB (*Red, Green, Blue*) *red* 0,293, *green* 0,240 dan *blue* 0,467, aroma sedikit khas jagung (2,61), rasa sedikit terasa khas jagung (3,02), tekstur agak lembut (3,21) dan penerimaan keseluruhan suka (3,63).

Kata kunci: brownies panggang, tepung tempe jagung, terigu

**FORMULASI TEPUNG TEMPE JAGUNG (*Zea Mays L.*) DAN
TEPUNG TERIGU TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIK
DAN SENSORI BROWNIES PANGGANG**

Oleh

AYU DIAN PRATIWI PERMATAHATI

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

**Judul Skripsi : FORMULASI TEPUNG TEMPE JAGUNG
(Zea Mays L.) DAN TEPUNG TERIGU
TERHADAP SIFAT KIMIA, FISIK DAN
SENSORI BROWNIES PANGGANG**

Nama Mahasiswa : Ayu Dian Pratiwi Permatahati

Nomor Pokok Mahasiswa : 1214051013

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

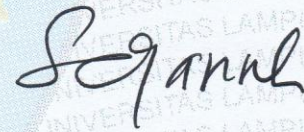
Fakultas : Pertanian

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

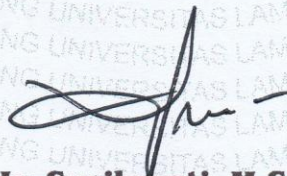


Ir. Sri Setyani, M.S.
NIP 19531014 198303 2 003



Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.
NIP 19620720 198603 2 001

2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian



Ir. Susilawati, M.Si.
NIP 19610806 198702 2 001

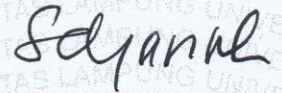
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

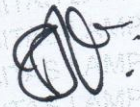
Ketua : Ir. Sri Setyani, M.S.



Sekretaris : Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si.**



Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.

NIP 19611020 198603 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 10 Mei 2017

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Ayu Dian Pratiwi Permatahati NPM 1214051013

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya dibawah bimbingan Pembimbing I, Pembimbing II dan Pembahas yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 10 Mei 2017
Yang membuat pernyataan



Ayu Dian Pratiwi Permatahati
NPM. 1214051013

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 27 Juni 1994, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Heru S. Sumitro dan Ibu Purwanti. Pendidikan penulis diawali di TK Al-Kautsar Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2000. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SD Al-Kautsar Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2006. Setelah itu penulis melanjutkan studi ke SMP Al-Kautsar Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2009 dan SMA Al-Kautsar Bandar Lampung, diselesaikan pada tahun 2012.

Pada tahun 2012, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur Ujian Mandiri. Selama menjadi mahasiswa Penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Teknologi Serealia dan Palawija. Pada tahun 2015 penulis melaksanakan Praktik Umum di PT. Laju Perdana Indah, Site Komering, Sumatera Selatan dengan judul “Mempelajari *Quality Control (QC)* Pada Pembuatan Gula Putih di PT. Laju Perdana Indah”. Pada tahun 2016 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Medasari, Kecamatan Rawajitu Selatan, Kabupaten Tulang Bawang dengan tema “Implementasi Keilmuan dan Teknologi Tepat Guna dalam Pemberdayaan Masyarakat dan Pembentukan Melalui Penguatan Fungsi Keluarga (Posdaya)”.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan berkat, rahmat dan karunia-Nya penulis mampu menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini yang berjudul “Formulasi Tepung Tempe Jagung (*Zea Mays L.*) dan Tepung Terigu Terhadap Sifat Kimia, Fisik dan Sensori Brownies Panggang”. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari keterlibatan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas izin penelitian serta arahan yang diberikan;
3. Ibu Ir. Sri Setyani, M.S., selaku Dosen Pembimbing Utama dan Pembimbing Akademik yang bersedia membimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Terimakasih atas nasihat, motivasi, bimbingan, pengarahan, masukan dan saran selama penyusunan hingga skripsi ini selesai;
4. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah banyak memberikan bimbingan, nasihat, motivasi, pengarahan, saran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini;

5. Ibu Dr. Ir. Sussi Astuti, M.Si., selaku Pembahas yang telah memberikan bimbingan, motivasi, nasihat yang sangat bermanfaat, saran dan masukan hingga terselesaikanya skripsi ini;
6. Segenap Bapak dan Ibu dosen serta para staff dan karyawan THP FP Unila yang telah banyak memberikan bekal ilmu pengetahuan serta arahan dan bantuannya kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
7. Keluarga tercinta, Papa, Mama, adik-adikku Annisa Nur Azizah Fajri dan Atina Tri Riskayati Santun yang telah memberikan semangat, senyum dan dukungan baik moril maupun materil serta doanya sehingga penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan skripsi dengan lancar.

Penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 10 Mei 2017
Penulis,

Ayu Dian Pratiwi Permatahati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang dan Masalah	1
1.2. Tujuan Penelitian	4
1.3. Kerangka Pemikiran	4
1.4. Hipotesis	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Jagung	8
2.1.1. Produksi dan Jenis Jagung	9
2.1.2. Morfologi Biji Jagung	10
2.1.3. Kandungan Gizi Jagung Hibrida.....	11
2.1.4. Komposisi Kimia dan Kandungan Asam Amino Jagung Hibrida.....	12
2.2. Tempe Jagung	13
2.2.1. Perendaman	13
2.2.2. Pengukusan	14
2.2.3. Peragian (Inokulasi)	16
2.2.4. Fermentasi (Inkubasi)	17
2.3. Tepung Tempe Jagung	18
2.4. Pembuatan Brownies	20
2.4.1. Brownies	20
2.4.2 Tahap Pembuatan Brownies	22

2.4.2.1. Pencampuran (<i>Mixing</i>)	22
2.4.2.2. Pencetakan Adonan.....	23
2.4.2.3. Pembakaran (<i>Baking</i>)	23
2.4.3. Bahan Baku Brownies	24
2.4.3.1. Tepung Terigu	24
2.4.3.2. Gula	26
2.4.3.3. Telur	26
2.4.3.4. Minyak Nabati	27
2.4.3.5. Garam	28
2.4.3.6. Cokelat	29
2.4.3.7. Bahan Pengembang	30

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	35
3.2. Bahan dan Alat	35
3.3. Metode Penelitian	36
3.4. Pelaksanaan Penelitian	37
3.4.1. Pembuatan Tepung Tempe Jagung	37
3.4.2. Pembuatan Brownies Panggang	40
3.5. Pengamatan	41
3.5.1. Analisis Kimia	42
3.5.1.1. Kadar Air	42
3.5.1.2. Kadar Abu	42
3.5.1.3. Kadar Protein	43
3.5.1.4. Kadar Lemak	44
3.5.1.5. Kadar Karbohidrat	45
3.5.2. Analisis Fisik	45
3.5.2.1. Derajat Pengembangan	45
3.5.2.2. Warna	46
3.5.3. Uji Sensori	48

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisis Kimia Brownies Panggang	50
4.1.1. Kadar Air	50
4.1.2. Kadar Abu	52
4.1.3. Kadar Protein	53
4.1.4. Kadar Lemak	56
4.1.5. Kadar Karbohidrat	57
4.2. Analisis Fisik Brownies Panggang	59
4.2.1. Derajat Pengembangan	59
4.2.2. Warna	61

4.3. Uji Sensori Brownies Panggang	63
4.3.1. Aroma	63
4.3.2. Rasa	64
4.3.3. Tekstur	66
4.3.4. Penerimaan Keseluruhan	69
4.3.5. Penentuan Perlakuan Terbaik	70
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	73
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	81

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan gizi dalam 100 g jagung kuning hibrida	11
2. Komposisi kimia berbagai varietas biji jagung	12
3. Kandungan asam amino jagung hibrida (g/100 g protein)	13
4. Kandungan gizi tepung tempe jagung	19
5. Komposisi kimia brownies tiap 100 g bahan	20
6. Kandungan gizi brownies	21
7. Kandungan gizi brownies	21
8. Komposisi kimia tepung terigu dalam 100 g bahan.....	25
9. Kandungan gizi telur ayam dalam 100 g bahan.....	27
10. Perbandingan tepung tempe jagung dan tepung terigu pada pembuatan brownies panggang	36
11. Formula pembuatan brownies panggang	40
12. Skala penilaian sensori	49
13. Penentuan perlakuan terbaik meliputi sifat kimia, fisik dan sensori brownies panggang dengan perbandingan tepung tempe jagung dan tepung terigu	72
14. Analisis kadar air brownies panggang	82
15. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) kadar air brownies panggang	82
16. Hasil sidik ragam kadar air brownies panggang	83

17. Uji BNJ kadar air brownies panggang	83
18. Analisis kadar abu brownies panggang	83
19. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) kadar abu brownies panggang	84
20. Hasil sidik ragam kadar abu brownies panggang	84
21. Uji BNJ kadar abu brownies panggang	85
22. Analisis kadar protein brownies panggang	85
23. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) kadar protein brownies panggang	85
24. Hasil sidik ragam kadar protein brownies panggang	86
25. Uji BNJ kadar protein brownies panggang	86
26. Analisis kadar lemak brownies panggang	87
27. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) kadar lemak brownies panggang	87
28. Hasil sidik ragam kadar lemak brownies panggang	88
29. Uji BNJ kadar lemak brownies panggang	88
30. Analisis kadar karbohidrat brownies panggang	88
31. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) kadar karbohidrat brownies panggang	89
32. Hasil sidik ragam kadar karbohidrat brownies panggang	89
33. Uji BNJ kadar karbohidrat brownies panggang	90
34. Analisis derajat pengembangan brownies panggang	90
35. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) derajat pengembangan brownies panggang	90
36. Hasil sidik ragam derajat pengembangan brownies panggang	91
37. Uji BNJ derajat pengembangan brownies panggang	91
38. Nilai indeks RGB dari program Matlab	92
39. Normalisasi nilai RGB	93

40. Daftar skor aroma brownies panggang	93
41. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) aroma brownies panggang	94
42. Hasil sidik ragam aroma brownies panggang	94
43. Uji BNJ aroma brownies panggang	95
44. Daftar skor rasa brownies panggang	95
45. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) rasa brownies panggang	95
46. Hasil sidik ragam rasa brownies panggang	96
47. Uji BNJ rasa brownies panggang	96
48. Daftar skor tekstur brownies panggang	97
49. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) tekstur brownies panggang	97
50. Hasil sidik ragam tekstur brownies panggang	98
51. Uji BNJ tekstur brownies panggang	98
52. Daftar skor penerimaan keseluruhan brownies panggang	98
53. Uji homogenitas (<i>Bartlett's test</i>) penerimaan keseluruhan brownies panggang	99
54. Hasil sidik ragam penerimaan keseluruhan brownies panggang	99
55. Uji BNJ penerimaan keseluruhan brownies panggang	100

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur biji jagung	10
2. Diagram alir proses pembuatan tepung tempe jagung	39
3. Proses pembuatan brownies	41
4. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap kadar air brownies panggang	50
5. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap kadar abu brownies panggang	52
6. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap kadar protein brownies panggang	54
7. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap kadar lemak brownies panggang	56
8. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap kadar karbohidrat brownies panggang	58
9. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap derajat pengembangan brownies panggang	59
10. Nilai rata-rata indeks RGB	61
11. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap skor aroma brownies panggang	63
12. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap skor rasa brownies panggang	65
13. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap skor tekstur brownies panggang	67

14. Pengaruh formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu terhadap skor penerimaan keseluruhan brownies panggang	69
15. Persiapan jagung	101
16. Proses perendaman jagung	101
17. Proses penampihan jagung.....	101
18. Proses pengukusan jagung	101
19. Proses pengaronan jagung.....	101
20. Proses fermentasi tempe jagung	101
21. Tempe jagung	102
22. Pengirisan tempe jagung	102
23. Proses pengovenan tempe jagung	102
24. Tepung tempe jagung	102
25. Persiapan bahan	102
26. Proses pembuatan brownies panggang	102
27. Brownies sebelum dipanggang	103
28. Brownies setelah dipanggang	103
29. Sampel brownies panggang	103
30. Uji sensori brownies panggang	103
31. Analisis kadar air brownies panggang	103
32. Analisis kadar abu brownies panggang.....	104
33. Penimbangan hasil analisis brownies panggang	104

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Kekayaan alam Indonesia belum dimanfaatkan dan dikelola secara maksimal, hal tersebut terlihat dari ketergantungan pada berbagai bahan pangan impor yang masih sangat tinggi, salah satunya adalah tepung terigu. Kebutuhan terigu di Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Tahun 2015 kebutuhan terigu di Indonesia sebesar 5,51 juta ton dan pada tahun 2016 meningkat menjadi 5,91 juta ton (APTINDO, 2016). Budaya mengonsumsi tepung pada masyarakat Indonesia perlu diimbangi dengan pengembangan aneka tepung lokal untuk mengurangi penggunaan terigu (Budiyono *et al.*, 2008).

Salah satu upaya untuk mengurangi tingginya penggunaan tepung terigu adalah dengan penggunaan bahan pangan lokal, seperti tepung dari jagung. Jagung merupakan salah satu komoditi hasil pertanian berbasis sereal yang berperan penting dalam perkembangan industri pangan di Indonesia. Kandungan nutrisi jagung tidak kalah dengan terigu, bahkan jagung memiliki keunggulan karena mengandung komponen fungsional seperti serat pangan, unsur Fe (4,8 mg/100g) dan betakaroten (2,49 mg/g) (Suarni dan Firmansyah, 2005). Namun, jagung mengandung antinutrisi seperti antitripsin, asam fitat dan oligosakarida yang dapat mengganggu penyerapan zat gizi tubuh, sehingga menghambat kesehatan (Arief

dan Asnawi, 2009). Metode yang dapat digunakan untuk mengurangi antinutrisi tersebut salah satunya adalah dengan menggunakan metode fermentasi.

Menurut Wignyanto dan Mahardika (2009), salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kandungan asam amino adalah melalui proses fermentasi tepung jagung dengan kapang *Rhizopus sp.* Menurut Nago *et al.* (1998), proses fermentasi pada produk yang berbasis sereal, kacang-kacangan dan umbi-umbian dapat meningkatkan nilai cerna pati dan protein, sehingga produk tersebut dapat dikonsumsi oleh bayi, anak-anak dan orang sakit. Oleh karena itu, fermentasi dapat dijadikan alternatif dalam pengolahan tepung tempe jagung.

Tepung tempe jagung merupakan hasil olahan dari produk tempe jagung yang telah mengalami proses fermentasi. Setyani *et al.* (2013) menyatakan bahwa 100 g tepung tempe jagung yang diperoleh dari proses perendaman jagung selama 48 jam, pengukusan sebanyak 2 kali dan proses fermentasi dengan ragi tempe sebanyak 2% selama 48 jam menghasilkan tepung tempe jagung dengan kadar air sebesar 4,30%, protein sebesar 11,27%, lemak sebesar 5,13%, abu sebesar 1,86% dan karbohidrat sebesar 76,74%. Tepung tempe jagung memiliki nilai guna yang tinggi jika dimanfaatkan dengan baik, salah satunya sebagai bahan substitusi pada pembuatan brownies panggang.

Menurut Setyani *et al.* (2013), perbaikan komposisi kimia pada tepung tempe jagung yaitu peningkatan kadar protein, lemak, abu, serat kasar, mineral Ca, Na, Zn dan vitamin B6. Selama pertumbuhan kapang pada jagung, kapang menghasilkan enzim yang berupa protein globular, terutama enzim protease yang dapat menghidrolisis protein menjadi asam-asam amino, sehingga kadar

proteinnya meningkat. Peningkatan kandungan protein karena adanya aktivitas proteolitik kapang yang menguraikan protein menjadi asam-asam amino selama fermentasi, sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan.

Brownies merupakan makanan yang familiar dan digemari oleh kalangan anak-anak, dewasa, hingga orang tua. Brownies panggang adalah panganan jenis *cake* yang dipanggang, berbentuk persegi atau datar. Pengembangan produk brownies menggunakan tepung diversifikasi diharapkan dapat menurunkan konsumsi tepung terigu dan menyediakan pilihan produk brownies bebas gluten. Bahan utama pembuatan brownies pada umumnya menggunakan tepung terigu, telur, gula dan minyak nabati. Tepung terigu digunakan sebagai bahan baku brownies karena memiliki kandungan gluten, sedangkan kandungan glutelin pada jagung lebih rendah daripada tepung terigu. Kandungan gluten pada tepung terigu mencapai 80% (Suarni dan Widowati, 2011), sedangkan kandungan glutelin pada jagung sebesar 35,1% (Koswara, 2009^a). Jumlah gluten pada tepung terigu dan glutelin pada tepung tempe jagung yang berbeda, diduga akan menyebabkan perbedaan tekstur dan tingkat pengembangan produk brownies panggang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui formulasi yang tepat antara tepung tempe jagung dan tepung terigu yang menghasilkan brownies panggang dengan sifat kimia, fisik dan sensori terbaik.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah:

1. Mendapatkan karakteristik kimia, fisik dan sensori brownies panggang yang berbeda dari berbagai formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu.
2. Mendapatkan formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu yang menghasilkan brownies panggang dengan sifat kimia, fisik dan sensori terbaik.

1.3 Kerangka Pemikiran

Brownies merupakan golongan *cake* yang memiliki warna coklat kehitaman dan rasa yang khas dominan coklat. Produk ini termasuk *intermediate-moisture foods* dengan kadar air lebih rendah 10-20% dari roti (Cauvain and Young, 2006). Struktur brownies yaitu memiliki keseragaman pori remah ketika dipotong dan dikonsumsi, tekstur lembut dan menghasilkan *flavor* yang baik. Brownies panggang mempunyai tekstur lebih keras dari *cake* karena tidak membutuhkan pengembangan yang tinggi (Sulistiyo, 2006).

Menurut Maesari (2015), semakin besar komposisi tepung jagung terfermentasi yang ditambahkan dalam adonan roti manis, derajat pengembangan adonan roti manis semakin berkurang. Kurniawati dan Ayustaningwarno (2012) menyatakan, gluten digunakan untuk membantu penangkapan gas CO₂ hasil fermentasi khamir. Salah satu jenis protein yang terkandung dalam tepung jagung adalah glutelin, yaitu protein yang larut dalam basa dan asam encer (Suarni dan Firmansyah,

2005). Glutelin merupakan jenis protein yang tidak larut dalam air dan pelarut netral, tetapi lebih cepat larut dalam larutan asam atau basa. Kandungan glutelin biji jagung yakni sebesar 35,1% (Koswara, 2009^a), sementara kandungan gluten pada tepung terigu mencapai 80% (Suarni dan Widowati, 2011). Kandungan glutelin yang terdapat didalam jagung lebih rendah dibandingkan kandungan gluten yang terdapat didalam tepung terigu. Rendahnya kandungan glutelin pada jagung diduga kurang berpengaruh terhadap daya kembang adonan brownies. Oleh karena itu, dalam proses pembuatan brownies panggang dilakukan substitusi tepung terigu.

Menurut Astawan (2009), penggunaan tepung terigu yang cocok dalam pembuatan brownies adalah tepung terigu berprotein rendah, dengan kandungan protein 8-9,5%. Karakteristik tepung terigu berprotein rendah yaitu memiliki warna yang lebih putih, mudah menggumpal jika digenggam, adonan yang terbentuk lengket, daya kembang rendah dan kurang elastis. Pembuatan brownies panggang ini digunakan bahan alternatif lain berupa tepung tempe jagung yang disubstitusikan pada tepung terigu. Penggunaan tepung tempe jagung pada pembuatan brownies panggang ini untuk mengurangi konsumsi tepung terigu sebagai produk diversifikasi pangan. Penambahan tepung tempe jagung sebagai sumber protein dalam pembuatan brownies panggang ini bertujuan untuk meningkatkan nilai gizi brownies panggang yang dihasilkan. Tepung tempe jagung digunakan karena memiliki kandungan protein yang lebih tinggi akibat proses fermentasi (Setyani *et al.*, 2013).

Azman (2000) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah tepung jagung atau tepung ubi kayu dalam tepung komposit, tekstur kue yang dihasilkan semakin keras. Diduga pencampuran tepung tempe jagung ke dalam adonan brownies akan menghasilkan tekstur brownies yang remah. Sifat fisik dan sensori brownies panggang dengan bahan baku tepung terigu memiliki warna coklat pekat atau coklat kehitaman, tekstur luar tampak kering dan bagian dalam yang lembut, rasa khas dominan coklat dan manis, remah dan tidak terlalu mengembang (Astawan, 2009). Sifat kimia brownies dengan bahan baku tepung terigu mempunyai kadar air 11,38%, kadar protein 5,98%, kadar lemak 26,0%, kadar karbohidrat 55,97% dan daya kembang 49,98% (Windaryati *et al.*, 2013).

Berdasarkan perbedaan kandungan gizi dan sifat tepung tempe jagung dan tepung terigu, diduga formulasi antara tepung tempe jagung dan tepung terigu akan menghasilkan produk brownies dengan sifat dan nilai gizi yang berbeda pula. Substitusi tepung tempe jagung dan tepung terigu ini diduga dapat meningkatkan sifat fisik, kimia dan sensori brownies panggang yang dihasilkan. Formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu yang digunakan pada penelitian ini yaitu (100:0), (90:10), (80:20), (70:30), (60:40) dan (50:50) dengan bahan tambahan telur, gula, minyak nabati, coklat bubuk, coklat batang, *cake emulsifier*, baking powder, vanili dan garam.

1.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah:

1. Formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu menghasilkan karakteristik kimia, fisik dan sensori pada brownies panggang yang berbeda.
2. Terdapat formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu yang menghasilkan brownies panggang dengan sifat kimia, fisik dan sensori terbaik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jagung

Jagung (*Zea mays L.*) merupakan salah satu tanaman pangan dunia yang terpenting, selain gandum dan padi. Jagung (*Zea mays L.*) adalah salah satu sumber karbohidrat yang dapat digunakan sebagai pengganti beras, karena jagung memiliki kalori yang hampir sama dengan beras. Jagung juga merupakan sumber protein yang murah dan sebagai komoditi lokal yang tersedia secara melimpah karena banyak dibudidayakan oleh petani dan dapat dikembangkan menjadi pangan pokok alternatif untuk mengeksplorasi sumber bahan baru (selain beras dan gandum) yang digunakan sebagai bahan pangan pokok dan berasal dari sumber pangan lokal (Adisarwanto dan Widyastuti, 2000). Di Indonesia, jagung merupakan hasil palawija pertama yang memegang peranan penting dalam pola menu makanan masyarakat setelah beras. Jagung sebagai bahan pangan dapat memberikan nilai gizi seperti karbohidrat, lemak, protein, beberapa vitamin dan mineral penting dalam jumlah yang cukup besar dibandingkan dengan biji-bijian lain.

Berikut klasifikasi tanaman jagung (Rukmana, 2010):

Kingdom : *Plantae*
Divisio : *Spermatophyta*
Sub Divisio : *Angiospermae*

Kelas : *Monocotyledonae*
Ordo : *Graminae*
Famili : *Graminaeae*
Genus : *Zea*
Spesies : *Zea Mays L.*

2.1.1 Produksi dan Jenis Jagung

Di Indonesia, produksi jagung sebagai bahan pangan pokok berada di urutan ketiga setelah padi dan ubi kayu. Namun, produksi jagung di Lampung selama lima tahun terakhir menunjukkan kecenderungan menurun, yakni sebesar 1.817.906 ton (2011), 1.760.275 ton (2012), 1.760.278 ton (2013), 1.719.386 ton (2014), serta 1.502.800 ton pada tahun 2015. Akan tetapi, produktivitas jagung pada tahun 2011 mencapai 47.72 kuintal/ha dan sasaran pada tahun 2015 naik menjadi 51.20 kuintal/ha, dengan kapasitas produksi 1.5 juta ton (BPS, 2015).

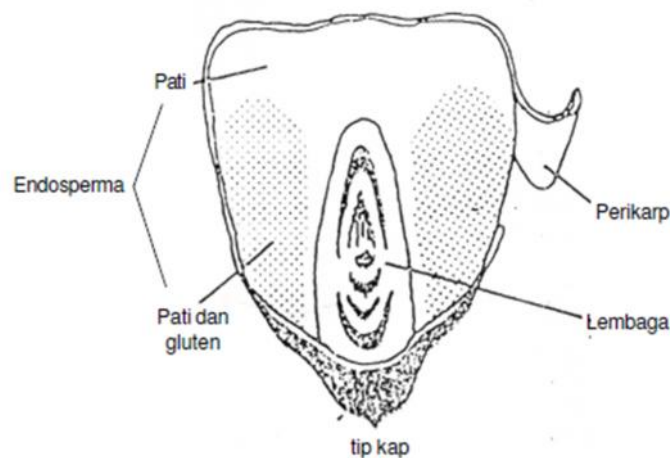
Tanaman jagung dapat dibagi menjadi dua golongan besar yaitu jagung komposit dan jagung hibrida. Setiap golongan memiliki beberapa varietas, jika jagung digolongkan berdasarkan endospermanya, maka jagung dapat digolongkan sebagai berikut: Jagung Mutiara (*Zea mays* var. *indurate*), Jagung Lekuk (*Zea mays* var. *inderata*), Jagung Manis (*Zea mays* var. *saccharata*), Jagung Brondong (*Zea mays* var. *everta*), Jagung Ketan (*Zea mays* var. *ceratina*), dan Jagung Pod (*Zea mays* var. *tunicate*) (Sudjana *et al.*, 1991).

Jagung juga dapat digolongkan berdasarkan umur tanamnya. Berdasarkan umur tanamnya, jagung dibedakan menjadi 3, antara lain: 1) Berumur pendek dengan umur tanam 75-90 hari. Contohnya yaitu Jagung manis. 2) Berumur sedang

dengan umur tanam 80-90 hari. Contohnya yaitu hibrida C-1, hibrida CP-1, hibrida CP-2, hibrida IPB-4, dan hibrida Pioneer-2. 3) Berumur panjang dengan umur tanam 120 hari.

2.1.2 Morfologi Biji Jagung

Struktur biji jagung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur biji jagung
Sumber: Suarni dan Widowati (2011).

Biji jagung tersusun dari 4 bagian terbesar yaitu: perikarp (5%), endosperm (82%), lembaga (12%) dan tip cap (1%). Bagian utama biji jagung yaitu endosperm, hampir seluruh bagiannya terdiri dari karbohidrat baik pada bagian yang lunak (*floury endosperm*) maupun pada bagian yang keras (*horny endosperm*). Pati pada endosperm terdiri dari senyawa anhidroglukosa yang terdiri dari dua molekul utama yaitu amilosa dan amilopektin (White, 2001). Bagian perikarp biji jagung mengandung 41-46% hemiselulosa; endosperm mengandung karbohidrat sekitar 87,6%; lembaga mengandung protein sebesar

18,4%, lemak sebesar 33,2% dan mineral sebesar 10,5% (Suarni dan Widowati, 2011).

2.1.3 Kandungan Gizi Jagung Hibrida

Menurut Arief dan Asnawi (2009), jagung mengandung karbohidrat sebesar 75,06-76,30%. Kandungan gizi utama jagung adalah pati (72-73%), dengan kandungan amilosa berkisar 25-30% dan amilopektin berkisar 70-75%. Komponen karbohidrat lain adalah gula sederhana yaitu glukosa, sukrosa dan fruktosa, 1-3% dari bobot biji. Jagung hibrida mengandung protein yang cukup tinggi daripada varietas lain yaitu sebesar 6,97% dan kandungan karbohidrat sebesar 79,56%. Kandungan karbohidrat dalam jagung hibrida mengandung (glukosa dan fruktosa), sukrosa, polisakarida dan pati (Suarni dan Firmansyah, 2005). Kandungan gizi jagung kuning hibrida disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan gizi dalam 100 g jagung kuning hibrida

Komponen	Kadar
Karbohidrat (g)	79,56
Gula (g)	1,20
Serat (g)	2,70
Kalori (kkal)	90,00
Protein (g)	6,97
Lemak (g)	1,20
Vitamin A (IU)	0,01
Folat (Vit. B9) (mg)	0,12
Vitamin C (mg)	0,12
Besi (mg)	0,40
Magnesium (mg)	0,01
Potasium (mg)	0,60
Air (g)	10,20

Sumber: Suarni dan Firmansyah (2005)

2.1.4 Komposisi Kimia dan Kandungan Asam Amino Jagung Hibrida

Menurut Boyer and Shannon (2003), komponen kimia terbesar dalam jagung adalah karbohidrat, yaitu sekitar 72% dari berat biji yang sebagian besar berupa pati, yang secara umum mengandung amilosa 25-30% dan amilopektin sekitar 70-75%. Menurut Suarni dan Widowati (2011), komposisi kimia berbagai varietas jagung dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia berbagai varietas biji jagung

Varietas jagung	Air (%)	Abu (%)	Protein (%)	Serat Kasar (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Kristalin	10,50	1,70	10,30	2,20	5,00	70,30
<i>Floury</i>	9,60	1,70	10,70	2,20	5,40	70,40
<i>Starchy</i>	11,20	2,90	9,10	1,80	2,20	72,80
Manis	9,50	1,50	12,90	2,90	3,90	69,30
Pop	10,40	1,70	13,70	2,50	5,70	66,00
Hitam	12,30	1,20	5,20	1,00	4,40	75,90
Srikandi Putih	10,08	1,81	9,99	2,99	5,05	73,07
Srikandi Kuning	11,03	1,85	9,95	2,97	5,10	72,07
Anoman	10,07	1,89	9,71	2,05	4,56	73,77
Lokal Pulut	11,12	1,99	9,11	3,02	4,97	72,81
Lokal non Pulut	10,09	2,01	8,78	3,12	4,92	74,20
Hibrida Bisi 2	9,70	1,00	8,40	2,20	3,60	75,10
Lamuru	9,80	1,20	6,90	2,60	3,20	76,30

Sumber: Suarni dan Widowati (2011)

Menurut Subandi *et al.* (1988), mutu protein merupakan salah satu kriteria untuk menentukan nilai gizi suatu komoditi. Faktor yang mempengaruhi mutu protein adalah kadar protein itu sendiri dan pola asam amino penyusunnya. Kadar dan komposisi asam amino penyusun protein dipengaruhi oleh varietas dan lingkungan tumbuhnya. Namun, jagung memiliki asam amino pembatas berupa lisin dan triptofan (Suarni dan Widowati, 2011). Menurut Subandi *et al.* (1988) kandungan asam-asam amino jagung hibrida dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan asam amino jagung hibrida (g/100 g protein)

Komponen	Jumlah
Lisin	2,0
Histidin	2,8
Arginin	3,8
Treonin	3,5
Serin	5,2
Prolin	9,7
Glisin	3,2
Alanin	8,1
Valin	4,7
Sistein	1,8
Metionin	2,8
Isoleusin	3,8
Leusin	14,3
Tirosin	5,3
Fenilalanin	5,3
Asam aspartat	8,4
Asam glutamat	19,1

Sumber: Subandi *et al.* (1988)

2.2 Tempe Jagung

Tempe tidak hanya dibuat dari kacang-kacangan saja tetapi juga dari sereal, seperti jagung. Selain sebagai sumber karbohidrat, jagung juga merupakan sumber protein yang penting bagi tubuh. Proses pembuatan tempe jagung meliputi beberapa tahap, yaitu perendaman, pengukusan, peragian dan fermentasi.

2.2.1 Perendaman

Proses perendaman dilakukan selama 48 jam, dengan tujuan untuk melunakkan biji dan mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama fermentasi. Selama perendaman, akan terjadi pengasaman dan penurunan pH biji yang akan memberi kesempatan jamur tempe tumbuh lebih lama (Purwoko *et al.*, 2007). Ketika

perendaman, pada kulit biji jagung telah berlangsung proses fermentasi oleh bakteri yang terdapat di air. Perendaman juga bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada keping-keping jagung menyerap air, sehingga menjamin pertumbuhan kapang menjadi optimum. Keadaan ini tidak mempengaruhi pertumbuhan kapang, tetapi mencegah berkembangnya bakteri yang tidak diinginkan. Selama perendaman, biji mengalami proses hidrasi, sehingga kadar air biji naik sebesar kira-kira dua kali kadar air semula, yaitu mencapai 62-65 %.

2.2.2 Pengukusan

Proses pengukusan jagung dilakukan sebanyak 2 kali. Pengukusan pertama dilakukan sebagai proses hidrasi untuk menyerap air sebanyak mungkin agar dapat melunakkan biji jagung dan untuk menghilangkan kotoran yang mungkin dibentuk oleh bakteri asam laktat dan agar biji jagung tidak terlalu asam. Bakteri dan kotoran tersebut dapat menghambat pertumbuhan jamur tempe. Setelah dilakukan pengukusan pertama, dilanjutkan dengan proses pengaronan, yakni bertujuan untuk menjaga kelembaban air didalam bahan, sehingga kebutuhan air tetap tercukupi. Pengaronan dilakukan dengan cara memberikan air yang dipercikkan sedikit demi sedikit kedalam jagung. Kemudian pengukusan kedua dilakukan untuk melunakkan keping-keping biji jagung, serta meminimalkan pertumbuhan bakteri patogen. Selain itu, tujuan pengukusan kedua ini bertujuan untuk membuka biji jagung agar air dapat meresap ke bagian dalam sehingga granula pati akan mengembang dan akan terjadi proses gelatinisasi (Hidayat *et al.*, 2006).

Gelatinisasi adalah peristiwa perkembangan granula pati, sehingga granula pati tersebut tidak dapat kembali pada kondisi semula (Winarno, 2004). Pengembangan granula pati pada mulanya bersifat dapat balik, tetapi jika pemanasan mencapai suhu tertentu, pengembangan granula pati menjadi bersifat tidak dapat balik dan akan terjadi perubahan struktur granula. Proses fermentasi spontan dilakukan dengan menggunakan perendaman jagung dan pada waktu perendaman tersebut, granula pati mengalami pengembangan. Lebih kecil ukuran partikel tepung maka lebih rendah suhu gelatinisasi, karena luas permukaan lebih besar sehingga lebih cepat menyerap air. Semakin cepat bahan menyerap air, semakin cepat pula terjadinya gelatinisasi, sehingga suhu gelatinisasi semakin rendah (Aini *et al.*, 2010).

Gelatinisasi berkisar antara suhu 58,8-70°C. Suhu gelatinisasi pati jagung berkisar antara 62-70°C (Koswara, 2009^a). Menurut Mc Cready (1970), proses gelatinasi terjadi apabila granula pati dipanaskan di dalam air, maka energi panas akan menyebabkan ikatan hidrogen terputus dan air masuk ke dalam granula pati. Air yang masuk selanjutnya membentuk ikatan hidrogen dengan amilosa dan amilopektin. Meresapnya air ke dalam granula menyebabkan terjadinya pembengkakan granula pati. Ukuran granula akan meningkat sampai batas tertentu sebelum akhirnya granula pati tersebut pecah. Pecahnya granula menyebabkan bagian amilosa dan amilopektin berdifusi keluar.

Proses masuknya air ke dalam pati yang menyebabkan granula mengembang dan akhirnya pecah. Karena jumlah gugus hidroksil dalam molekul pati sangat besar, maka kemampuan menyerap air sangatlah besar pula. Terjadi peningkatan

viskositas disebabkan air yang dulunya berada di luar granula dan bebas bergerak sebelum suspensi dipanaskan, kini sudah berada dalam butir-butir pati dan tidak dapat bergerak bebas lagi. Suhu gelatinisasi pati merupakan sifat khas untuk masing-masing pati. Suhu gelatinisasi ini diawali dengan pembengkakan yang *irreversible* granula pati dalam air panas dan diakhiri pada waktu telah kehilangan sifat kristalnya (Mc Cready, 1970).

2.2.3 Peragian (Inokulasi)

Menurut Fauzan (2005), inokulasi dilakukan dengan penambahan inokulum, yaitu ragi tempe. Inokulasi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu (1) penebaran inokulum pada permukaan jagung yang sudah dingin dan dikeringkan, lalu dicampur merata sebelum pembungkusan; atau (2) inokulum dapat dicampurkan langsung pada saat perendaman, dibiarkan beberapa lama, lalu dikeringkan. Proses peragian pada penelitian ini dilakukan dengan menaburkan dan mencampur ragi pada jagung giling secara merata. Setelah itu dibungkus dengan plastik dan diberi lubang untuk proses aerasi, karena kapang dapat tumbuh dengan baik apabila oksigen yang dibutuhkan dapat terpenuhi. Ragi yang digunakan pada pembuatan tempe jagung yaitu ragi merek Raprima yang diproduksi oleh LIPI Bandung. Ragi ini mengandung kapang yang paling dominan yaitu *Rhizopus oligosporus* yang telah terseleksi (Bintari *et al.*, 2008)

Menurut Babu *et al.* (2009), ragi tempe biasanya mengandung jamur *R. oligosporus* dan *R. oryzae*, sedangkan jenis kapang lain yang juga terdapat pada ragi tempe adalah *R. stolonifer* dan *R. arrhizus*. *R. oligosporus* memiliki

kemampuan dalam menghasilkan berbagai macam enzim selama proses fermentasi tempe. Enzim yang dihasilkan antara lain lipase, amilase, fitase dan enzim-enzim proteolitik (Bintari *et al.*, 2008). Feng (2006), melaporkan bahwa *Rhizopus oryzae* dapat mensekresi enzim amilase yang dapat mendegradasi senyawa karbohidrat dan senyawa penyebab flatulen pada tempe, lalu *Rhizopus oligosporus* yang menghasilkan enzim -galaktosidase yang memiliki kemampuan untuk memetabolisme senyawa oligosakarida penyebab flatulen tersebut hingga terdegradasi.

Menurut Hidayat *et al.* (2006), adanya enzim proteolitik 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 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 g/100 g protein menjadi 50,95 g/100 g protein setelah fermentasi 48 jam.

2.2.4 Fermentasi (Inkubasi)

Fermentasi merupakan perubahan kimia material organik menjadi senyawa yang lebih sederhana akibat reaksi enzimatik, katalis organik yang kompleks diproduksi oleh mikroorganisme seperti jamur, khamir dan bakteri. Fermentasi bertujuan untuk mengubah nilai gizi bahan dari berkualitas rendah menjadi tinggi, mengawetkan bahan pangan dan dapat menghilangkan zat antinutrisi yang terkandung dalam bahan pangan (Fardiaz, 1992). Selain meningkatkan mutu gizi,

proses fermentasi menjadi tempe juga mengubah aroma menjadi khas tempe. Proses fermentasi yang terjadi pada tempe berfungsi untuk mengubah senyawa makromolekul kompleks (protein, lemak dan karbohidrat) menjadi senyawa yang lebih sederhana yaitu asam amino, asam lemak dan monosakarida. Menurut Hidayat *et al.* (2006) inkubasi dilakukan pada suhu 25-37°C selama 36-48 jam.

Fermentasi jagung dengan ragi tempe dapat meningkatkan kadar protein, lemak, serat kasar, abu, mineral Na, Ca dan Zn serta vitamin B6. Selama pertumbuhan kapang pada jagung ini terjadi juga produksi beberapa enzim yang bermanfaat. Kapang menghasilkan enzim yang merupakan protein globular, terutama enzim protease yang dapat menghidrolisis protein menjadi asam-asam amino, sehingga kadar proteinnya meningkat. Peningkatan kandungan protein karena adanya aktivitas proteolitik kapang yang menguraikan protein menjadi asam-asam amino selama fermentasi, sehingga nitrogen terlarutnya akan mengalami peningkatan (Setyani *et al.*, 2013).

2.3 Tepung Tempe Jagung

Tepung tempe jagung merupakan hasil olahan dari produk tempe jagung yang telah mengalami proses fermentasi. Setyani *et al.* (2013) menyatakan bahwa pembuatan tepung tempe jagung menggunakan ragi tempe mampu melunakkan dan meningkatkan pencernaan biji, bahkan lebih baik jika dibandingkan dengan proses perebusan saja. Hal ini disebabkan oleh berbagai jenis enzim yang diproduksi oleh jamur tempe yang berupa *Rhizopus oryzae* mampu melakukan proses degradasi enzimatik terhadap senyawa kompleks penyusun biji serta

degradasi senyawa antigizi. Menurut Rakkar (2007), fermentasi ragi tape pada tepung jagung dapat memperbaiki komposisi kimia, bahkan sifat fungsional tepung dan kualitas roti dalam aplikasinya lebih baik dibandingkan tepung jagung biasa. Perbaikan komposisi kimia pada tepung terfermentasi antara lain penurunan kadar abu, penurunan kadar serat, kenaikan kadar lemak, kenaikan protein dan penurunan kadar pati. Sifat fungsional yang dimiliki tepung modifikasi adalah mempunyai daya kental, mempunyai daya untuk menstabilkan emulsi dan mempunyai daya serap air yang besar.

Menurut Resmisari (2006), pemanfaatan tepung jagung komposit dapat diaplikasikan pada bahan dasar pangan seperti kue kering, kue basah, mie kering dan roti tawar. Penggunaan tepung jagung komposit pada pembuatan kue kering dapat menghemat penggunaan tepung terigu sampai 40%. Menurut Shurtleff and Aoyagi (1979), suhu inkubasi selama proses fermentasi tempe berkisar antara 25-30°C, dengan kelembaban relatif (RH) 70-85% dan waktu inkubasi selama 24-48 jam. Kandungan gizi tepung tempe jagung dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan gizi tepung tempe jagung

Komposisi	Jumlah
Protein (%)	11,27
Lemak (%)	5,13
Serat Kasar (%)	3,09
Kadar air (%)	4,30
Abu (%)	1,86
Karbohidrat (%)	76,74
Ca (ppm)	53,67
Na (ppm)	113,51
Zn (ppm)	23,07
Vitamin B6 (mg/g)	104,29
Daya Cerna (%)	85,882

Sumber: Setyani *et al.* (2013)

2.4 Pembuatan Brownies

2.4.1 Brownies

Menurut Ambarini (2004), brownies adalah sejenis kue kering yang berwarna coklat dan rasanya manis, yang berbahan dasar tepung terigu, margarin, telur, gula dan coklat (cokelat bubuk dan coklat batang) dengan atau tanpa kacang-kacangan yang dimasak dengan cara dikukus atau dioven. Menurut Astawan (2009), brownies adalah jenis *cake* yang berwarna coklat kehitaman dengan tekstur sedikit lebih keras daripada roti karena brownies tidak membutuhkan pengembang atau gluten.

Struktur brownies sama seperti *cake*, yaitu ketika dipotong terlihat keseragaman tekstur, berwarna coklat menarik dan jika dimakan terasa lembut (Sulistiyo, 2006). Tepung yang biasa digunakan dalam pembuatan brownies adalah tepung terigu. Dalam adonan, tepung berfungsi sebagai pembentuk struktur dan tekstur brownies, pengikat bahan-bahan lain dan mendistribusikannya secara merata, serta berperan dalam membentuk cita rasa. Tepung terigu yang biasa digunakan untuk membuat brownies adalah tepung terigu berprotein rendah (Astawan, 2009).

Komposisi kimia pada brownies dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Komposisi kimia brownies tiap 100 g bahan

Komposisi	Jumlah
Energi (kkal)	434,0
Karbohidrat (g)	76,6
Lemak (g)	14,0
Natrium (mg)	303,0
Kalsium (mg)	219,0

Sumber: Astawan, (2009)

Berdasarkan Tabel 5. nilai energi per 100 g brownies adalah 434 kkal, energi pada brownies umumnya berasal dari karbohidrat (tepung dan gula) serta lemak. Kadar karbohidrat pada brownies adalah 76,6 g/100 g sedangkan lemaknya mencapai 14 g/100 g. Kandungan gizi yang lain dari brownies adalah kalium (219 mg/100 g) dan natrium (303 mg/100 g). Kandungan natrium yang tinggi pada brownies dapat diimbangi oleh kandungan kaliumnya. Natrium dan kalium akan bekerja sama mempertahankan tekanan osmotik didalam darah, selain juga membantu menjaga keseimbangan asam dan basa (Astawan, 2009).

Secara umum kualitas brownies bergantung pada variasi dalam penggunaan bahan baku dan proses pembuatannya. Mutu roti ataupun *cake* ditentukan oleh beberapa faktor yaitu volume roti, sifat fisik, kimia dan sifat organoleptiknya. Kandungan gizi brownies dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 6. Kandungan gizi brownies

Kriteria Uji	Kadar (%)
Kadar air	16,78
Kadar abu	2,39
Kadar protein	5,03
Kadar lemak	26,93
Kadar karbohidrat	51,72
Kadar pati	7,36
Kadar serat kasar	28,52

Sumber: Saragih (2011)

Tabel 7. Kandungan gizi brownies

Kriteria Uji	Kadar (%)
Kadar air	14,84
Kadar abu	2,03
Kadar protein	4,74
Kadar lemak	30,42
Kadar karbohidrat	47,85
Kadar serat kasar	3,46

Sumber: Fathullah (2013)

2.4.2 Tahap Pembuatan Brownies

2.4.2.1 Pencampuran (*Mixing*)

Proses pembuatan brownies menggunakan metode pengadukan (*Mixing Method*). Metode ini digunakan untuk produk yang "high ratio" yaitu dengan persentase gula dan bahan cair yang cukup tinggi, bila dibandingkan dengan sejumlah tepung. Pada *mixing method*, alat yang digunakan adalah *mixer*. Pengocokan pada pembuatan brownies berperan untuk memerangkap udara ke dalam adonan, dan tersimpan pada jalinan kantung protein yang ada pada putih telur. *Mixing* berfungsi mencampur secara homogen semua bahan seperti gula, telur, garam, vanili dan bahan pengembang.

Proses *mixing* akan mendapatkan hidrasi yang sempurna pada karbohidrat dan protein, membentuk dan melunakkan gluten, serta menahan gas pada gluten hingga kalis. Tahap pencampuran yaitu dengan memasukkan gula, telur, garam, vanili dan bahan pengembang kemudian diaduk hingga tercampur rata. Setelah itu ditambahkan tepung tempe jagung dan tepung terigu yang sudah ditimbang ke dalam adonan, kemudian ditambahkan cokelat bubuk, minyak nabati, cokelat batang yang sudah dicairkan dan baking powder. Pengadukan yang berlebihan akan merusak susunan gluten dan adonan akan semakin panas. Waktu pengadukan umumnya selama 8-10 menit atau 10-12 menit (Mudjajanto dan Yulianti, 2004).

2.4.2.2 Pencetakan Adonan

Pencetakan adonan dilakukan agar brownies yang terbentuk memiliki bentuk yang baik. Sebelum dilakukan pencetakan dalam cetakan, cetakan tersebut harus dilapisi oleh kertas roti (*parchment paper*) dan mentega terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk memudahkan saat proses pengeluaran brownies dari loyang setelah adonan matang.

2.4.2.3 Pembakaran (*Baking*)

Pembakaran adalah bentuk pemanasan yang di dalam oven dengan waktu yang berkisar antara 25-30 menit. Lamanya pembakaran tergantung suhu, jenis oven dan jenis produk *bakery*. Semakin sedikit kandungan gula dan lemak, suhu pembakaran dapat lebih tinggi (177-204°C) (Mudjadjanto dan Yulianti, 2004). Selama pembakaran, terjadi reaksi antara gula reduksi dengan gugus amina primer pada protein yang disebut reaksi Maillard. Hasil reaksi tersebut menghasilkan produk yang berwarna coklat yang sering dikehendaki serta kadang sebagai tanda penurunan mutu (Winarno, 2004). Menurut Desrosier (1998), proses pemanggangan roti merupakan langkah terakhir dan sangat penting dalam memproduksi roti. Melalui suatu penghantar panas, suatu massa adonan akan diubah menjadi produk yang mudah dicerna. Aktivitas mikroba yang terjadi dalam adonan dihentikan oleh pemanggangan disertai dengan hancurnya mikroba dan enzim yang ada.

2.4.3 Bahan Baku Brownies

Menurut Sufi (1999), bahan yang digunakan dalam pembuatan brownies terdiri atas bahan pokok, penambah rasa dan tambahan. Bahan pokok terdiri dari tepung. Bahan penambah rasa yaitu gula, garam, lemak/mentega/minyak, susu dan telur. Bahan tambahan antara lain untuk meningkatkan mutu adonan yaitu baking powder, *cake emulsifier*, vanili, cokelat bubuk dan cokelat batang.

2.4.3.1 Tepung Terigu

Bahan baku utama dalam pembuatan brownies adalah tepung terigu. Dalam proses pembuatan brownies tidak memerlukan tepung terigu dengan kandungan protein tinggi (*hard wheat*). Menurut Syarbini (2013), tepung terigu dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan kandungan protein yaitu tepung kuat (*hard wheat*), tepung sedang (*medium wheat*) dan tepung lemah (*soft wheat*). Tepung terigu dengan kandungan protein tinggi (*hard flour*) atau tepung kuat adalah tepung terigu yang mampu menyerap air dalam jumlah banyak. Tepung ini memiliki kandungan protein antara 12-14% yang sangat baik untuk pembuatan aneka macam roti dan cocok untuk pembuatan mie karena memiliki tingkat elastisitas dan kekenyalan yang kuat sehingga mie yang dihasilkan tidak mudah putus. Selain itu, tingginya protein yang terkandung menjadikan sifat tepung mudah dicampur, difermentasi, memiliki daya serap air tinggi dan elastis sehingga cocok untuk bahan baku roti, mie dan pasta (Bogasari, 2010).

Tepung terigu dengan kandungan protein sedang (*medium flour*). Tepung ini biasanya disebut dengan *all purpose flour* (tepung serba guna) karena memiliki kandungan protein antara 10-11,5%. Tepung ini dibuat dari campuran tepung

kuat dan tepung lemah sehingga karakteristiknya diantara kedua jenis tepung tersebut sehingga cocok untuk membuat adonan fermentasi dengan tingkat pengembangan sedang, seperti donat, bakpau, bapel, panada, aneka *cake* dan *muffin* (Bogasari, 2010).

Tepung terigu dengan kandungan protein rendah (*soft flour*). Tepung yang digunakan dalam pembuatan brownies panggang adalah tepung yang berprotein rendah atau tepung lemah. Tepung terigu dengan kandungan protein 8-9.5% ini mempunyai warna yang lebih putih, mudah menggumpal jika digenggam, apabila ditabur tepung tidak mudah menyebar karena terdapat gumpalan-gumpalan kecil, serta membantu selama proses pencampuran karena lebih mudah menyatu dengan bahan-bahan lain. Adonan yang terbentuk dari tepung lemah kurang ekstensibel, lengket, daya pengembang yang rendah dan kurang elastis sehingga kurang cocok untuk pembuatan roti, biasanya cocok bila digunakan untuk pembuatan brownies atau bolu, biskuit, *cookies* dan *cracker* yang tidak memerlukan proses fermentasi (Bogasari, 2010). Komposisi kimia tepung terigu dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi kimia tepung terigu dalam 100 g bahan

Komposisi	Jumlah
Kalori (kal)	365,0
Protein (g)	8,9
Lemak (g)	1,3
Karbohidrat (g)	77,3
Kalsium (mg)	16,0
Fosfor (mg)	106,0
Besi (mg)	1,2
Vit A (SI)	0,0
Vit B1 (mg)	0,12
Vit C (mg)	0,0
Air (g)	12,0
Abu (g)	0,4
Bdd (%)	100,0

Sumber: Departemen Kesehatan RI (2010)

2.4.3.2 Gula

Peranan gula sangat penting dalam pembuatan roti dan sejenisnya, diantaranya sebagai makanan ragi, memberi rasa, mengatur fermentasi, memperpanjang umur roti, menambah kandungan gizi, membuat tekstur roti menjadi lebih empuk, memberikan daya pembersihan pada roti dan memberikan warna coklat yang menarik pada roti (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Selain itu, gula yang ditambahkan juga dapat berfungsi sebagai pengawet, karena gula dapat mengurangi kadar air bahan pangan, sehingga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Aroma wangi gula terbentuk dari proses karamelisasi selama pembakaran. Bersamaan dengan proses karamelisasi, akan terbentuk reaksi *browning* atau warna kuning kecoklatan, reaksi ini menjadikan kerak dan remah roti menjadi lebih baik.

Jenis gula yang paling baik digunakan untuk pembuatan brownies adalah gula pasir dengan butiran halus, karena gula mudah larut sewaktu membuat adonan, sehingga susunan brownies akan rata dan empuk (Suhardjito, 2006). Gula pasir juga bisa digunakan, hal yang perlu diperhatikan jika menggunakan gula ini adalah perbandingan yang sama antara telur dan gula. Hasil kocokan perbandingan 1:1 antara telur dan gula akan menghasilkan kekentalan adonan yang baik.

2.4.3.3 Telur

Peranan utama telur dalam pembuatan brownies berfungsi untuk membentuk suatu kerangka yang bertugas sebagai pembentuk struktur, memberikan fasilitas

terjadinya koagulasi, pembentukan gel dan emulsi. Roti yang lunak dapat diperoleh dengan penggunaan kuning telur yang lebih banyak. Kuning telur banyak mengandung lesitin (*emulsifier*). Bentuknya padat, tetapi kadar air sekitar 50%, sementara putih telur kadar airnya 86%. Putih telur memiliki daya *creaming* yang lebih baik dibandingkan kuning telur (Mudjajanto dan Yulianti, 2004). Telur berfungsi sebagai pelembut, pengikat serta untuk aerasi, yaitu kemampuan menangkap udara pada saat adonan dikocok sehingga udara menyebar rata pada adonan. Kandungan gizi telur ayam dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Kandungan gizi telur ayam dalam 100 g bahan

Komposisi	Telur ayam	Putih telur ayam	Kuning telur ayam
Energi (kkal)	162,0	50,0	361,0
Protein (g)	12,8	10,8	19,3
Lemak (g)	11,5	0,0	31,9
Karbohidrat (g)	0,7	0,8	0,7
Kalsium (mg)	54,0	6,0	147,0
Fosfor (mg)	180,0	17,0	586,0
Besi (mg)	2,7	0,2	7,2
Vit A (SI)	309,0	0,0	686,0
Vit B (mg)	0,1	0,0	0,27
Air (g)	74,0	87,8	49,4

Sumber: Benion (1980)

2.4.3.4 Minyak Nabati

Pada proses pembuatan brownies, lemak yang dapat digunakan berupa minyak nabati, margarin, *butter* dan mentega. Menurut Koswara (2009^b), lemak digunakan dalam pembuatan roti dan sejenisnya sebagai *shortening* karena dapat memperbaiki struktur fisik seperti volume, tekstur, kelembutan dan flavor. Selain itu, penambahan lemak menyebabkan nilai gizi dan rasa lezat meningkat. Penambahan lemak dalam adonan akan membantu dan mempermudah pemotongan roti, juga dapat menahan air, sehingga masa simpan roti lebih

panjang dan kulit roti lebih lunak. Penggunaan lemak dalam proses pembuatan roti membantu meningkatkan rasa, memperkuat jaringan zat gluten, roti tidak cepat menjadi keras dan daging roti tidak lebih empuk (lemas), sehingga dapat memperpanjang masa simpan roti. Lemak juga berfungsi sebagai pelumas, sehingga akan memperbaiki remah roti, mempermudah pemotongan dan membuat roti lebih lunak.

2.4.3.5 Garam

Menurut Koswara (2009^b), garam merupakan bahan utama untuk mengatur rasa. Garam akan membangkitkan rasa pada bahan-bahan lainnya dan membantu membangkitkan aroma serta meningkatkan sifat-sifat roti. Garam dapat memperbaiki pori-pori dan tekstur roti akibat kuatnya adonan, dan secara tidak langsung membantu pembentukan warna pada roti. Garam membantu aktifitas ragi roti dalam adonan yang sedang difermentasi, dengan demikian dapat mengatur tingkat fermentasi. Garam dapat mencegah pembentukan dan pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan dalam adonan yang diragikan.

Pada roti, garam mempunyai fungsi yang lebih penting daripada sekedar memperbaiki rasa. Garam dapat membantu aktifitas amilase dan menghambat aktifitas protease pada tepung. Adonan tanpa garam akan menjadi lengket (agak basah) dan sulit dipegang. Selain mempengaruhi flavor, garam juga berfungsi sebagai pengontrol fermentasi. Apabila tidak ada garam dalam adonan fermentasi, fermentasi akan berjalan cepat. Garam juga mempunyai efek

melunakkan gluten, memberikan rasa gurih pada roti, mengontrol waktu fermentasi dan menambah keliatan gluten (Koswara, 2009^b).

2.4.3.6 Cokelat

Menurut Beckett (2008), cokelat berperan penting dalam karakteristik rasa dan aroma dari produk *bakery*. Pada proses pembuatan brownies ini dapat menggunakan cokelat batang dan cokelat bubuk. Menurut Indriani (2007), ada tiga jenis *compound chocolate* yaitu 1) *Dark Cooking Chocolate* adalah cokelat yang berwarna coklat tua, rasanya tidak terlalu manis. *Dark cooking chocolate* adalah jenis cokelat batang yang paling banyak dipakai untuk pembuatan kue dan brownies. 2) *Milk Cooking Chocolate* adalah cokelat yang berwarna coklat muda dan mempunyai rasa yang lebih manis dari *dark cooking chocolate* serta terbuat dari susu. 3) *White Cooking Chocolate* disebut dengan cokelat putih karena berwarna putih dan terbuat dari lemak yang dihasilkan dari biji buah cokelat yang dicampur susu. Cokelat ini mempunyai rasa yang manis dan beraroma vanili, cokelat ini biasanya digunakan sebagai hiasan.

Fungsi cokelat batang dalam pembuatan brownies yakni memberikan rasa dan warna (Fathullah, 2013). Pemakaian cokelat batang pada pembuatan brownies dicampur dengan margarine yang dilelehkan dalam panci tim, sehingga diperoleh adonan cokelat tim. Persentase penggunaan cokelat batang pada pembuatan brownies adalah 22,4% dari jumlah seluruh bahan.

Cokelat bubuk terbuat dari ampas biji cokelat (bungkil) yang telah dipisahkan dari lemak cokelatnya. Bungkil ini dikeringkan, lalu dihaluskan menjadi bubuk

cokelat. Bubuk cokelat inilah yang akan digunakan sebagai bahan baku kue. Bubuk cokelat sebaiknya disimpan ditempat yang tertutup rapat, sejuk dan kering agar bubuk cokelat tidak berjamur dan tahan lama (Wahyudi *et al.*, 2008). Cokelat bubuk berfungsi untuk memperkuat rasa, aroma dan warna pada pembuatan brownies (Cahyana dan Ismani, 2004). Penggunaan cokelat bubuk dalam pembuatan brownies yakni diayak terlebih dahulu, lalu campurkan dengan tepung terigu, baking powder dan garam. Kemudian dimasukkan dalam adonan pada saat pencampuran semua bahan. Persentase penggunaan cokelat bubuk pada pembuatan brownies adalah 4,5% dari jumlah seluruh bahan.

2.4.3.7 Bahan Pengembang

Bahan pengembang (*leavening agent*) merupakan senyawa kimia yang akan terurai menghasilkan gas di dalam adonan. Bahan pengembang dapat mengembangkan produk karena dapat menghasilkan gas CO₂. Bahan pengembang yang digunakan pada pembuatan brownies adalah sebagai berikut:

1. Baking Powder

Baking powder merupakan jenis bahan pengembang yang mengandung Sodium bicarbonat (NaHCO₃), Sodium aluminium fosfat (NaH₁₄Al₃(PO₄)₈·4H₂O) dan Monocalcium fosfat (Ca(H₂PO₄)₂). Sifat baking powder ini jika tercampur dengan cairan atau air dan terkena panas akan membentuk karbondioksida (CO₂). Karbondioksida (CO₂) inilah yang membuat adonan menjadi mengembang. Bila jumlah baking powder melebihi batas, setelah mengembang di dalam oven, kue akan menjadi bantat

atau mengkerut, remah kue berwarna gelap dan rasanya akan berbeda. Bila jumlah penggunaan baking powder terlalu sedikit, kue tidak dapat sepenuhnya mengembang sehingga susunannya menjadi padat dan berat (Suhardjito, 2006).

Menurut Cauvain and Young (2006), baking powder terdiri atas dua jenis, yaitu *Single acting* dan *Double acting*. *Single acting* baking powder diaktifkan oleh cairan, jadi adonan harus segera dipanggang/dikukus setelah bahan-bahan dicampurkan. Sifat baking powder *single acting* ini jika bertemu dengan adonan akan langsung bereaksi membentuk gelembung gas. Namun, *double acting* baking powder bereaksi dalam dua tahap dan dapat bertahan untuk beberapa saat menunggu adonan dipanggang/dikukus. Dengan menggunakan *double acting* baking powder, gas karbondioksida dilepaskan di suhu ruang ketika baking powder ditambahkan ke adonan, tetapi sebagian besar gas dilepaskan setelah suhu adonan meningkat yaitu saat *cake* dipanggang/kukus.

2. Emulsifier

Menurut Koswara (2009^b), emulsifier merupakan zat yang mampu menyatukan dua zat yang biasanya tidak dapat bersatu. Zat ini dapat memperkuat jaringan gluten, sehingga kemampuan gluten untuk menerima gas CO₂ menjadi lebih kuat dan volume roti lebih besar, meningkatkan kemampuan zat amilosa untuk menahan kelembaban adonan, sehingga roti

dapat disimpan lebih lama. Emulsifier yang biasa digunakan adalah lesitin, gliseril monostearat (GSM) dan sodium stearoil 2-laktilat (SSL).

Lesitin merupakan bahan penurun tegangan permukaan atau *surface active agents* yang berfungsi untuk mendorong pembentukan dan mempertahankan emulsi agar tetap stabil. Lesitin dapat meningkatkan toleransi terhadap fermentasi, menghasilkan warna kerak lebih seragam, kerak menjadi lebih empuk, tekstur roti menjadi lebih lunak dan butir remah menjadi lebih seragam, serta masa simpan roti dapat lebih diperpanjang dengan penghambatan pengerasan roti. Sifat pengemulsi SSL dihasilkan dari adanya gugus asam stearil laktilat yang dipofilik serta ion $\text{Na}^+/\text{Ca}^{++}$ yang hidrofilik. Gliseril monostearat (GSM) merupakan bahan pengemulsi yang secara komersil lebih dikenal dengan sebutan superglycerinated shortening karena dibuat dengan cara mereaksikan lemak dengan gliserin berlebih. Pada proses pembuatan roti, GSM lebih cenderung berikatan dengan pati dan membentuk kompleks yang perannya sangat tinggi dalam melunakkan remah roti bagian dalam. Pembentukan kompleks tersebut dapat memperpanjang masa simpan roti, karena terhambatnya pengerasan remah roti. Fungsi SSL dalam pembuatan roti antara lain untuk meningkatkan daya serap air, meningkatkan volume roti, memperbaiki tekstur dan butir remah, serta meningkatkan keempukan kerak dan memperpanjang masa simpan roti. Selain itu, adanya mineral Na dapat digunakan oleh ragi roti sebagai makanan, sehingga turut membantu aktivitasnya (Koswara, 2009^b).

Menurut Winarno (2002), secara umum emulsifier dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu emulsifier alami dan emulsifier buatan. Emulsifier alami dapat diperoleh dari putih dan kuning telur, gelatin, kedelai, lesitin, tepung kanji dan susu bubuk. Emulsifier buatan merupakan emulsifier yang terdiri dari monogliserida, misalnya gliseril monostearat. Radikal asam stearat merupakan gugus non-polar, sedangkan sisa bagian dari molekul terutama dua gugus hidroksil dan gliserol merupakan gugus polar.

Emulsifier pada makanan umumnya berbentuk semi-solid yang mengandung asam lemak seperti *asam stearat*, *asam palmitat*, *asam oleat* serta *mono* dan *digliserida*. Berikut ini adalah contoh-contoh emulsifier yang umum digunakan dalam bahan pangan (Winarno, 2002):

- a. *Mono dan digliserida*, merupakan emulsifier yang umum digunakan. Komponen ini dapat diperoleh dengan memanaskan trigliserida dan gliserol dengan suatu katalis yang bersifat basa. Reaksi ini akan menghasilkan campuran yang terdiri dari $\pm 45\%$ monogliserida dan $\pm 45\%$ digliserida, serta $\pm 10\%$ trigliserida bersama-sama dengan sejumlah kecil gliserol dan asam-asam lemak bebas. Mono dan digliserida yang terbentuk kemudian dipisahkan dengan cara destilasi molekuler.
- b. *Stearoyl Lactylates*, merupakan hasil reaksi dari asam stearat ($C_{18}H_{36}O_2$) dan asam laktat ($C_3H_6O_3$), selanjutnya diubah ke dalam bentuk garam kalsium dan sodium. Bahan pengemulsi ini sering digunakan dalam produk-produk bakery.

- c. *Propylene Glycol Ester*, merupakan hasil reaksi dari propilen glikol dan asam-asam lemak. Umumnya digunakan dalam pembuatan kue, roti dan *whipped topping*.
- d. *Sorbitan Esters*. Asam sorbitan yang terbentuk dari reaksi antara sorbitan dan asam lemak. Sorbitan adalah produk dihidrasi dari gula alkohol yang dapat diperoleh secara alami yaitu sorbitol. Sampai saat ini, hanya sorbitan monostearat satu-satunya ester sorbitan yang diizinkan digunakan dalam pangan. Bahan tersebut umumnya digunakan dalam pembuatan kue, *whipped topping*, *cake icing*, *coffee whiteners*, serta pelapis pelindung buah dan sayuran segar.
- e. *Polysorbates*. Ester polioksietilen sorbitan disebut polisorbat. Ester ini dibuat dari reaksi antara ester-ester sorbitan dan etilen oksida. Tiga jenis polisorbat yang diizinkan untuk digunakan dalam pangan adalah polisorbat 60, polisorbat 65, polisorbat 80.
- f. *Polyglycerol ester*, dibuat dari reaksi antara asam-asam lemak dan gliserol yang sudah mengalami polimerisasi. Tingkat polimerisasinya antara 2-10 molekul. Ester-ester poligliserol digunakan dalam pangan yang mengandung lemak, *beverage*, *icing* dan margarin.
- g. *Ester-ester sukrosa*, antara lain mono, di dan triester sukrosa dan asam-asam lemak. Ester ini dihasilkan dari reaksi sukrosa dan lemak sapi. Penggunaannya dalam pangan umumnya pada pembuatan roti, produk tiruan olahan susu dan produk *whipped milk*.

III. BAHAN DAN METODE

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September - November 2016 di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Kimia Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Pasca Panen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Politeknik Negeri Lampung.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian adalah jagung Hibrida P-21 yang diperoleh dari Desa Purbolinggo Lampung Timur dan tepung terigu merek Segitiga Biru. Bahan tambahan yang digunakan dalam penelitian adalah gula pasir, telur, minyak nabati, cokelat bubuk merek Medali, cokelat batang merek Collata, *cake emulsifier* merek Koepoe-koepoe, vanili, garam dan ragi tempe merek Raprima yang diproduksi oleh LIPI Bandung. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah aquades, heksane, H_2SO_4 , HCL 0,2 N, H_2O_2 30%, H_3BO_4 , dan indikator metil merah.

Alat-alat yang digunakan dalam pembuatan brownies adalah mixer, loyang, baskom, oven, timbangan, sendok, aluminium foil, kompor, gelas, kertas roti, plastik dan kertas label. Alat-alat yang digunakan dalam analisis adalah cawan porselin, desikator, neraca analitik, penjepit, gelas ukur, pembakar, pipet, gelas piala, alat ekstraksi Soxhlet, kertas saring dan seperangkat alat untuk uji sensori.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah rancangan acak kelompok lengkap (RAKL) dengan 4 ulangan, dengan perbandingan tepung tempe jagung dan tepung terigu sebanyak 6 taraf, yaitu A1 (100:0); A2 (90:10); A3 (80:20); A4 (70:30); A5 (60:40) dan A6 (50:50). Perbandingan tepung tempe jagung dan tepung terigu disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan tepung tempe jagung dan tepung terigu pada pembuatan brownies panggang.

Perlakuan	Tepung Tempe Jagung (%)	Tepung Terigu (%)
A1	100	0
A2	90	10
A3	80	20
A4	70	30
A5	60	40
A6	50	50

Pengamatan yang dilakukan terhadap produk brownies yakni meliputi sifat kimia yaitu kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat. Sifat fisik brownies yaitu warna diuji menggunakan pengolahan citra digital dibahas secara deskriptif, dan derajat pengembangan. Uji sensori yaitu aroma, rasa dan tekstur brownies menggunakan uji skoring dan penerimaan keseluruhan menggunakan uji hedonik (Rahmadi *et al.*, 2015).

Kesamaan ragam diuji dengan uji *Bartlett* dan kemenambahan data diuji dengan uji *Tuckey*. Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan uji signifikansi untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan, data dianalisis lebih lanjut menggunakan uji beda nyata jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%.

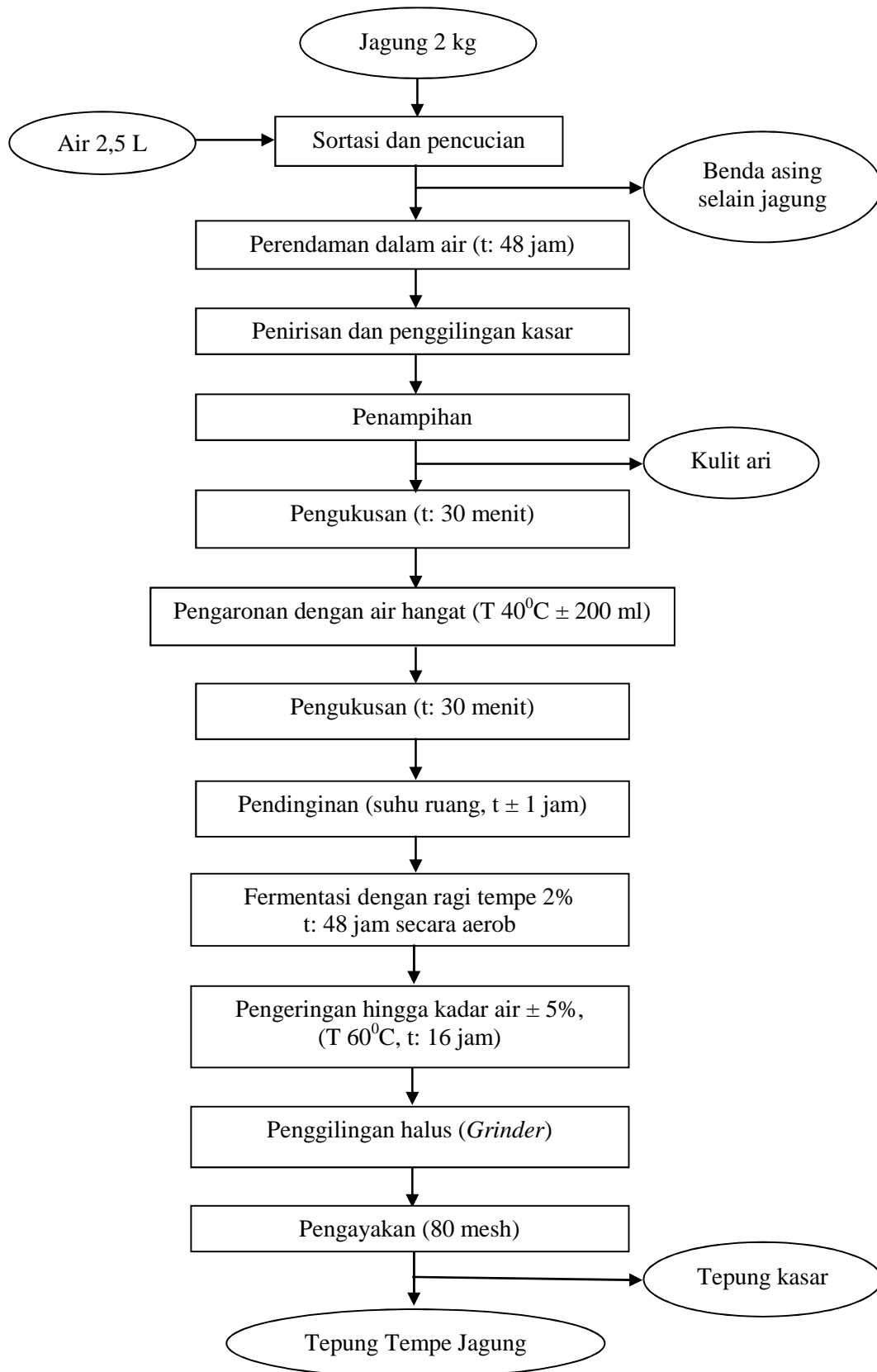
3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Pembuatan Tepung Tempe Jagung

Menurut Setyani *et al.* (2013) proses pembuatan tepung tempe jagung diawali dengan sortasi dan pencucian jagung agar benda atau kontaminan lain tidak tercampur saat proses pengolahan, kemudian direndam dalam air selama 48 jam. Selanjutnya jagung ditiriskan dan digiling kasar lalu ditampi. Lalu dikukus selama 30 menit dan diaron menggunakan air hangat ± 200 ml dengan suhu 40°C , lalu dikukus kembali selama 30 menit dan didinginkan, setelah itu ditaburi ragi tempe dengan konsentrasi 2% (40 g ragi tempe dalam 2 kg jagung). Kemudian difementasi secara aerob selama 48 jam dengan menggunakan plastik yang telah dilubangi. Selanjutnya tempe diiris tipis-tipis dan dikeringkan hingga kadar air $\pm 5\%$ pada suhu 60°C dan digiling, setelah itu diayak dengan ayakan ukuran 80 mesh.

Proses pembuatan tepung tempe jagung dilakukan penggilingan sebanyak dua kali, penggilingan pertama jagung digiling kasar dan penggilingan kedua halus seperti tepung. Penggilingan kasar dilakukan agar kulit ari pada biji jagung tidak

tercampur dengan tepung jagung yang akan digunakan. Setelah itu ditampi, lalu digiling halus sehingga diperoleh tepung tempe jagung yang akan digunakan sebagai bahan utama substitusi tepung terigu dalam pembuatan brownies panggang. Diagram alir proses pembuatan tepung tempe jagung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir proses pembuatan tepung tempe jagung
Sumber: Setyani *et al.* (2013)

3.4.2. Pembuatan Brownies Panggang

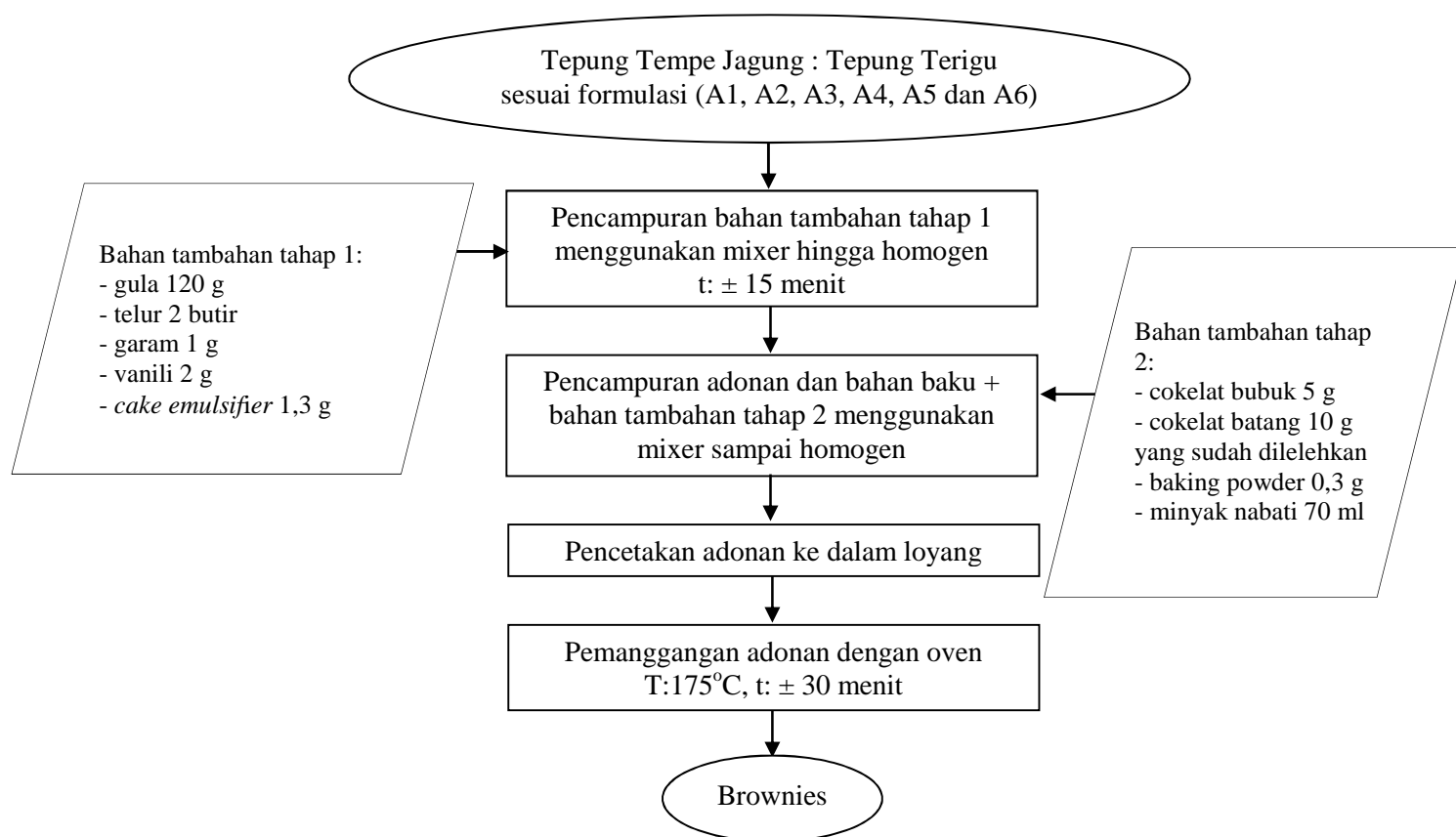
Pembuatan brownies panggang dilakukan dengan metode Sukarsih (2008) yang dimodifikasi dengan mencampurkan tepung tempe jagung dan tepung terigu sesuai perlakuan yaitu: A1 (100:0); A2 (90:10); A3 (80:20); A4 (70:30); A5 (60:40) dan A6 (50:50). Formulasi brownies panggang disajikan pada Tabel 11. Tepung tempe jagung dan tepung terigu serta semua bahan ditimbang terlebih dahulu sesuai dengan jumlah pada metode perlakuan yang telah ditentukan. Selanjutnya dicampurkan 120 g gula, 2 butir telur, 1,3 g *cake emulsifier*, 2 g vanili, 1 g garam, lalu dimixer sampai mengembang \pm 12 menit. Kemudian dimasukkan 0,3 g baking powder dan tepung tempe jagung dan tepung terigu yang sudah ditimbang sesuai dengan jumlah yang ditentukan, lalu dimixer sampai homogen \pm 3 menit. Dimasukkan 5 g cokelat bubuk, 10 g cokelat batang yang sudah dilelehkan bersamaan dengan 70 ml minyak nabati. Kemudian dikocok menggunakan mixer hingga adonan menjadi homogen \pm 1 menit. Dituangkan adonan ke dalam loyang yang dilapisi kertas roti, kemudian diratakan. Lalu adonan dipanggang dalam oven dengan suhu 175°C selama \pm 30 menit.

Tabel 11. Formula pembuatan brownies panggang

Formulasi	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Tepung tempe jagung (g)	100	90	80	70	60	50
Tepung terigu (g)	0	10	20	30	40	50
Minyak nabati (ml)	70	70	70	70	70	70
Gula (g)	120	120	120	120	120	120
<i>Cake emulsifier</i> (g)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Telur (butir)	2	2	2	2	2	2
Baking powder (g)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Vanili (g)	2	2	2	2	2	2
Garam halus (g)	1	1	1	1	1	1
Cokelat bubuk (g)	5	5	5	5	5	5
Cokelat batang (g)	10	10	10	10	10	10

Sumber: Sukarsih (2008) yang dimodifikasi

Proses pembuatan brownies panggang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses pembuatan brownies
Sumber: Sukarsih (2008) yang dimodifikasi

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap brownies panggang meliputi sifat kimia yaitu kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat. Sifat fisik brownies yaitu warna diuji menggunakan pengolahan citra digital dibahas secara deskriptif, dan derajat pengembangan. Uji sensori yaitu aroma, rasa dan tekstur brownies menggunakan uji skoring dan penerimaan keseluruhan menggunakan uji hedonik (Rahmadi *et al.*, 2015).

3.5.1 Analisis Kimia

Analisis kimia yang dilakukan terhadap brownies panggang meliputi kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak dan kadar karbohidrat.

3.5.1.1 Kadar Air

Kadar air brownies diuji dengan metode oven (AOAC No. 925.10, 2005). Prinsipnya yaitu cawan porselen dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 30 menit, lalu didinginkan di dalam desikator dan ditimbang (W_1). Sampel 2 g dimasukkan kedalam cawan porselen yang sudah diketahui beratnya dan dikeringkan (W_2) di dalam oven pada suhu 100°C selama 3-5 jam. Setelah itu sampel didinginkan dalam desikator selama 30 menit kemudian ditimbang (W_3). Perlakuan ini diulang sampai tercapai berat konstan. Bila penimbangan kedua mencapai pengurangan bobot tidak lebih dari 0,002 g dari penimbangan pertama maka dianggap konstan. Perhitungan kadar air dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W_2 - W_3}{W_2 - W_1} \times 100\%$$

Keterangan: W_1 = berat cawan kosong (g)
 W_2 = berat cawan + sampel sebelum dioven (g)
 W_3 = berat cawan + sampel setelah dioven (g)

3.5.1.2 Kadar Abu

Kadar abu brownies diuji menggunakan metode Oven (AOAC No.950.49, 2005). Prinsipnya adalah pembakaran bahan-bahan organik yang diuraikan menjadi air (H_2O) dan karbondioksida (CO_2), tetapi zat anorganik tidak terbakar. Zat anorganik ini disebut abu. Prosedur analisisnya adalah sebagai berikut: Cawan yang akan digunakan dioven terlebih dahulu selama 30 menit pada suhu 100-

105°C. Cawan didinginkan dalam desikator untuk menghilangkan uap air dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan yang sudah dikeringkan (B), kemudian dibakar di atas nyala pembakar sampai tidak berasap dan dilanjutkan dengan pengabuan di dalam tanur bersuhu 550-600°C sampai pengabuan sempurna. Sampel yang sudah diabukan didinginkan dalam desikator dan ditimbang (C). Tahap pembakaran dalam tanur diulangi sampai didapat berat yang konstan. Penentuan kadar abu dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{C - A}{B - A} \times 100\%$$

Keterangan: A = berat cawan kosong (g)
 B = berat cawan + sampel sebelum pengabuan (g)
 C = berat cawan + sampel setelah pengabuan (g)

3.5.1.3 Kadar Protein

Kadar protein brownies diuji dengan menggunakan metode Kjeldahl (AOAC No. 920.87, 2005). Metode ini dibagi menjadi tiga tahapan, yaitu desktruksi, destilasi, dan titrasi.

1) Tahap destruksi.

Sampel 2 g (W) ditimbang dan diletakkan ke dalam labu Kjeldahl 250 ml. Kemudian ditambahkan 2 butir tablet katalis, 5 butir batu didih dan 15 ml H₂SO₄ pekat serta 3 ml H₂O₂ 30%. Selanjutnya dipanaskan pada alat destruksi dalam lemari asam dengan suhu 450°C selama 2 jam (sampai sampel jernih).

2) Tahap destilasi

Ditambahkan 100 ml aquades ke dalam labu hasil ekstraksi, lalu dimasukkan labu tersebut ke dalam alat destilasi uap. Diambil 25 ml H₃BO₄ dan

dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 ml, kemudian ditambahkan 2 tetes indikator *methyl red*, lalu dipasangkan alat destilasi.

3) Tahap titrasi

Destilat dari hasil destilasi selanjutnya dititrasi dengan larutan standar HCL 0,2 N hingga titik akhir titrasi yang ditandai dengan perubahan warna dari kuning menjadi merah muda (pink).

Perhitungan kadar protein dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar protein (\%)} = \frac{(S-B) N \text{ HCL} \times 14,007 \times 6,25}{W \times 100} \times 100\%$$

Keterangan:

W = berat sampel (g)

S = jumlah titrasi sampel (ml)

B = jumlah titrasi blanko (ml)

N = normalitas HCL standar yang digunakan

14,007 = berat atom Nitrogen

6,25 = faktor konversi

3.5.1.4 Kadar Lemak

Kadar lemak brownies diuji menggunakan metode Soxhlet (AOAC No. 923.05, 2005). Labu lemak yang akan digunakan dikeringkan dalam oven bersuhu 100-105°C selama 30 menit, didinginkan dalam desikator dan ditimbang (A). Sampel ditimbang sebanyak 2 g (B) dan dimasukkan ke dalam kertas saring, ditutup dengan kapas bebas lemak dan dimasukkan ke dalam alat ekstraksi soxhlet yang telah dihubungkan dengan labu lemak. Sampel sebelumnya telah dioven dan diketahui bobotnya. Pelarut heksane dituangkan sampai sampel terendam, dan dilakukan reflux atau ekstraksi selama selama 5-6 jam atau sampai pelarut heksane yang turun ke labu lemak berwarna jernih. Pelarut heksane yang telah digunakan, disuling, dan ditampung. Ekstrak lemak yang terdapat di dalam labu

lemak dikeringkan di dalam oven pada suhu 100-105°C selama 1 jam. Labu lemak didinginkan di dalam desikator dan ditimbang (C). Tahap pengeringan labu lemak diulangi sampai diperoleh bobot yang konstan. Perhitungan kadar lemak dilakukan dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kadar lemak (\%)} = \frac{(C-A) \times 100\%}{B}$$

Keterangan : A = berat labu lemak kosong (g)
B = berat sampel (g)
C = berat labu lemak + lemak hasil ekstraksi (g)

3.5.1.5 Kadar Karbohidrat

Perhitungan kadar karbohidrat dilakukan dengan *by difference* (AOAC, 2005) dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar karbohidrat (\%)} = 100\% - (KA + A + P + L)$$

Keterangan:

KA = kadar air (%)
A = kadar air (%)
P = kadar protein (%)
L = kadar lemak (%)

3.5.2 Analisis Fisik

Analisis fisik yang dilakukan terhadap brownies panggang meliputi derajat pengembangan dan warna.

3.5.2.1 Derajat Pengembangan

Prosedur pengujian derajat pengembangan brownies dilakukan dengan cara mengukur volume bagian tengah adonan sebelum (A) dan sesudah (B) pemanggangan (Pyler, 1973 dalam Sartika, 2002). Pengukuran volume adonan

dilakukan dengan cara mengukur tinggi adonan pada bagian tengah dengan menggunakan lidi. Derajat pengembangan adonan dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Derajat Pengembangan Adonan} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

Keterangan: A = volume adonan brownies sebelum pemanggangan
B = volume adonan brownies setelah pemanggangan

3.5.2.2 Warna

Penentuan warna pada brownies panggang menggunakan metode pengolahan citra digital. Penggunaan citra digital menggunakan model RGB, karena warna *Red*, *Green* dan *Blue* adalah komponen warna utama yang membentuk citra digital. Warna RGB tersebut diaplikasikan ke dalam lampu LED kecil (piksel), sehingga dapat mempresentasikan banyak warna (Taufik, 2015). Selain itu, model RGB juga merupakan model warna pokok aditif, yaitu warna yang dibentuk dengan mengkombinasikan energi cahaya dengan tiga warna pokok dalam berbagai perbandingan (Ahmad, 2005). Penentuan warna dilakukan dengan pengambilan citra menggunakan seperangkat alat pengambilan citra (komputer dan kamera). Kemudian hasilnya disimpan dalam bentuk file dengan format *Jpg (Joint Photographic Group)*. Diambil sampel brownies dari masing masing perlakuan. Kemudian dilakukan pengambilan citra digital dengan cara sebagai berikut:

1. Pengambilan Citra

- a. Pengambilan citra dilakukan pada tiap sampel. Sampel diletakkan di atas kertas putih sebagai *background* dan di bawah sebuah kamera dengan jarak ± 30 cm yang sudah dipasangkan lampu pijar pada box pengambilan citra. Kemudian komputer, kamera dan lampu pijar dinyalakan.

- b. Intensitas reflektans dari sampel ditangkap oleh sensor kamera digital melalui lensa. Citra warna ini kemudian ditampilkan di monitor komputer menggunakan kabel USB.
- c. Citra sampel direkam dengan ukuran 1500 x 1300 pixel dan resolusi 180 pixel/inchi dengan 256 tingkatan intensitas cahaya merah, hijau dan biru (RGB) dan disimpan dalam sebuah file dengan *extention file Jpg*. Nilai indeks warna RGB sampel diperoleh dari citra warna dengan cara pengukuran warna terhadap titik-titik pada sampel yang diwakili oleh jendela.
- d. Membuat program MATLAB dengan perintah untuk *upload image*, lalu mengambil sampel bagian citra (*cropping*) citra sampel dan menghitung intensitas warna RGB.
- e. Mengkonversi RGB *image* ke dalam *binery image* dengan menetapkan nilai *Threshold* secara manual menggunakan program MATLAB.

2. Algoritma Pengolahan Citra

- a. File citra sampel yang disimpan dalam format JPEG diubah ke dalam 256 tingkatan intensitas cahaya merah, hijau dan biru (RGB) menggunakan perangkat lunak Matlab (version 7.1. The Math Work Inc.. USA).
- b. Membuat program pengolah citra dalam bahasa C, dimana terdapat modul file dan modul menghitung index warna merah, hijau dan biru (RGB) serta modul binerisasi citra untuk perhitungan luas area citra.
- c. Membuka dan memproses file citra sampel dengan ekstensi BMP menggunakan program pengolahan citra (*image processing*) yang dibangun berukuran 100x100 pixel. Nilai dari titik-titik yang didapat

kemudian dirata-ratakan (dibagi 10000). Nilai luas area citra diperoleh setelah citra diubah ke bentuk biner dengan program binerisasi objek.

3. Analisis Data Citra

Algoritma pengolahan citra sampel brownies panggang pada penelitian ini diolah dengan menggunakan program Matlab (version 7.1. The MathWork Inc.. USA). Data hasil analisa ditampilkan dalam bentuk tabel dan diagram. Menurut Sianturi (2008), berikut rumus perhitungan untuk menentukan indeks RGB:

$$r = \frac{R}{R + G + B} \quad \dots\dots\dots (\text{indeks } r)$$

$$g = \frac{G}{R + G + B} \quad \dots\dots\dots (\text{indeks } g)$$

$$b = \frac{B}{R + G + B} \quad \dots\dots\dots (\text{indeks } b)$$

Keterangan:

R, G, B = nilai pembacaan pada berkas citra digital

r, g, b = nilai indeks warna merah, hijau, biru

3.5.3 Uji Sensori

Uji sensori terhadap brownies panggang dilakukan dengan menggunakan dengan uji skoring meliputi pengujian terhadap aroma, rasa dan tekstur dan untuk penerimaan keseluruhan dilakukan dengan uji hedonik (Rahmadi *et al.*, 2015). Setiap perlakuan pada persiapan sampel, dilakukan dengan persiapan sampel brownies yang telah dipotong dengan ukuran 2x2 cm. Uji sensori dilakukan oleh 25 orang panelis semi terlatih (mahasiswa THP yang sudah mengambil mata kuliah uji sensori). Skala penilaian uji sensori dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Skala penilaian sensori

Parameter	Kriteria	Skor
Aroma	Brownies sangat khas jagung	5
	Brownies khas jagung	4
	Brownies sedikit khas jagung	3
	Brownies tidak khas jagung	2
	Brownies sangat tidak khas jagung	1
Rasa	Sangat terasa khas jagung	5
	Terasa khas jagung	4
	Sedikit terasa khas jagung	3
	Tidak terasa khas jagung	2
	Sangat tidak terasa khas jagung	1
Tekstur	Sangat lembut	5
	Lembut	4
	Agak lembut	3
	Kasar	2
	Sangat kasar	1
Penerimaan keseluruhan	Sangat suka	5
	Suka	4
	Agak suka	3
	Tidak suka	2
	Sangat tidak suka	1

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Penambahan tepung tempe jagung sebanyak 50-100% menyebabkan perbedaan kadar air, kadar protein, kadar lemak, kadar karbohidrat, derajat pengembangan, aroma dan penerimaan keseluruhan brownies panggang; dan tidak menyebabkan perbedaan tekstur brownies panggang; penambahan tepung tempe jagung sebanyak 80-100% tidak menyebabkan perbedaan kadar abu; penambahan tepung tempe jagung sebanyak 90-100% tidak menyebabkan perbedaan rasa brownies panggang.
2. Formulasi brownies panggang terbaik terdapat pada perlakuan A6 dengan perbandingan tepung tempe jagung 50% dan tepung terigu 50%, dengan kadar air sebesar 17,14%, kadar abu sebesar 1,96%, kadar protein 8,54%, kadar lemak 13,60%, kadar karbohidrat sebesar 58,77%, derajat pengembangan sebesar 77,83%, warna yang dihasilkan coklat pekat atau coklat kehitaman dengan nilai rata-rata indeks RGB dengan nilai *red* 0,293, *green* 0,240 dan *blue* 0,467, skor aroma sebesar 2,61 (sedikit khas jagung), skor rasa sebesar 3,02 (sedikit terasa khas jagung), skor tekstur sebesar 3,21 (agak lembut) dan skor penerimaan keseluruhan sebesar 3,63 (suka).

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan untuk mencoba tidak menggunakan bahan pengembang, karena untuk mengetahui apakah formulasi tepung tempe jagung dan tepung terigu dapat memperbaiki tekstur dan derajat pengembangan brownies yang dihasilkan atau tidak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisarwanto, T. dan Y.E. Widyastuti. 2000. *Meningkatkan Produksi Jagung di Lahan Kering, Sawah dan Pasang Surut*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ahmad, U. 2005. *Pengolahan Citra Digital dan Teknik Pemrogramannya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- Aini, N., H. Purwiyatno, T.R. Muchtadi dan N. Andarwulan. 2010. Hubungan Antara Waktu Fermentasi Grits Jagung dengan Sifat Gelatinisasi Tepung Jagung Putih yang Dipengaruhi Ukuran Partikel. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 21(1):18-23.
- Ambarini. 2004. *Brownies*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Chemist Inc. New York.
- Aptindo (Asosiasi Produsen Tepung Terigu Indonesia). 2016. Data Kebutuhan Tepung Terigu Nasional. www.aptindo.or.id. Diakses 7 Februari 2017.
- Arief, R.W. dan R. Asnawi. 2009. Kandungan Gizi dan Komposisi Asam Amino Beberapa Varietas Jagung. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 9(2):61-66.
- Astawan, M. 2009. *Panduan Karbohidrat Terlengkap*. Dian Rakyat. Jakarta.
- Azman, K.I. 2000. Kue Kering dari Tepung Komposit Terigu-Jagung dan Terigu-Ubi Kayu. *Sigma*. 3(2):14-18.
- Babu, P.D., R. Bhagyaraj and R. Vidhyalakshmi. 2009. A Low Cost Nutritious Food “Tempeh” a Review. *World Journal of Dairy and Food Sciences*. 4(1):22-27.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Data Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai Tahun 2015*. Badan Resmi Statistik. Jakarta.

- Beckett, S.T. 2008. *The Science of Chocolate 2nd edition*. Formerly Nestle Product Technology Center. New York.
- Belitz, H. D. and W. Grosch. 1999. *Food Chemistry*. Springer. Berlin.
- Benion. 1980. *The Science of Food*. Jhon Willey and Sons Inc. New York.
- Bintari, S.H., A.P. Dyah, V.J. Eka dan R.R. Citra. 2008. Efek Inokulasi Bakteri *Microccus luteus* terhadap Pertumbuhan Jamur Benang dan Kandungan Isoflavon pada Proses Pengolahan Tempe. *Jurnal Biosaintifika*. 1(1):1-8.
- Bogasari. 2010. *Pengolahan Roti*. Arsip BBC. Palembang.
- Boyer, C.D. and J.C Shannon. 2003. *Carbohydrates of the Kernel*. Didalam Watson, S.A and Ramstad. *Corn: Chemistry and Technology*. American Association of Cereal Chemists. USA. 253-272 hlm.
- Budiyono, A.I., Yuniarti, Suhardi, Suharjo dan W. Istuty. 2008. Kajian Pengembangan Agro-industri Aneka Tepung di Pedesaan. www.relawandesia.files.wordpress.com. Diakses 11 Febuari 2016.
- Cahyana, C. dan Y. Ismani. 2004. *Cake Shop Favorite*. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Cauvain, S.P. and L.S. Young. 2006. *Baked Products: Science, Technology and Practice*. Blackwell Publishing. United Kingdom.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2010. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Bharata Karya Aksara. Jakarta.
- Desrosier, N.W. 1998. *Teknologi Pengawetan Pangan*. UI Press. Jakarta.
- Dwinaningsih, E.A. 2010. Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe dengan Variasi Bahan Baku Kedelai/Beras dan Penambahan Angkak serta Variasi Lama Fermentasi. (Skripsi). Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Fardiaz, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan 1*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fathullah, A. 2013. Perbedaan Brownies Tepung Ganyong dengan Brownies Tepung Terigu Ditinjau dari Kualitas Inderawi dan Kandungan Gizi. (Skripsi). UNS. Semarang.
- Fauzan, F. 2005. Formulasi Flakes Komposit dari Tepung Talas (*Colocasia esculenta (L.) Schott*), Tepung Tempe dan Tapioka. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Feng, X.M. 2006. *Microbial Dynamics during Barley Tempeh Fermentation*. Acta. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala. Hal:59
- Gracia, C., Sugiyono dan B. Haryanto. 2009. Kajian Formulasi Tepung Jagung dalam Rangka Substitusi Tepung Terigu. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(1):32-40.
- Hidayat, N., M.C. Padaga dan S. Suhartini. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Andi. Yogyakarta.
- Indria, E.D., E. Nasution dan A. Siagian. 2015. Daya Terima Brownies Tepung Kecap dan Kandungan Gizinya. *Jurnal Publikasi*. 1(3):1-6.
- Indiriani. 2007. *Modern dan Classic Brownies*. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Kamilah, S. 2015. Pengaruh Substitusi Tepung Tiwul Tawar Instan terhadap Sifat Organoleptik Chiffon Cake. *E-jurnal Boga*. 4(3):49-56.
- Koswara, S. 2009^a. Teknologi Pengolahan Jagung. <http://www.ebookpangan.com>. Diakses 9 Mei 2016.
- Koswara, S. 2009^b. Teknologi Pengolahan Roti. <http://www.ebookpangan.com>. Diakses 1 Juni 2017.
- Kurniawati dan F. Ayustaningwarno. 2012. Pengaruh Substitusi Tepung Terigu dengan Tepung Tempe dan Tepung Ubi Jalar Kuning terhadap Kadar Protein, Kadar β -Karoten dan Mutu Organoleptik Roti Manis. *Journal of Nutrition*. 1(1):344-351.
- Kusnandar, F. 2010. *Kimia Pangan: Komponen Makro*. PT. Dian Rakyat. Jakarta.
- Maesari, S. 2015. Formulasi Tepung Jagung (*Zea mays L.*) Terfermentasi dan Tepung Terigu terhadap Sifat Kimia, Fisikokimia dan Sensori Roti Manis. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Mc Cready, R.M. 1970. *Starch and Dextrin*. Terjemahan dari *Method in Food Analysis* oleh Joslyn, M.A. Academic Press. New York.
- Mudjajanto, S.E. dan L.N. Yulianti. 2004. *Membuat Aneka Roti*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Murillo, C.E.C., Y.J. Wang and L.A.B. Peres. 2008. Morphology Physicochemical and Structural Characteristics of Oxidized Barley and Corn Starch. *Starch/Starke*. 60:634-645.

- Nago, M.C., J.D. Hounhouigan, N. Akissoe, E. Zanou and C. Mestres. 1998. Characterization of the Beninese Traditional Ogi, a Fermented Maize Slurry: Physico Chemical and Microbiological Aspect. *International Journal of Food Science and Technology*. 33: 307-315.
- Palupi, N.S., F.R. Zakaria dan E. Prangdimurti. 2007. Pengaruh Pengolahan terhadap Nilai Gizi Pangan. Modul *E-learning* ENBP. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan. IPB. Bogor.
- Parker, B. 2003. *Introduction to Food Science*. Delmar, Thomson Learning. United States of America.
- Purwoko, T., Suranto dan T. Ulandari. 2007. Uji Kandungan Karbohidrat, Protein dan Lemak Kecap Tanpa Fermentasi Moromi dari Kara Benguk (*Mucuna pruriens L.D.C*) Hasil Fermentasi *Rhizopus oligosporus*: Pengaruh Lama Perendaman. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rahmadi, A., Y. Puspita., S. Agustin dan M. Rohmah. 2015. Penerimaan Panelis dan Sifat Kimiawi Emulsi Labu Kuning dan Fraksi Olein Sawit. *Jurnal Teknologi dan Industri*. 26(2):201-212.
- Rakkar, P.S. 2007. Development of a Gluten-free Commercial Bread. (Thesis). Auckland University of Technology. Auckland.
- Resmisari, A. 2006. Tepung Jagung Komposit, Pembuatan dan Pengolahannya. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen Pengembangan Pertanian*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian. Bogor. Hal:462-473.
- Richana, N., A. Budiyanto dan I. Mulyawati. 2010. Pembuatan Tepung Jagung Termodifikasi dan Pemanfaatannya untuk Roti. *Prosiding Pekan Serealia Nasional*. ISBN: 978-979-8940-29-3.
- Risti, Y. 2013. Pengaruh Penambahan Telur terhadap Kadar Protein, Serat, Tingkat Kekenyalan dan Penerimaan Mi Basah Bebas Gluten Berbahan Baku Tepung Komposit. (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Rukmana, R. 2010. *Jagung Budidaya, Pascapanen, Penganekaragaman Pangan*. CV Aneka Ilmu. Semarang.
- Saragih, I.P. 2011. Penentuan Kadar Air Pada *Cake* Brownies dan Roti Two In One Nenas dan Es. (Skripsi). USU. Medan.
- Sartika. 2002. Pengaruh Formulasi Tepung Terigu, Singkong dan Kedelai terhadap Sifat Organoleptik, Fisik dan Kimia Roti Manis. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.

- Setyani, S., N. Yuliana dan R. Adawiyah. 2013. Kajian Fermentasi Jagung terhadap Nilai Gizi Formula Makanan Pendamping Air Susu Ibu (MP-ASI) dengan Tempe Kedelai. *Prosiding Seminar Nasional Sains & Teknologi V*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hal:1188-1198.
- Setyani, S., S. Astuti dan Florentina. 2017. Substitusi Tepung Jagung Pada Pembuatan Mie Basah. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 22(1):1-10.
- Shurtleff, W. and A. Aoyagi. 1979. *The Book of Tempeh*. Harper and Row Publisher. New York.
- Sianturi, C. 2008. Perubahan Kimia, Fisika dan Lama Simpan buah Pisang Muli dalam Penyimpanan Atmosfer Pasif. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Suarni dan I.U. Firmansyah. 2005. Beras Jagung: Prosesing dan Kandungan Nutrisi sebagai Bahan Pangan Pokok. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung*. Makassar. 29-30 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. Hal:393-398.
- Suarni dan S. Widowati. 2011. *Struktur, Komposisi dan Nutrisi Jagung*. Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros. Maros.
- Subandi, M., Syam dan A. Widjono. 1988. *Jagung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. 422 hal.
- Sudjana, A., A. Rifin dan M. Sudjadi. 1991. *Jagung*. Buletin Teknik No. 4 Badan Penelitian Tanaman Pangan Bogor. Bogor. Hal:42.
- Sufi, S.Y. 1999. *Kreasi Roti*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Suhardjito, Y.B. 2006. *Pastry dan Perhotelan*. Andi. Yogyakarta.
- Sukarsih, A.P. 2008. Brownies Kukus dari Tepung Ubi Jalar. *Jurnal Teknologi Industri Kerumahtanggaan*. 8(1):723-838.
- Sulistyo, C.N. 2006. Pengembangan Brownies Kukus Tepung Ubi Jalar di PT. Fits Mandiri Bogor. (Skripsi). Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor.
- Sunaryo, E. 1985. *Pengolahan Produk Serealia dan Biji-bijian*. IPB. Bogor.
- Syarbini, H.M. 2013. *Referensi Komplit Bahan, Proses Pembuatan Roti, dan Panduan Menjadi Bakepreneur*. A-Z BAKERY. Solo.

- Tam, L.M.H., W.T. Corke, J.Tan, Li and L.S. Collado. 2004. Production of Bihon-Type Noodle from Maize Starch Differing in Amyloza Content. *Journal Cereal Chemistry*. 81(4):475-480.
- Taufik, I. 2015. Metode Content Based Image Retrieval (CBIR) Untuk Pencarian Gambar yang Sama Menggunakan Perbandingan Histogram Warna RGB. *Jurnal Mantik Penusa*. 18(2):103-111.
- Tompunu, A.N. dan R.D. Kusmanto. 2011. Pengolahan Citra Digital Untuk Mendeteksi Obyek Menggunakan Pengolahan Warna Model Normalisasi RGB. *Seminar Nasional Teknologi dan Komunikasi Terapan*. ISBN 979-26-0255-0.
- Wahyudi, T., T.R. Panggabean dan Pujiyanto. 2008. *Panduan Kakao Lengkap, Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Widpradnyadewi, P.A.D., A.A.G.N.A. Jambe., G.A.K.D. Puspawati., P. T. Ina., N.M. Yusa dan N.L.A. Yusasrini. 2016. Kajian Perbandingan Tepung Ubi Jalar Kuning (*Ipomoea batatas L.*) dan Tepung Terigu terhadap Karakteristik Bolu Kukus. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pangan*. 1(1):32-36.
- Wignyanto, N.I. dan S.K. Mahardika. 2009. Optimasi Proses Fermentasi Tepung Jagung pada Pembuatan Bahan Baku Biomassa Jagung Instan (Kajian Lama Inkubasi dan Konsentrasi Kapang *Rhizopus sp.*). *Jurnal Agritek*. 17(2): 251-257.
- White, P.J. 2001. *Properties of Corn Starch*. CRC Press. Florida. Hal:33-62.
- Winarno, F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Windaryati, T., Herlina dan A. Nafi. 2013. Karakteristik Brownies yang Dibuat dari Komposit Tepung Gembolo (*Dioscorea bulbifera L.*). *Jurnal Berkala Ilmiah Pertanian*. 1(2):25-29.
- Woolfe, J.A. 1999. *Sweet Potato an Untapped Food Resource*. Chapman and Hall. New York. 643 hal.