1. TEMPEH
2. SOYBEAN
3 MUNG BEAN

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

DITERBITKAN UNTUK

UJIAN TAHAP II

DISERTASI

PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS RHIZOPUS DALAM INOKULUM PADA KEDELE DAN CAMPURAN KEDELE - KACANG HIJAU TERHADAP KANDUNGAN ZAT GIZI DAN TINGKAT KESUKAAN KONSUMEN PADA TEMPE

kk
Dis M 09/02
Pan
P

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

TJANDRA PANTJAJANI

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
1998

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS RHIZOPUS DALAM INOKULUM PADA KEDELE DAN CAMPURAN KEDELE - KACANG HIJAU TERHADAP KANDUNGAN ZAT GIZI DAN TINGKAT KESUKAAN KONSUMEN PADA TEMPE

DISERTASI

untuk memperoleh Gelar Doktor
dalam Ilmu Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
pada Program Pascasarjana Universitas Airlangga
di bawah pimpinan Rektor Universitas Airlangga

Prof. H. Soedarto, dr., DTM&H . PhD.

untuk dipertahankan dihadapan
Rapat Terbuka Senat Universitas Airlangga

oleh :

TJANDRA PANTJAJANI

NIM : 099311502 D

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LEMBAR PENGESAHAN

Disertasi ini telah disetujui
untuk ujian tahap II
tanggal 30 Juni 1998

Oleh :

Promotor

Prof. Sri Utari Purnomo S, dr
NIP. 130 099 600

Ko-Promotor

Prof. Dr. Indrawati Gandjar
NIP. 140 018 788

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Promotor : Prof. Sri Utari Purnomo S, dr.

Ko-Promotor : Prof. Dr. Indrawati Gandjar

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Telah diuji pada Ujian Tahap I

Tanggal 15 Juni 1998

PANITIA PENGUJI DISERTASI

Ketua : Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr.

Anggota : 1. Prof. H. A. Soeparmo, Drs. MSc.

2. Prof. Soemadi, Drs. Apt.

3. Prof. Sri Utari Purnomo S, dr.

4. Prof. Dr. Indrawati Gandjar

5. Dr. Hermana

6. Dr. Ami Soewandi JS, Apt.

7. Dr. Koentoro, dr., MpH.Dr.PH.

Ditetapkan dengan Surat Keputusan
Rektor Universitas Airlangga
Nomor : 4755/J03/PP/1998
Tanggal : 25 Juni 1998

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama kami panjatkan puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rakhmat dan karuniaNya sehingga penelitian dan penulisan disertasi ini dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini dengan setulus hati kami menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

Pemerintah Republik Indonesia, dalam hal ini Menteri Pendidikan dan Kebudayaan serta Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi atas kesempatan dan bantuan biaya pendidikan program TMPD.

Rektor Universitas Airlangga, Prof. H. Soedarto, dr.DTM&H, PhD, serta mantan Rektor Universitas Airlangga, Prof. H. Bambang Rahino Setokoesoemo, dr., atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada kami untuk mengikuti dan menyelesaikan pendidikan program Doktor.

Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Prof. Dr. H. Soedijono, dr., dan mantan Direktur Program Pascasarjana Universitas Airlangga, Prof. Dr. Sutarjadi, Apt., yang telah memberi kesempatan dan fasilitas kepada kami untuk mengikuti program Doktor.

Terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya kami sampaikan kepada Prof Sri

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Utari Purnomo S.,dr. , promotor yang dengan penuh perhatian dan kesabaran telah memberi dorongan, bimbingan, dan saran selama penelitian dan penulisan disertasi ini.

Terima kasih yang tak terhingga dan penghargaan yang setinggi-tingginya juga kami sampaikan kepada Prof. Dr. Indrawati Gandjar, ko-promotor yang dengan penuh perhatian dan kesabaran telah memberi dorongan, bimbingan dan saran selama penelitian dan penulisan disertasi ini.

Pada kesempatan ini kami juga menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

Koordinator Kopertis Wilayah VIII, Bagus Ketut Lodji, Ir.Ms.,yang telah memberi kesempatan kepada kami untuk mengikuti pendidikan program Doktor.

Rektor Universitas Mahasaraswati Denpasar, Dr. I Gusti Made Tamba, yang telah memberi kesempatan dan fasilitas kepada kami untuk mengikuti pendidikan program Doktor.

Dr. Geertruida Sihombing, Dra.MSc dan Dr. Koentoro, dr.,MpH.PH.DrPH, selaku konsultan program Doktor yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan dalam bidang analisis kimia dan analisis data.

Tim penguji usulan penelitian disertasi yang terdiri dari Prof. Purnomo Suryohudojo, dr., Prof Soemadi, Drs.Apt., Prof. H.A. Soeparmo, Drs.MSc., Prof.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Sri Oetari Purnomo, dr., Prof. Dr. Indrawati Gandjar, Dr. Ami Soewandi, Apt., Dr. Koentoro, dr., MpH.DrPH yang telah memberikan arahan, masukan serta rekomendasi sehingga penelitian dalam rangka penyusunan disertasi ini dapat dilaksanakan.

Prof. Dr. I Nyoman Sutawan, Ir., yang telah memberi rekomendasi ketika penulis akan mengikuti program Doktor.

Kepala Laboratorium Gizi Departemen Kesehatan R.I di Jakarta beserta staf atas bantuan dan fasilitas yang diberikan dalam rangka analisis kimia sampel kami. Dra. Roosmaningsih Koesno yang telah menberi izin dan fasilitas tempat penelitian untuk menyiapkan sampel. Begitu pula Drs. Wagiran Djarot Sudiro, Laboratorium Mikrobiologi RSUD Dr. Soetomo di Surabaya yang telah membantu menganalisis patogenisitas sampel kami, dan kepala laboratorium Biologi Universitas Mahasaraswati Denpasar beserta staf yang telah membantu kami selama penelitian pendahuluan.

Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Industri, di Surabaya, beserta staf yang telah memberi bantuan untuk analisis organoleptik tempe hasil penelitian kami.

Masyarakat warga kelurahan Semolowaru R.W. V, R.T. 1, 2, dan 3 yang telah berpartisipasi sebagai panelis dalam penelitian kami.

Para dosen program Doktor Prof. Abdoel Gani, SH.MS,

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Prof. Abdoelbasir,Drs., Prof. Soemadi, Drs.Apt., Prof. Dr. H.J. Glinka, Prof. H.A. Soeparmo, Drs.MS., Prof. Dr. Indrawati Gandjar, Dr. Gumawan Indrajanto, Apt., Dr. M. Zainuddin, Apt., Dr. Ami Suwandi JS, Apt., Dr. Sarmanu, Drh. MS., Dr. Widodo JP, dr.MS. MpH.DrPH., Dr. Susanti, Bambang Wirjatmadi, dr.MS. MCN.PhD., yang telah memberi bekal ilmu pengetahuan, bimbingan, dan saran kepada kami. Demikian pula kami sampaikan kepada semua guru kami mulai dari TK, SD, SMP, SMU dan Perguruan Tinggi yang telah memberi bekal pengetahuan, ketrampilan, dan sikap kepada kami.

Terakhir kami merasa berhutang budi kepada orang tua kami yang telah membesarkan dan mendidik kami. Demikian pula kami sampaikan terima kasih kepada semua saudara kami, kakak dan adik kami yang telah memberi dorongan moril dan bantuan selama kami menyelesaikan disertasi ini.

Kepada semua pihak, yang pada kesempatan ini tidak mungkin disebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu kami dalam pelaksanaan penelitian, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Semoga Tuhan yang Maha Pengasih dan Penyayang membalas budi baik mereka serta melimpahkan rahmatNya kepada kita semua.

Amin.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

RINGKASAN

Tempe merupakan salah satu produk fermentasi khas Indonesia. Mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi tempe ialah *Rhizopus*. Tempe merupakan bahan makanan yang kaya protein, bergizi tinggi, dan mudah dicerna.

Penelitan ini mempelajari pengaruh komposisi dua jenis *Rhizopus* dalam inokulum pada kedele dan campuran kedele-kacang hijau terhadap kandungan zat gizi dan tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

Sampel penelitian terdiri dari 12 macam tempe yang dibuat oleh peneliti. Metode penelitian adalah eksperimen. Untuk mengetahui pengaruh variabel bebas (jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi) terhadap variabel tergantung (kandungan zat gizi, tingkat kesukaan konsumen) digunakan rancangan acak lengkap, pola faktorial 4x3x2, yang melibatkan 3 faktor yaitu jenis substrat (kedele, campuran kedele-kacang hijau (3:1), (4:1), dan (5:1), jenis inokulum (UICC 116, UICC 128, UICC 116 + UICC 128 = 1:1), dan fermentasi (0 jam, 24 jam). Data yang dianalsis diperoleh dari pengukuran kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, asam amino (data skala rasio), dan uji organoleptik (data skala ordinal).

Kadar protein ditentukan dengan metode Kjeldal,

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

lipid dengan gravimetri, karbohidrat dengan metode Luff Schoorl, vitamin B_1 dan fosfor dengan spektrofotometri, besi dengan spektrofotometri serapan atom, serat dengan metode analisis AOAC, asam lemak dengan kromatografi gas, asam amino dengan penganalisis asam amino otomatis, NPU dan kecernaan ditentukan dengan tikus putih strain LMR asal Wistar dengan metode Miller dan Bender.

Teknik analisis yang digunakan untuk menguji hipotesis adalah Anava 3-jalur (data skala rasio), dilanjutkan dengan uji t ganda, sedangkan untuk data skala ordinal dianalisis dengan uji beda jenjang Friedman, dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda. Taraf signifikansi yang digunakan $\alpha = 0,05$.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa jenis substrat berpengaruh secara signifikan, jenis inokulum tidak berpengaruh secara signifikan sedangkan fermentasi berpengaruh secara signifikan terhadap kandungan zat gizi tempe untuk protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino, kecuali untuk besi dan fosfor. Tidak ada pengaruh interaksi antar faktor terhadap kandungan zat gizi tempe. Sesudah fermentasi 24 jam, kandungan protein, asam amino total, vitamin B_1, serat, NPU, dan kecernaan meningkat, kadar fosfor dan besi tetap, sedangkan kadar karbohidrat, lipid, dan asam lemak menurun. Jenis substrat dan jenis

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

inokulum tidak berpengaruh secara signifikan terhadap mutu organoleptik tempe untuk warna, aroma, tekstur, dan kekompakan, kecuali untuk penampilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan.

Dari hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa tempe hasil fermentasi dengan inokulum UICC 116 atau UICC 128 atau campuran keduanya (1:1), kandungan zat gizinya tidak berbeda dan tempe hasil fermentasi substrat campuran kedele-kacang hijau (5:1) lebih enak dan disukai konsumen daripada tempe kedele walaupun kandungan zat gizinya sedikit lebih rendah.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan agar masyarakat yang kurang menyukai tempe kedele diharapkan dapat menyukai makan tempe campuran ini hendaknya dilakukan penyuluhan tentang nilai gizi dan khasiatnya bagi kesehatan.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

ABSTRACT

Key word : tempe, inoculum, soybean, mung bean

The purpose of this research was to study two kinds of inoculum (*Rhizopus*, UICC 116 and UICC 128) either single or combined, on the nutritive values and the palatability of tempe, made from either soybean or in combination with mung bean in a proportion of 3:1, 4:1, or 5:1. The fermentation period was 24 hours. The nutritive values include : protein, lipid, carbohydrate, vitamin B_1, iron, phosphor, fibre, NPU, digestibility, fatty acids, and amino acids.

The data of the nutritive values were analyzed by 3-ways anova followed by multiple t-test. The palatability was measured by the organoleptic test and the data were analyzed by the Friedman test followed by a multiple comparison. Both analysis used 5% levels of confidence.

The results showed that the kind of inoculum, either single or combined did not show significant differences in the nutritive values between the groups, while the kind of substrate showed significant differences in nutritive values and their palatability. The higher soybean content, the higher nutritive values of the tempe. On the other hand, tempe made from soybean

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

combined with mung bean in a proportion of 5:1 resulted in a better taste, although its nutritive values was lower than the soybean tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR ISI i

DAFTAR TABEL iv

DAFTAR GAMBAR vi

DAFTAR LAMPIRAN viii

BAB 1 PENDAHULUAN 1

1.1 Latar Belakang Masalah 1

1.2 Rumusan Masalah 6

1.3 Tujuan Penelitian 7

1.3.1 Tujuan Umum 7

1.3.2 Tujuan Khusus 7

1.4 Manfaat Penelitian 8

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA 9

2.1 Nilai Gizi Makanan 9

2.1.1 Karbohidrat 10

2.1.2 Lipid 10

2.1.3 Protein 11

2.1.4 Vitamin 14

2.1.5 Mineral 15

2.2 Kedele sebagai Sumber Protein Nabati 15

2.3 Kacang Hijau sebagai Sumber Protein Nabati 17

2.4 Fermentasi dan Tempe 18

2.4.1 Fermentasi 18

2.4.2 Tempe 19

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Halaman

2.5 Peranan Mikroorganisme dalam Proses Pembuatan Tempe 20

2.6 Perkembangan Teknologi Pembuatan Tempe 26

BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN 29

3.1 Kerangka Konseptual 29

3.2 Hipotesis Penelitian 30

BAB 4 METODE PENELITIAN 33

4.1 Rancangan Penelitian 33

4.2 Variabel Penelitian 35

4.2.1 Klasifikasi Variabel 35

4.2.2 Definisi Operasional Variabel 35

4.3 Bahan Penelitian 37

4.4 Alat Penelitian 37

4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian 37

4.5.1 Penelitian Pendahuluan 37

4.5.2 Penelitian Eksperimen 38

4.6 Prosedur Pengumpulan Data 41

4.7 Teknik Analisis Data 42

4.7.1 Data Skala Rasio 42

4.7.2 Data Skala Ordinal 42

BAB 5 HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN 44

5.1 Hasil Penelitian 44

5.1.1 Perubahan Fisis 44

5.1.2 Perubahan Biokimiawi 45

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Halaman

5.2 Analisis Hasil Penelitian 50

5.2.1 Analisis Data Skala Rasio 50

5.2.2 Analisis Data Skala Ordinal .. 76

BAB 6 PEMBAHASAN 84

6.1 Pengaruh Jenis Substrat 84

6.2 Pengaruh Jenis Inokulum 85

6.3 Pengaruh Fermentasi 86

6.3.1 Kadar Protein 86

6.3.2 Kadar Lipid 88

6.3.3 Kadar Karbohidrat 89

6.3.4 Kadar Mineral 90

6.3.5 Kadar Vitamin B_1 91

6.3.6 Kadar Serat 91

6.3.7 Kadar NPU dan Kecernaan 92

6.4 Penilaian Organoleptik 92

BAB 7 SIMPULAN DAN SARAN 95

7.1 Simpulan 95

7.2 Saran 96

DAFTAR ACUAN 97

LAMPIRAN 104

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
2.1	Asam amino esensial dan nonesensial untuk manusia	13
2.2	Kandungan asam amino esensial kedele, kacang hijau dan telur ayam	14
2.3	Komposisi kimia kedele	16
2.4	Komposisi kimia kacang hijau	18
5.1	Kadar rata-rata protein, lipid, dan karbohidrat (g/100g berat kering)	45
5.2	Kadar rata-rata vitamin B1 (mcg/100g berat kering), besi dan fosfor (mg/100g berat kering)	46
5.3	Kadar rata-rata serat (g/100g berat kering), NPU, dan kecernaan	46
5.4	Kadar rata-rata asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat (g/100g berat kering)	47
5.5	Kadar rata-rata asam amino esensial, asam amino nonesensial, dan asam amino total (mg/100g berat kering)	48
5.6	Kadar rata-rata treonin, leusin, isoleusin, valin, lisin, metionin, dan fenilalanin, triptofan (mg/100g berat kering)	49
5.7	Kadar rata-rata glisin, alanin, aspartat, glutamat, prolin, sistein, tirosin, serin, histidin, dan arginin (mg/100g berat kering)	49
5.8	Hasil uji F antar jenis substrat	51
5.9	Hasil uji t ganda antar jenis substrat	52
5.10	Hasil uji F antar jenis inokulum	54
5.11	Hasil uji t ganda antar jenis inokulum	55

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Halaman

5.12 Hasil uji F antar fermentasi 57

5.13 Hasil uji t ganda antar fermentasi 58

5.14 Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum 70

5.15 Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi 72

5.16 Hasil uji F untuk interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi 73

5.17 Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi ... 75

5.18 Hasil uji beda jenjang Freidman untuk panelis terlatih 76

5.19 Hasil uji perbandingan berganda untuk penampilan fisik dari panelis terlatih 78

5.20 Hasil uji perbandingan berganda untuk rasa dari panelis terlatih 79

5.21 Hasil uji perbandingan berganda untuk tingkat kesukaan dari panelis terlatih 80

5.22 Hasil uji beda jenjang Freidman untuk konsumen 82

5.23 Hasil uji perbandingan berganda untuk konsumen 82

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	*Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* UICC 116 pada PDA (30°C)	24
2.2	*Rhizopus oryzae* UICC 128 pada PDA (30°C) ...	25
3.1	Model kerangka konseptual penelitian	31
4.1	Rancangan penelitian faktorial 4X3X2	33
4.2	Prosedur penelitian eksperimen	39
5.1	Perbandingan perubahan protein, lipid dan karbohidrat dengan substrat berbeda	59
5.2	Perbandingan perubahan vitamin B1 dengan substrat berbeda	60
5.3	Perbandingan perubahan besi dan fosfor dengan dengan substrat berbeda	60
5.4	Perbandingan perubahan serat, NPU, dan kecernaan dengan substrat berbeda	61
5.5	Perbandingan perubahan asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat dengan substrat berbeda	61
5.6	Perbandingan perubahan asam amino esensial asam amino nonesensial, dan asam amino total dengan substrat berbeda	62
5.7	Perbandingan perubahan treonin, leusin, isoleusin, dan valin dengan substrat berbeda	62
5.8	Perbandingan perubahan lisin, metionin fenilalanin, dan triptofan dengan substrat berbeda	63
5.9	Perbandingan perubahan glisin, alanin aspartat, glutamat, dan prolin dengan substrat berbeda	63

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Halaman

5.10 Perbandingan perubahan sistein, tirosin serin, histidin, dan arginin dengan substrat berbeda 64

5.11 Perbandingan perubahan protein, lipid dan karbohidrat dengan inokulum berbeda 65

5.12 Perbandingan perubahan vitamin B1 dengan inokulum berbeda 65

5.13 Perbandingan perubahan besi dan fosfor dengan inokulum berbeda 66

5.14 Perbandingan perubahan serat, NPU, dan kecernaan dengan inokulum berbeda 66

5.15 Perbandingan perubahan asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat dengan inokulum berbeda 67

5.16 Perbandingan perubahan asam amino esensial asam amino nonesensial, dan asam amino total dengan inokulum berbeda 67

5.17 Perbandingan perubahan treonin, leusin isoleusin, dan valin dengan inokulum berbeda 68

5.18 Perbandingan perubahan lisin, metionin fenilalanin, dan triptofan dengan inokulum berbeda 68

5.19 Perbandingan perubahan glisin, alanin aspartat, glutamat, dan prolin dengan inokulum berbeda 69

5.20 Perbandingan perubahan sistein, tirosin serin, histidin, dan arginin dengan inokulum berbeda 69

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran		Halaman
1	Foto-foto tempe hasil penelitian	104
2	Angket untuk panelis terlatih	110
3	Angket untuk konsumen	112
4	Syarat-syarat panelis terlatih di Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Surabaya	114
5	Data operasional alat	115
6	Cara menghitung NPU dan kecernaan	117
7	Data hasil penelitian zat gizi dalam tempe ..	119
8	Hasil analisis data dengan seri program Statistik (SPS)	133

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

BAB 1
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Masalah pangan dan gizi perlu mendapat perhatian yang sungguh-sungguh sebab pangan dan gizi mempengaruhi kualitas hidup manusia. Peningkatan produksi pangan, baik beras maupun non beras, perlu terus dilanjutkan untuk memantapkan swasembada pangan. Di samping itu juga ditujukan untuk memperbaiki mutu gizi, antara lain, melalui penganekaragaman jenis bahan makanan, serta peningkatan penyediaan protein nabati dan hewani. Peningkatan kualitas pangan masyarakat diupayakan, antara lain, melalui usaha-usaha penganekaragaman jenis dan penyediaan pangan serta melalui peningkatan pengetahuan, sikap, dan perilaku positif masyarakat terhadap masalah pangan.

Kedele di Indonesia mempunyai prospek yang baik karena kedele merupakan sumber protein nabati yang paling baik. Di antara kacang-kacangan, kedele mempunyai kadar protein tertinggi. Demikian pula nilai gizi kedele tertinggi di antara sumber protein nabati lainnya (Tanuwidjaja, 1975a ; LKN-LIPI, 1975c).

Ditinjau dari segi pangan dan gizi, di Indonesia

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

dan juga di negara-negara berkembang lainnya, kedele berperan utama dalam menanggulangi kekurangan protein (LKN-LIPI, 1975c).

Di Indonesia kedele telah lama dikenal sebagai bahan pangan yang biasa diolah menjadi tahu, kecap, taoco, susu kedele, dan tempe (LKN-LIPI, 1975b). Penyajian kedele menjadi tempe adalah unik dibanding dengan berbagai bentuk penyajian pangan lain yang berasal dari kedele. Keunikan tersebut karena pada tempe, kedele dikonsumsi utuh berbeda dengan tahu atau susu kedele yang dikonsumsi hanya sebagai ekstrak protein saja. Taoco yang merupakan produk fermentasi kedele, walaupun dikonsumsi utuh, tetapi hanya merupakan penyedap masakan, sehingga kuantita konsumsinya rendah (Mulyowidarso, 1988).

Melalui proses penempean, kedele lebih enak dimakan dan meningkatkan nilai gizinya. Rasa dan aroma kedele berubah setelah menjadi tempe. Tempe lebih banyak diterima sebagai pangan bukan saja oleh orang Indonesia tetapi juga oleh bangsa lain, terutama di Asia, bahkan juga oleh masyarakat Barat. Tempe yang baik memiliki rasa dan aroma yang spesifik. Nilai cerna tempe sangat tinggi, jauh lebih besar dibanding nilai cerna kedele sebelum difermentasi menjadi tempe (Mulyowidarso, 1988).

Tempe merupakan salah satu sumber gizi tradisional khas Indonesia. Tempe adalah hasil fermentasi yang sangat populer dan sudah dikenal sejak zaman dahulu. Di Indonesia terutama di Jawa dan Bali, tempe dikonsumsi

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

oleh semua lapisan masyarakat. Berkat pengaruh publikasi tentang nilai gizi dan manfaat tempe untuk kesehatan manusia, maka pada tahun-tahun terakir ini usaha industri tempe di Eropa, Amerika dan Jepang berkembang pesat (Mulyowidarso, 1988).

Di Indonesia pembuatan tempe masih dilakukan secara tradisional. Pertimbangan-pertimbangan higienis, penampakan dan estetika tidak begitu diperhatikan. Akibatnya tempe yang dihasilkan masih dipandang rendah derajatnya oleh sebagian masyarakat. Perhatian dan penghargaan tempe memang telah meningkat pada dasa warsa akhir ini, khususnya terhadap nilai gizinya.

Masalah mutu dan status tempe di masyarakat Indonesia banyak sangkut pautnya dengan citra tempe itu sendiri serta kekurangtahuan masyarakat mengenai beberapa informasi penting tentang karakteristik yang unik dan menguntungkan yang terkandung dalam tempe. Oleh karena itu citra bahwa tempe selalu dibuat dengan cara dan teknologi yang kurang higienis perlu secara bertahap dikikis dan alternatif teknologi yang lebih higienis dan efisien harus dikembangkan dan disebarluaskan. Di samping itu berbagai keuntungan dari segi gizi, kesehatan dan keamanan konsumsi tempe perlu diungkapkan secara jelas (Winarno, 1985).

Di Indonesia dikenal berbagai macam tempe, antara lain, tempe kedele dibuat dari kedele, tempe gembus dari ampas tahu, tempe bungkil dari bungkil kacang tanah,

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

tempe enthu dari campuran ampas tahu dan bungkil kelapa, tempe cenggereng dari campuran bungkil kelapa dan dedak jagung, tempe lamtoro dari biji lamtoro, tempe benguk dari koro benguk, tempe koro pedang dari koro pedang dan tempe koro kratok dari koro kratok. Di Amerika dikenal tempe kedele yang dicampur dengan serelia, yang telah dipatenkan oleh Hesseltine & Smith pada tahun 1966. Selain serelia berbagai bahan lain telah dilaporkan penggunaannya untuk membuat tempe dalam bentuk campuran dengan kedele. Campuran kedele dan gandum dilaporkan oleh Wang et al. (1966), campuran kedele dan kacang tanah dilaporkan oleh Bai et al. (1975) dan Vaidehi et al. (1985), campuran kedele dan biji bunga matahari dilaporkan oleh Vaidehi et al. (1985) (Mulyowidarso, 1988).

Berdasarkan percobaan pendahuluan tempe dengan substrat campuran kedele dan kacang hijau mempunyai rasa yang enak bahkan beberapa panelis mengatakan lebih enak dibanding tempe kedele.

Kacang hijau juga merupakan sumber protein, vitamin dan mineral yang penting bagi manusia. Dengan potensinya ini kacang hijau dapat mengisi kekurangan protein pada umumnya. Kacang hijau sebagian besar dikonsumsi untuk bahan makanan seperti taoge, bubur, tepung, pati, dan minuman. Pada umumnya yang paling disukai adalah taoge. Dalam bentuk taoge vitamin B-nya sudah hilang. Dalam bentuk makanan pada umumnya kacang hijau belum

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

dimanfaatkan sebagai sumber protein (Sumarno, 1991).

Dalam proses pembuatan tempe diperlukan inokulum tempe. Di dalam inokulum terdapat satu atau dua jenis *Rhizopus*, tetapi mungkin juga terdapat beberapa jenis *Rhizopus* tergantung pembuatannya. Inokulum tempe sangat berperan dalam proses pembuatan tempe karena kualitas tempe sangat dipengaruhi oleh kualitas inokulum yang digunakan (Hermana & Roedjito, 1971 ; Tanuwidjaja & Koesbianti, 1979 ; Mulyowidarso, 1988).

Inokulum tempe yang biasa digunakan untuk membuat tempe oleh pengusaha atau perajin tempe ada bermacam-macam, antara lain, inokulum buatan Laboratorium Mikrobiogi dan Teknologi Fermentasi ITB Bandung (mengandung satu jenis *Rhizopus*), inokulum buatan LKN-LIPI Bandung (mengandung 2 jenis *Rhizopus*) dan inokulum tradisional (mengandung lebih dari 2 jenis *Rhizopus*). Inokulum yang menghasilkan tempe dengan kadar asam amino bebas yang tinggi adalah inokulum buatan LKN-LIPI Bandung sedangkan inokulum yang menghasilkan tempe yang paling disukai konsumen ialah inokulum tradisional tempe Malang (Tjandra, 1993).

Dalam upaya untuk meningkatkan mutu tempe, nilai gizinya tinggi dan rasanya enak serta untuk meningkatkan peranan kacang hijau sebagai sumber protein maka dilakukan penelitian pembuatan tempe dengan substrat campuran kedele dan kacang hijau yang menggunakan inokulum campuran *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

UICC 116 dan *Rhizopus oryzae* UICC 128, karena kedua *Rhizopus* tersebut telah diidentifikasi dan telah banyak dipelajari karakteristiknya.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dirancang untuk menjawab permasalahan sebagai berikut.

(1) Apakah jenis substrat pada fermentasi tempe berpengaruh terhadap kandungan zat gizi tempe ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, Net Protein Utilization (NPU), kecernaan, asam lemak, dan asam amino.

(2) Apakah jenis inokulum pada fermentasi tempe berpengaruh terhadap kandungan zat gizi tempe.

(3) Apakah fermentasi pada pembuatan tempe berpengaruh terhadap kandungan zat gizi tempe.

(4) Apakah ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum pada fermentasi tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(5) Apakah ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi terhadap kandungan zat gizi tempe.

(6) Apakah ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi terhadap kandungan zat gizi tempe.

(7) Apakah ada pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi terhadap kandungan

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

zat gizi tempe.

(8) Apakah jenis substrat dan jenis inokulum pada fermentasi tempe berpengaruh terhadap tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mencapai tujuan sebagai berikut.

1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh komposisi dua jenis *Rhizopus* dalam inokulum pada kedele dan campuran kedele-kacang hijau terhadap kandungan zat gizi dan tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

1.3.2 Tujuan khusus

Tujuan operasional penelitian ini sebagai berikut.

(a) Meneliti pengaruh jenis substrat pada fermentasi tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(b) Meneliti pengaruh jenis inokulum pada fermentasi tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(c) Meneliti pengaruh fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(d) Meneliti pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum pada fermentasi tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(e) Meneliti pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi pada pembuatan tempe

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

terhadap kandungan zat gizi tempe.

(f) Meneliti pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(g) Meneliti pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(h) Meneliti pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum pada fermentasi tempe terhadap tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan akan meningkatkan pemahaman tentang (a) *Rhizopus* yang berperan dalam proses pembuatan tempe, (b) perubahan biokimia pada proses pembuatan tempe, (c) komposisi *Rhizopus* yang baik dalam inokulum campuran, (d) komposisi kedele dan kacang hijau yang baik dalam substrat campuran.

Informasi-informasi tersebut dapat dijadikan dasar untuk merencanakan komposisi inokulum campuran dan substrat campuran untuk meningkatkan mutu tempe.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menyajikan informasi bagi perajin/pengusaha tempe untuk meningkatkan mutu tempe yang bergizi tinggi dan disukai konsumen.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

BAB 2
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nilai Gizi Makanan

Bahan makanan ialah bahan alamiah yang dapat menjadi sumber kalori atau dapat memberikan bahan-bahan yang diperlukan untuk berlangsungnya proses-proses kehidupan. Dalam perkembangan dan kehidupannya, manusia bergantung pada suplai terus menerus dari zat-zat gizi yang berasal dari luar (Sediaoetama, 1987; Muchtadi, 1989; Linder, 1992).

Nilai gizi suatu bahan pangan ditentukan oleh zat gizi yang dikandungnya sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tubuh. Bila bahan pangan tersebut mengandung zat gizi yang lengkap dan dapat digunakan oleh tubuh, maka bahan tersebut mempunyai nilai gizi yang tinggi dan sebaliknya bila bahan tersebut mengandung zat gizi yang kurang lengkap, maka bahan tersebut mempunyai nilai gizi yang rendah.

Zat gizi adalah senyawa kimia yang diperlukan manusia untuk kehidupan dan pertumbuhannya serta mengganti bagian-bagian tubuh yang sudah rusak. Zat gizi dapat dikelompokkan menjadi lima kelompok, yaitu :
(1) karbohidrat, (2) lipid, (3) protein, (4) Vitamin dan

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(5) mineral (Sediaoetama, 1987 ; Linder, 1992).

2.1.1 Karbohidrat

Dari sudut gizi, karbohidrat dalam bahan pangan dapat digolongkan menjadi : (1) karbohidrat yang dapat dicerna, misalnya monosakarida, disakarida, dan amilum, (2) Karbohidrat yang tidak dapat dicerna, misalnya oligosakarida (stakiosa, rafinosa) dan serat makanan yang terdiri dari selulosa, pektin, hemiselulosa, dan gum. Karbohidrat yang dapat dicerna berfungsi sebagai sumber energi bagi tubuh. Di dalam tubuh karbohidrat akan mengalami hidrolisis oleh enzim karbohidratase yang menghasilkan glukosa (Muchtadi, 1989).

Serat makanan ialah bagian makanan yang tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan manusia. Berdasarkan penelitian, konsumsi serat makanan akan mempengaruhi mikroflora usus, serat makanan akan mengurangi waktu transit makanan dalam usus, sehingga serat makanan dapat menurunkan absorpsi kolesterol oleh usus, dan meningkatkan ekskresi asam empedu dalam feses (Ebihara & Barbara, 1989 ; Muchtadi, 1989 ; Linder, 1992).

2.1.2 Lipid

Lipid adalah senyawa yang tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik. Di dalam makanan yang memegang peranan penting ialah lemak netral atau trigliserida, di samping itu juga terdapat fosfolipid dan

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

sterol terutama kolesterol. Fosfolipid dan kolesterol (tidak terdapat dalam makanan nabati) dikonsumsi dalam jumlah sedikit. Di dalam tubuh lemak berfungsi terutama sebagai sumber energi (Linder, 1992).

Berdasarkan sumbernya lemak digolongkan menjadi : (1) lemak nabati, yang mengandung lebih banyak asam lemak tidak jenuh dan (2) lemak hewani, yang mengandung asam lemak jenuh (Sediaoetama, 1987 ; Muchtadi, 1989).

Berdasarkan kemampuan tubuh mensintesis, asam lemak ada dua macam, yaitu asam lemak esensial dan asam lemak nonesensial. Asam lemak esensial adalah asam lemak yang tidak dapat disintesis dalam tubuh dan harus disuplai dari makanan, yang terdiri dari asam linoleat dan linolenat (Muchtadi, 1989; Linder, 1992).

2.1.3 Protein

Protein merupakan zat gizi yang sangat penting, karena paling erat hubungannya dengan proses-proses kehidupan. Fungsi utama protein bagi tubuh, ialah : (1) membentuk komponen struktur sel, (2) merupakan bahan penting untuk berbagai fungsi sel, yaitu mengatur metabolisme (enzim, hormon peptida tertentu) dan mempertahankan tubuh (antibodi), dan (3) sebagai sumber energi bagi tubuh bila energi dari karbohidrat dan lipid tidak mencukupi (Muchtadi, 1989 ; Sediaoetama, 1987 ; Linder, 1992).

Sumber-sumber protein bagi manusia dapat

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

digolongkan menjadi : (1) protein hewani (daging, susu, telur, ikan, kerang-kerangan), dan (2) protein nabati (kacang-kacangan/ biji-bijian, serelia, sayuran)

Protein yang terkandung dalam bahan pangan setelah dikonsumsi akan mengalami pencernaan menjadi unit-unit penyusunnya, yaitu asam amino. Asam amino ini selanjutnya diserap oleh usus dan kemudian dialirkan ke seluruh tubuh untuk digunakan dalam pembentukan jaringan baru dan mengganti jaringan tubuh yang rusak. Oleh karena itu asam amino yang diperlukan adalah asam amino yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh tubuh (Lehninger, 1988 ; Linder, 1989).

Berdasarkan kemampuan tubuh mensintesis, asam amino dapat digolongkan menjadi : (1) asam amino esensial, yaitu asam amino yang tidak dapat disintesis oleh tubuh dan harus disuplai dari makanan, dan (2) asam amino nonesensial, yaitu asam amino yang dapat disintesis oleh tubuh (Winarno, 1984 ; Lehninger, 1988). Asam-asam amino esensial dan asam-asam amino nonesensiel untuk manusia disajikan dalam Tabel 2.1.

Asam amino histidin dan arginin merupakan asam amino semi esensial karena asam amino histidin esensial untuk bayi, sedangkan asam amino arginin dapat disintesis oleh tubuh walaupun jumlahnya tidak mencukupi kebutuhan tubuh (Lehninger, 1988).

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 2.1 : Asam amino esensial dan nonesensial untuk manusia

Asam amino esensial		asam amino nonesensial	
Treonin	(Thr)	Glisin	(Gly)
Leusin	(Leu)	Alanin	(Ala)
Isoleusin	(Ile)	Asam aspartat	(Asp)
Valin	(Val)	Asam glutamat	(Glu)
Lisin	(Lys)	Sistein	(Cys)
Metionin	(Met)	Tirosin	(Tyr)
Fenilalanin	(Phe)	Sistin	
Triptofan	(Trp)	Serin	(Ser)
		Prolin	(Pro)
Semiesensial		Glutamin	(Gln)
		Asparagin	(Asn)
Histidin	(His)		
Arginin	(Arg)		

Sumber : Lehninger, (1988)

Kualitas protein bahan makanan dapat dilihat dari perbandingan dan jumlah asam amino esensial yang terkandung dalam protein bahan makanan tersebut. Bila suatu sumber protein mengandung asam amino esensial yang lengkap dan dapat mencukupi kebutuhan manusia maka sumber protein tersebut berkualitas tinggi. Sebaliknya sumber protein yang kekurangan satu atau lebih asam amino esensial dianggap mempunyai mutu yang kurang. Asam amino esensial yang jumlahnya paling rendah dalam sumber protein disebut asam amino pembatas. Protein hewani merupakan protein berkualitas tinggi, sedangkan protein nabati kualitasnya kurang karena dalam protein nabati terdapat satu atau lebih asam amino pembatas. Misalnya, dalam kedele asam amino pembatas adalah metionin (Winarno, 1984 ; Sediaoetama; 1987). Kandungan asam amino

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

esensial kedele, kacang hijau, dan telur ayam disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 : Kadungan asam amino esensial kedele, kacang hijau, dan telur ayam

Asam amino (mg/g N)	Kedele	Kacang hijau	Telur ayam
Isoleusin	340	350	415
Leusin	480	560	553
Lisin	400	430	403
Fenilalanin	310	300	365
Tirosin	200	100	262
Sistin	110	90	149
Treonin	250	200	317
Triptofan	90	50	100
Valin	330	310	454
Metionin	80	70	197

Sumber : Direktorat Gizi DEPKES RI (1972)

2.1.4 Vitamin

Vitamin adalah zat organik yang dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit untuk melangsungkan proses metabolisme, dan berguna untuk pertumbuhan serta memelihara tubuh. Vitamin tidak didegradasi untuk memperoleh energi, tidak disekresi oleh kelenjar, tetapi vitamin harus ada pada makanan yang dikonsumsi (Winarno, 1984; Sediaoetama, 1987; Muchtadi, 1989; Linder, 1992).

Berdasarkan kelarutannya vitamin diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu (1) vitamin yang larut dalam dalam air, misalnya vitamin B dan C , dan (2) vitamin yang larut dalam lemak, yaitu vitamin A, D, E, dan K. Vitamin berfungsi sebagai kofaktor atau koenzim dalam metabolisme zat gizi yang lain (Muchtadi, 1989 ; Linder, 1992).

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

2.1.5 Mineral

Dalam tubuh mineral digolongkan dalam dua kelompok, (1) elemen makro, yaitu mineral yang terdapat dalam jumlah yang relatif besar, dan (2) elemen mikro, yaitu mineral yang terdapat dalam jumlah yang relatif sedikit. Fungsi umum mineral di dalam tubuh adalah pembentuk berbagai jaringan tubuh, misalnya, tulang dan gigi (Ca dan P), kofaktor dalam berbagai reaksi enzimatik (Ca pada proses pembekuan, Fe pada fosforilasi oksidatif), bagian integral dari berbagai protein (metalloprotein), mengatur tekanan osmotik cairan tubuh (K^+, Na^+, Cl^-), mempertahankan dan mengatur potensial membran sel (K^+, Na^+, Ca^{++}, Cl^-), dan berperan dalam penghantaran impuls syaraf (Na^+, K^+, Ca^{++}, Cl^- (Muchtadi, 1989 ; Sediaoetama, 1989 ; Linder, 1992).

2.2 Kedele sebagai Sumber Protein Nabati

Kedele adalah tanaman berasal dari Cina, Manchuria, dan Korea. Tanaman ini berasal dari jenis kedele liar *Glycine ussuriensis*, kemudian menyebar ke daerah tropika dan subtropika. Setelah dilakukan pemuliaan dihasilkan berbagai jenis kedele unggul yang selanjutnya dibudidayakan. Rhumphius melaporkan bahwa pada tahun 1750, kedele sudah dikenal di Indonesia sebagai bahan makanan dan pupuk hijau (Norman, 1978 ; Koswara, 1992 ;

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Astuti, 1996a).

Klasifikasi tanaman kedele adalah sebagai berikut.

Regnum : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Subdivisio : Angiospermae

Classis : Dicotyledonae

Ordo : Rosales

Familia : Papilionaceae

Genus : *Glycine*

Species : *Glycine max* (Norman, 1978)

Ditinjau dari segi pangan dan gizi, kedele merupakan sumber protein nabati yang paling murah. Kandungan protein kedele berbagai varietas yang ada di Indonesia 30,53% sampai 44% (LKN-LIPI, 1975c; Koswara, 1992). Komposisi kimia kedele disajikan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 : Komposisi kimia kedele

Komposisi kimia		biji kedele kering (dari tiap 100 g)
1 Protein	(g)	34,9
2 Lemak	(g)	18,1
3 Karbohidrat	(g)	34,8
4 Kalsium	(mg)	227
5 Fosfor	(mg)	585
6 Besi	(mg)	8
7 Vitamin A	(IU)	110
8 Vitamin B_1	(mg)	1,07
9 Vitamin C	(mg)	0
10 Air	(g)	7,5

Sumber : Direktorat Gizi DEPKES RI (1972)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

2.3 Kacang Hijau sebagai Sumber Protein Nabati

Kacang hijau merupakan tanaman Leguminosae yang cukup penting di Indonesia. Posisinya menduduki tempat ketiga setelah kedele dan kacang tanah. Kacang hijau disebut juga "mung bean", "green gram" atau "golden gram". Klasifikasi tanaman kacang hijau adalah sebagai berikut.

Regnum : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Classis : Dicotyledonae
Ordo : Rosales
Familia : Papilionaceae
Genus : *Vigna*
Spesies : *Vigna radiata* (Trustinab, 1991).

Kacang hijau merupakan sumber protein, vitamin, dan mineral yang penting bagi manusia. Komposisi kimia kacang hijau disajikan pada Tabel 2.4. Dengan potensinya ini kacang hijau dapat mengisi kekurangan protein pada umumnya. Kacang hijau sebagian besar dikonsumsi untuk bahan makanan, seperti taoge, bubur, tepung, pati, dan minuman. Pada umumnya konsumsi yang paling besar adalah taoge. Kacang hijau dalam bentuk tepung juga banyak dikonsumsi. Tetapi dalam kedua bentuk bahan makanan ini vitamin B-nya sudah hilang. Kacang hijau mempunyai prospek yang cukup baik karena kandungan gizinya tinggi,

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

rasanya enak dan kegunaannya beragam (Sumarno, 1991 ; Engel, 1978 ; Tsou & Hsu, 1991).

Tabel 2.4 : Komposisi kimia kacang hijau

Komposisi kimia		Biji kacang hijau (dari tiap 100 g)
1 Protein	(g)	22,2
2 Lemak	(g)	1,2
3 Karbohidrat	(g)	62,9
4 Kalsium	(mg)	125
5 Fosfor	(mg)	320
6 Besi	(mg)	6,7
7 Vitamin A	(IU)	157
8 Vitamin B	(mg)	0,64
9 Vitamin C	(mg)	6
10 Air	(g)	10

Sumber : Direktorat Gizi DEPKES RI (1972)

2.4 Fermentasi Dan Tempe

2.4.1 Fermentasi

Fermentasi adalah penguraian atau degradasi senyawa kompleks (polimer) menjadi senyawa sederhana (monomer) oleh enzim mokroorganisme (Saono, 1971; LKN-LIPI, 1975b). Enzim yang bekerja pada proses tersebut terpisahkan dari selnya atau masih terikat di dalam sel. Pada fermentasi tempe enzim yang bekerja bersifat ekstraselular, yaitu setelah diproduksi di dalam sel kemudian dikeluarkan dari sel ke substrat di sekelilingnya. Enzim ekstraselular menghidrolisis makromolekul di luar sel menjadi komponen yang lebih sederhana sehingga dapat diserap ke dalam sel (Saono, 1971; Winarno, 1984 ; Fardiaz, 1988 ; Timotius & Farly, 1990).

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Fermentasi merupakan fungsi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme. Berdasarkan substrat yang diurai mikroorganisme, fermentasi dapat dibedakan menjadi : (1) fermentasi substrat padat, dan (2) fermentasi substrat cair (Saono, 1971).

2.4.2 Tempe

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang merupakan produk fermentasi substrat padat. Cara yang digunakan masih sederhana, tanpa penerapan prinsip-prinsip teknologi modern, baik dalam bentuk peralatan, pengendalian jalannya fermentasi ataupun dalam penggunaan inokulum. Oleh karena itu berhasilnya proses tersebut semata-mata disebabkan karena tersedianya mikroorganisme yang diperlukan dalam lingkungan, dan fermentasi itu dilakukan karena telah terjadi adaptasi alami yang memakan waktu lama (Saono, 1971 ; Timotius & Farly, 1990).

Penelitian-penelitian mengenai tempe mengungkapkan tempe mudah dicerna, bergizi tinggi, dan zat-zat gizinya mudah diserap tubuh. Selain itu tempe mengandung zat-zat yang bersifat antiinfeksi, antioksidan, dan hipolipidemik. Tempe dapat diolah lebih lanjut menjadi makanan untuk penggunaan khusus, misalnya sebagai makanan bayi, untuk penanggulangan masalah kurang energi-protein, atau untuk menurunkan kadar kolesterol darah. Makanan formula tempe yang sudah diteliti menunggu pengembangan

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

lebih lanjut oleh industri agar dapat diproduksi secara komersial (Arsiniati, 1994; Kodyat et al., 1990 ; Karyadi & Hermana, 1995 ; Astuti, 1996b).

2.5 Peranan Mikroorganisme dalam Proses Pembuatan Tempe

Aktivitas mikroorganisme dalam proses pembuatan tempe terdapat pada : (1) proses fermentasi awal (perendaman) oleh bakteri pembentuk asam dan (2) proses fermentasi utama (pemeraman) oleh kapang *Rhizopus* sp.

Perendaman merupakan tahap awal yang penting dalam pembuatan tempe. Bakteri yang dominan selama perendaman ialah *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecium*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Streptococcus dysgalactiae*. Bakteri lain yang juga ikut dalam perendaman ialah bakteri familia Enterobacteriaceae : *Klebsiella pneumoniae*, *K. ozaenar*, *Enterobacter cloacae*, *E. agglomerans*, dan *Citrobacter diversus* serta beberapa khamir yaitu *Pichia burtonii*, *Candida diddensiae*, dan *Rhodotorula rubra*. Sedangkan bakteri yang mempunyai kemampuan menurunkan pH ialah *Lactobacillus casei*, *Streptococcus dysgalactiae*, dan *Staphylococcus epidermidis*. Sumber mikroorganisme dalam perendaman berasal dari kedele (Mulyowidarso, 1988 ; Sujanto, 1998).

Mikroorganisme yang berperan dalam tahap fermentasi ialah *Rhizopus* sp. Klasifikasi lengkap dari *Rhizopus* sp. adalah sebagai berikut.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Regnum : Mycota

Divisio : Amastigomyceta

Subdivisio : Zygomycotina

Classis : Zygomycetes

Ordo : Mucorales

Familia : Mucoraceae

Genus : *Rhizopus*

Species : *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*
Rhizopus oryzae (Alexopoulos, 1979).

Morfologi *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*, dan *Rhizopus oryzae* adalah sebagai berikut.

Morfologi *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* UICC 116

Pertumbuhan pada potato dextrose agar (PDA) (30^{o}C).

Koloni : mula-mula putih, kemudian putih keabu-abuan sampai abu-abu tua.

Miselium : rebah pada permukaan agar.

Sporangiofor : lurus, fasikel sering merupakan ikatan menyerupai tempat lilin, berwarna coklat pada pangkal dan hialin ke ujung, panjang 179-497 µm, garis tengah 13,5 µm

Sporangiospora : bulat (5,9-6,6 µm), hialin atau abu-abu muda bila berdiri sendiri, dalam gerombolan berwarna abu-abu coklat, tidak bergaris lurik.

Sporangium : bulat (50 - 105 µm), berwarna hitam, tidak berduri.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Kolumela : *globose*, (35 - 50 μm), hialin mempunyai kerah sesudah merekah, apofise lebar, dinding halus.

Klamidospora : interkalar atau terminal, tunggal atau berantai, berdinding tebal (1 - 1,5 μm), bulat (15 - 18 μm), kadang-kadang semibulat atau semisilindrik (8-10 μm x 14-18,5 μm), isi berwarna kuning.

Rhizoid : menyerupai jari atau rozet pendek, psedoseptum (Gandjar, 1977).

Gambar *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* disajikan pada Gambar 2.1.

Morfologi *Rizopus oryzae* UICC 128

Pertumbuhan pada potato dextrose agar (PDA) (30^{o}C)

Koloni : mula-mula putih, kemudian coklat muda, putih keabu-abuan.

Miselium : menyerupai kapas.

Sporangiofor : lurus, kadang-kadang agak bengkok pada pangkal, berwarna coklat, permukaan kasar, panjang 300 - 865 μm, garis tengah 10 - 12 μm.

Sporangiospora : bulat (5 - 7,9 μm) atau bulat telur (6,8-7,6 μm x 8,2-10,3 μm), berwarna abu-abu, bergaris lurik, lurikan beranastomasis di sana sini.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Sporangium : bulat atau hampir bulat (136,4-186 μm), berwarna hitam, permukaan berduri.

Kolumela : *globose* atau *subglobose* (67-100 μm), dinding halus.

Rhizoid : menyerupai tangan, bercabang pada bagian yang menyerupai jari (Gandjar, 1977).

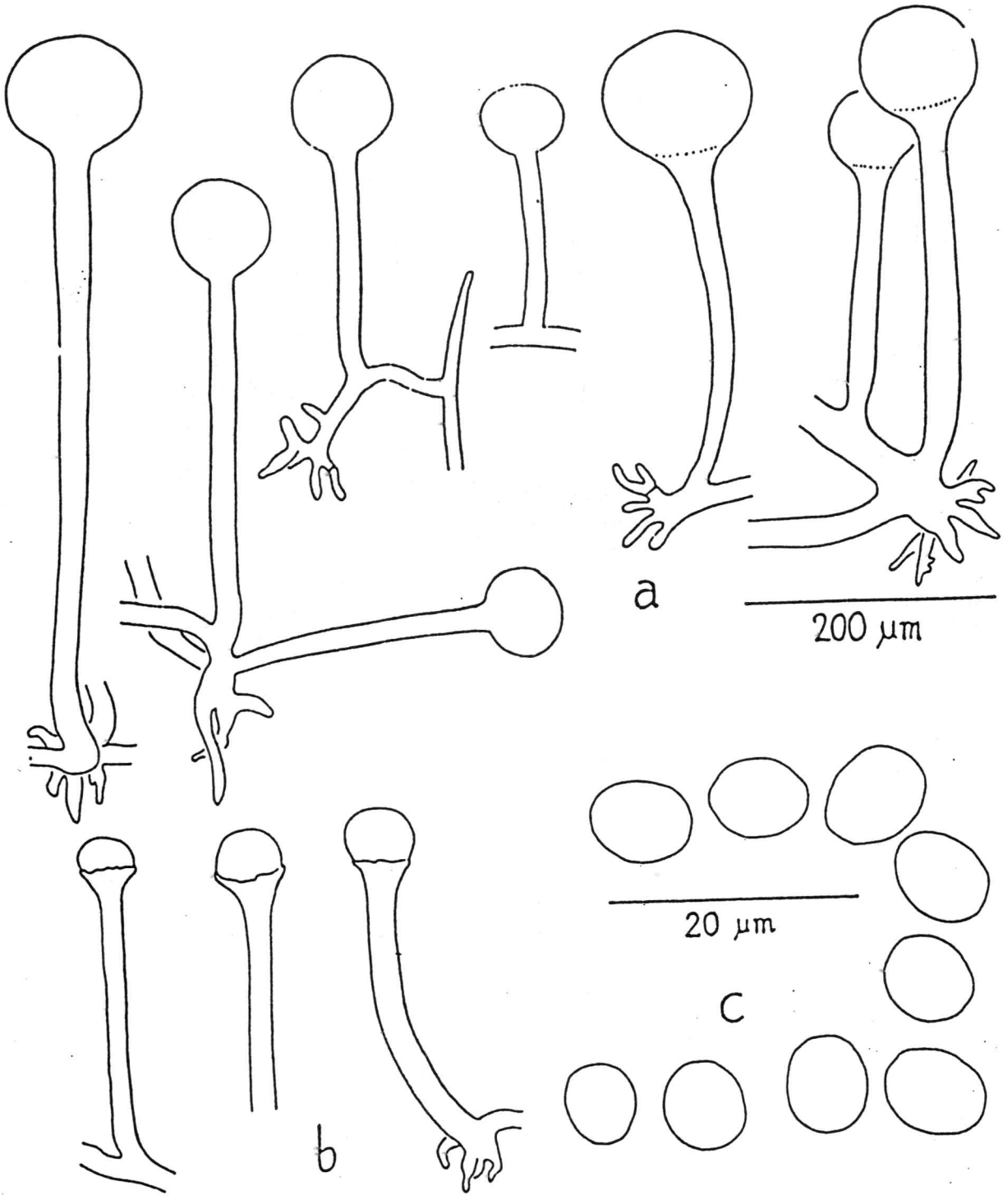
Gambar *Rhizopus oryzae* disajikan pada Gambar 2.2.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan optimum dari kapang agar menghasilkan tempe berkualitas baik ialah : oksigen, kelembaban, dan suhu. Oksigen harus cukup untuk pertumbuhan kapang, bila oksigen terlalu banyak, maka permukaan substrat akan menjadi kering sehingga menghambat pertumbuhan kapang. Bila terlalu lembab pertumbuhan kapang akan terkalahkan oleh bakteri karena difusi oksigen dalam substrat berkurang (Tanuwidjaja, 1975b ; LKN-LIPI, 1975a ; Gandjar, 1977).

Enzim ekstraselular yang diproduksi *Rhizopus* sp. adalah protease yang mampu menghidrolisis protein, lipase menghidrolisis lipid, amilase menghidrolisis karbohidrat, dan pektinase menghidrolisis pektin (Ilyas, et al., 1973; Arbianto, 1975 ; Mulyowidarso, 1988 ; Timotius & Farly, 1990).

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

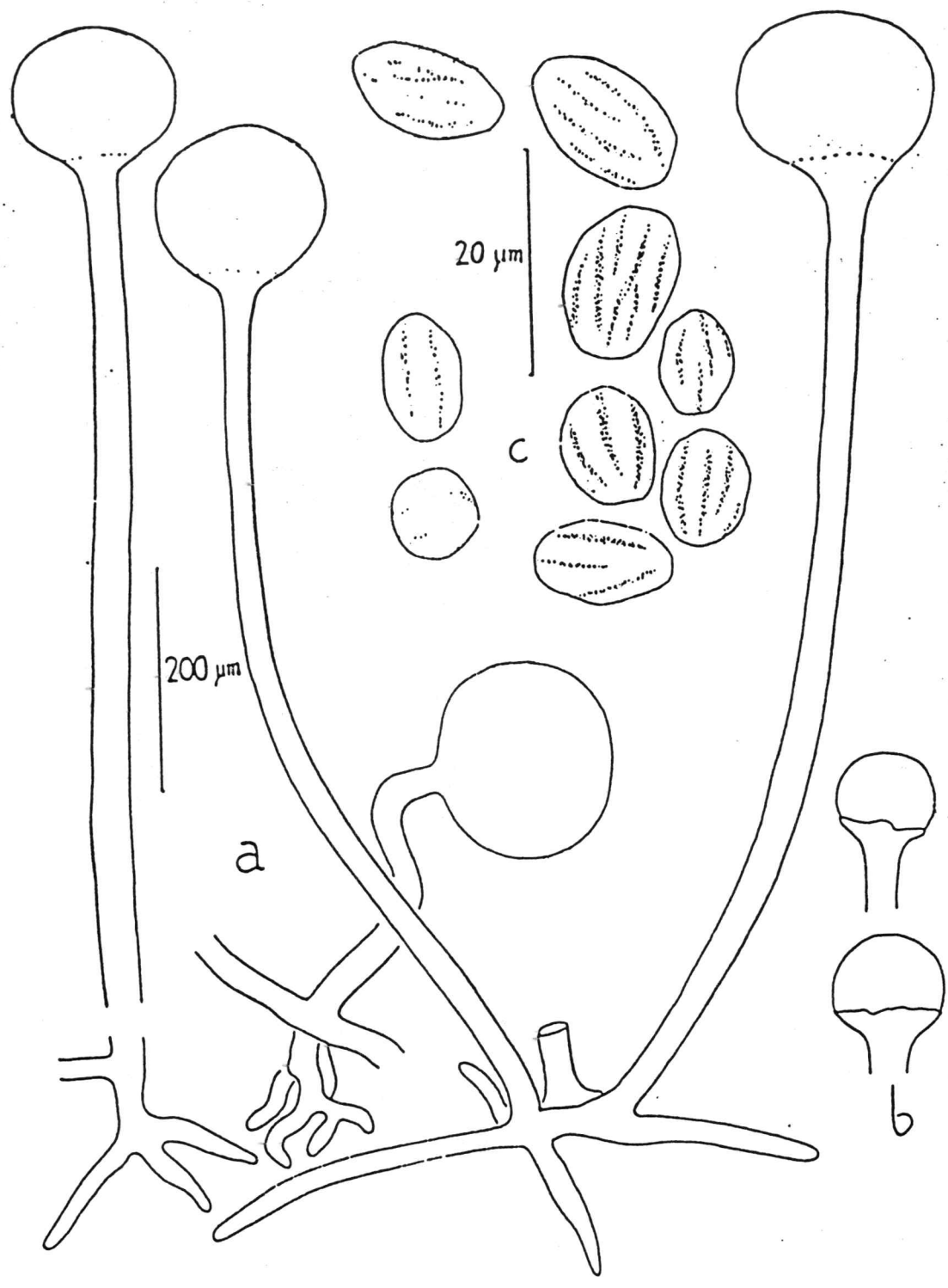
IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA



Gambar 2.1 : *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* UICC 116 pada PDA (30°C) (Ganjar, 1977)

Keterangan : a,b : 200 µm c : 20 µm

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA



Gambar 2.2 : *Rhizopus oryzae* UICC 128 pada PDA (30°C) (Gandjar, 1977)

Keterangan : a, b : 200 µm c : 20 µm

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Kedua spesies *Rhizopus* tersebut mampu memproduksi enzim hidrolitik. *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* mampu memproduksi enzim protease yang tinggi, sedangkan *Rhizopus oryzae* mampu memproduksi enzim amilase yang tinggi (Ilyas, et al., 1973 ; Tanuwidjaja & Koesbianti, 1979 ; Timotius & Farly, 1990).

2.6 Perkembangan Teknologi Pembuatan Tempe

Teknologi pembuatan tempe seperti halnya teknologi makanan tradisional lainnya, pada mulanya berkembang tidak didasari teori ilmiah, namun berkembang secara turun temurun dan berubah karena pengalaman. Mereka mengajarkan secara lisan dan praktis di lapangan (Hermana & Karmin, 1996).

Teknologi pembuatan tempe di Indonesia sangat bervariasi dan belum ada standard secara nasional. Di lapangan dijumpai banyak variasi pembuatan tempe dan hampir setiap pengrajin mempunyai cara sendiri. Namun demikian ada hal-hal dasar yang diakui dan dianut oleh semua mengrajin tempe di Indonesia, yaitu biji kedele harus direndam semalam, dikupas kulitnya, dicuci bersih, dimasak, ditambah inokulum, dikemas dan diperam (Kasmijo, 1996 ; Astuti, 1996a ; Hermana & Karmini, 1996).

Teknologi pembuatan tempe sangat sederhana. Pada dasarnya tempe dibuat melalui tiga tahap proses, yaitu :

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(1) proses hidrasi dan pengasaman biji kedele, yaitu proses perendaman biji kedele, (2) proses perebusan atau pengukusan biji kedele yang telah direndam dan dikupas kulitnya, dan (3) proses fermentasi biji kedele oleh kapang yang diinokulasikan. Tahap ini sering disebut tahap fermentasi tempe dan merupakan tahap utama dalam proses pembuatan tempe (Mulyowidarso, 1988).

Perendaman bertujuan untuk (1) menyerap air (hidrasi) untuk mempermudah penghilangan kulit, (2) mengeluarkan zat-zat dari dalam biji kedele yang menghambat pertumbuhan kapang, larut dalam air rendaman, dan (3) menurunkan pH biji kedele untuk memberi suasana yang tidak sesuai bagi bakteri pembusuk tanpa mengganggu pertumbuhan kapang, sehingga kesempatan kapang tumbuh lebih lama dan menjalin kualitas tempe yang baik (Mulyowidarso, 1988).

Sebelum biji kedele masuk tahap perebusan, biji kedele harus dikupas kulitnya dan dicuci bersih sampai tidak berlendir. Pengupasan kulit ari biji kedele ini harus dilakukan agar asam dan miselium kapang dapat menembus ke dalam keping biji kedele. Sedangkan pencucian bertujuan untuk menghilangkan bakteri dan mikroorganisme lain yang tumbuh selama perendaman, juga untuk membuang kelebihan asam dan lendir yang terproduksi selama perendaman (Hermana & Karmini, 1996)

Perebusan atau pengukusan bertujuan untuk memasak

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

biji kedele agar menjadi lunak sehingga dapat ditembus miselium kapang yang menyatukan biji kedele yang terpisah menjadi kompak atau dengan lainnya. Selain itu pemanasan juga berfungsi untuk mematikan bakteri-bakteri yang tumbuh selama proses perendaman (Mulyowidarso, 1988 ; Hermana & Karmini, 1996).

Inokulum merupakan bahan yang paling penting pada pembuatan tempe, karena inokulum adalah pembawa kapang yang akan melakukan proses fermentasi. Teknik penambahan inokulum yang dilakukan pengrajin tempe, yaitu : (1) inokulum ditaburkan pada kedele yang telah ditiriskan dan didinginkan, dan (2) inokulum ditambahkan pada kedele yang direndam air dan dibiarkan beberapa lama, kemudian ditiriskan (Hermana & Kamini, 1996).

Keping-keping biji kedele yang sudah dicampur dengan inokulum, diperam dalam kemasan yang dilubangi kecil-kecil, agar kapang hanya mendapat sedikit oksigen untuk mencegah sporulasi yang cepat. Pemeraman dimaksudkan untuk memberi kesempatan tumbuh kepada kapang. Suhu pertumbuhan kapang yang baik antara 20 - 37^{o}C. Waktu pemeraman bervariasi dari 18 jam sampai 36 jam, tergantung jumlah dan jenis *Rhizopus* yang terkandung dalam inokulum (Hermana & Karmini, 1996).

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

BAB 3
KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka konseptual

Kedele merupakan sumber protein nabati yang baik dan murah. Bahan pangan hasil olahan kedele yang paling tinggi nilai gizinya adalah tempe. Tempe yang beredar di pasaran banyak macamnya dengan berbagai macam rasa.

Kacang hijau merupakan sumber protein, vitamin, dan mineral yang baik serta rasanya enak. Dengan potensinya ini kacang hijau dapat dipakai untuk mengisi kekurang protein.

Mikroorganisme yang berperan dalam pembuatan tempe adalah *Rhizopus*. Selama proses pertumbuhannya, kapang menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi zat-zat yang ada di dalam substrat, yaitu protein, lipid, dan karbohidrat menjadi komponen yang lebih sederhana, sehingga memudahkan absorpsi di dalam usus. Akibat adanya katabolisme dalam kapang tersebut, dan karena adanya sintesis zat-zat yang diperlukan kapang (anabolisme) selama fermentasi, maka komposisi zat gizi di dalam substrat sesudah fermentasi akan berubah.

Selama fermentasi miselium kapang mampu menembus serta menjalin butir-butir kedele dan kacang hijau menghasilkan bahan makanan yang padat dan kompak.

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tempe merupakan bahan makanan yang kaya protein, bernilai gizi tinggi, dan mudah dicerna. Pada proses pembuatan tempe, inokulum tempe dan substrat yang digunakan sangat mempengaruhi kualitas tempe yang dihasilkan. Untuk menguji pengaruh komposisi dua jenis *Rhizopus* dalam inokulum pada substrat kedele dan campuran kedele-kacang hijau perlu dilakukan perbandingan kandungan zat gizi sebelum dan sesudah fermentasi.

Sesuai dengan uraian diatas, model kerangka konseptual yang digunakan untuk menjawab permasalahan penelitian disajikan pada Gambar 3.1.

3.2 Hipotesis Penelitian

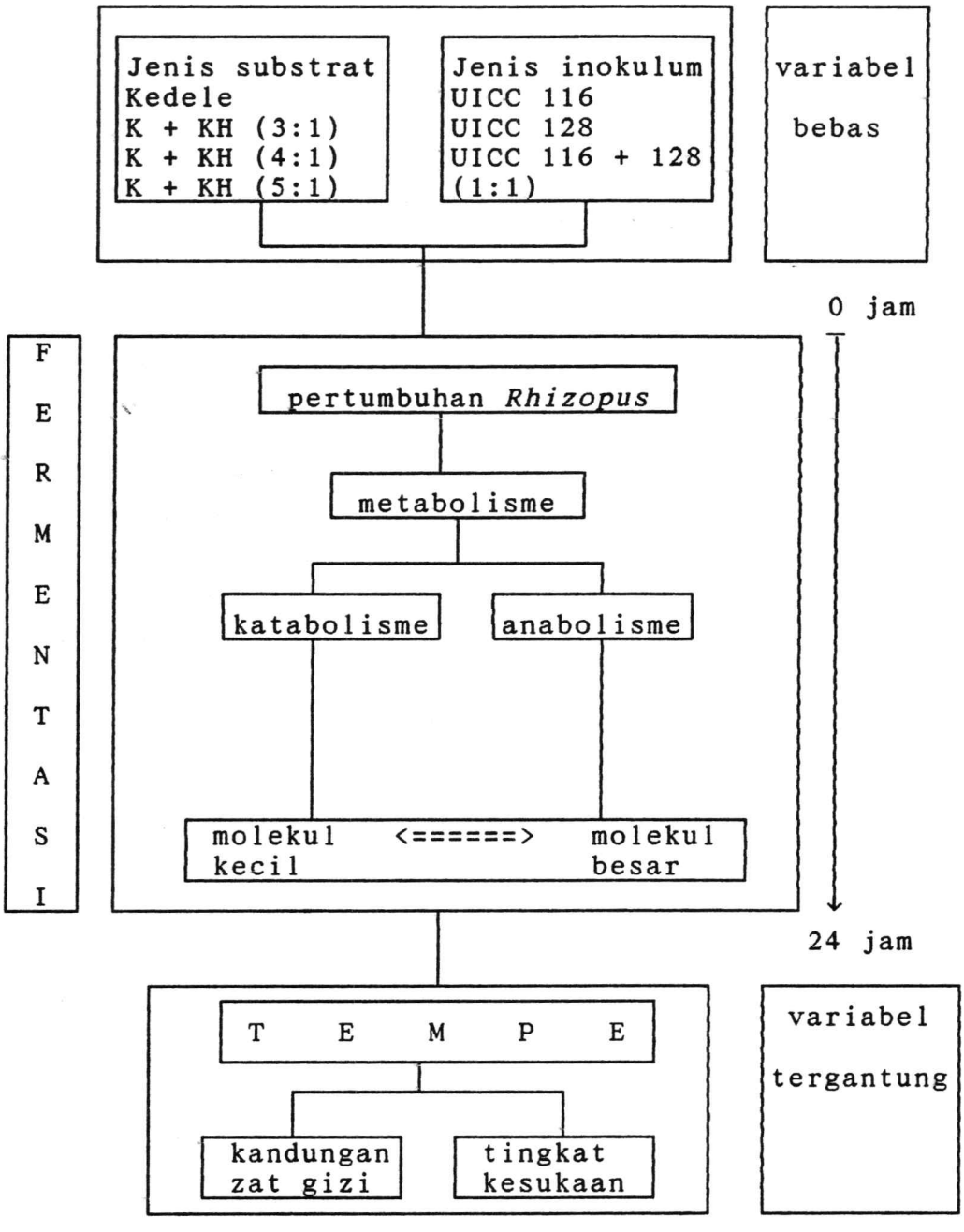
Berdasarkan permasalahan, tujuan penelitian, dan kerangka konseptual, maka dapat dirumuskan hipotesis sebagai berikut.

(1) Jenis substrat pada fermentasi tempe yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap kandungan zat gizi tempe ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino.

(2) Jenis inokulum pada fermentasi tempe yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap kandungan gizi tempe.

(3) Fermentasi pada pembuatan tempe memberikan pengaruh terhadap kandungan zat gizi tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA



Gambar 3.1 : Model kerangka konseptual penelitian

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(4) Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum pada fermentasi tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(5) Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(6) Ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(7) Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

(8) Jenis inokulum dan jenis substrat pada fermentasi tempe berpengaruh terhadap tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

BAB 4
METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini ialah rancangan acak lengkap, pola faktorial 4x3x2 (Sudjana, 1991). Rancangan ini melibatkan 3 faktor, yaitu jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi. Rancangan penelitian ini secara lengkap dapat digambarkan seperti Gambar 4.1.

Jenis inokulum	Jenis substrat								Ulangan
	A_1		A_2		A_3		A_4		
	Fermentasi								
	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	C_1	C_2	
B_1									I
									II
B_2									I
									II
B_3									I
									II

Gambar 4.1 : Rancangan penelitian faktorial 4x3x2.

Keterangan :
A : Jenis substrat

DISERTASI PENGARUH KOMPOSISI DUA JENIS ... TJANDRA PANTJAJANI

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

A_1 : Kedele
A_2^1 : Kedele + Kacang Hijau = 3:1
A_3^2 : Kedele + Kacang Hijau = 4:1
A_4^3 : Kedele + Kacang Hijau = 5:1

B : Inokulum

B_1 : Inokulum bubuk UICC 116 (*Rhizopus oligosporus*)
B_2^1 : Inokulum bubuk UICC 128 (*Rhizopus oryzae*)
B_3^2 : Inokulum bubuk UICC 116 + UICC 128 = 1:1

C : Fermentasi

C_1 : 0 jam (sebelum fermentasi)
C_2^1 : 24 jam (sesudah fermentasi)

Model Matematis :

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

$i = 1 \ldots\ldots\ldots a$; $j = 1 \ldots\ldots\ldots b$

$k = 1 \ldots\ldots\ldots c$; $l = 1 \ldots\ldots\ldots n$

Keterangan :

Y_{ijkl} = variabel respon karena pengaruh bersama taraf ke i untuk faktor A, taraf ke j untuk faktor B, taraf ke k untuk faktor C yang terdapat pada observasi ke l

μ = efek rata-rata yang sebenarnya (berharga konstan)

α_i = efek dari faktor A pada taraf yang ke i

β_j = efek dari faktor B pada taraf yang ke j

γ_k = efek dari faktor C pada taraf yang ke k

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efek interaksi antar α_i dan β_j

$(\alpha\gamma)_{ik}$ = efek interaksi antar α_i dan γ_k

$(\beta\gamma)_{jk}$ = efek interaksi antar β_j dan γ_k

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

$(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = efek interaksi antar α_i , β_j , dan γ_k

ε_{ijkl} = efek sebenarnya dari unit eksperimen ke l dalam kombinasi perlakuan ijk

4.2 Variabel Penelitian

4.2.1 Klasifikasi Variabel

Penelitian ini melibatkan variabel-variabel sebagai berikut.

Variabel bebas. Variabel bebas dalam penelitian ini ialah jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi.

Variabel tergantung. Variabel tergantung ialah kandungan zat gizi dan tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

Variabel kendali. Variabel kendali ialah suhu fermentasi, jumlah inokulum, varietas kedele dan kacang hijau.

4.2.2 Definisi Operasional Variabel

Jenis substrat ialah komposisi campuran kedele dan kacang hijau yang digunakan dalam fermentasi tempe. Jenis substart terdiri atas 3 macam, yaitu (1) kedele, (2) kedele + kacang hijau (K + K H) = 3:1, (3) kedele + kacang hijau (K + K H) = 4:1, (4) Kedele + kacang hijau (K + K H) = 5:1.

Jenis inokulum ialah komposisi campuran inokulum

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

bubuk UICC 116 dan UICC 128 yang digunakan dalam fermentasi tempe. Jenis inokulum terdiri atas 3 macam, yaitu (1) inokulum UICC 116 ialah inokulum bubuk biakan murni *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* UICC 116 ,(2) ionkulum UICC 128 ialah inokulum bubuk biakan murni *Rhizopus oryzae* UICC 128, (3) inokulum campuran UICC 116 + UICC 128 = 1:1.

Fermentasi ialah proses perubahan substrat menjadi tempe. Fermentasi terdiri dari 2 macam, yaitu (1) 0 jam, saat substrat dicampur dengan inokulum (sebelum fermentasi), dan (2) 24 jam, saat terbentuknya tempe (sesudah fermentasi).

Jenis substrat, jenis inokulum, dan lama fermentasi ditentukan berdasarkan penelitian pendahuluan.

Kandungan zat gizi ialah kadar zat-zat gizi, diukur berdasarkan kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino.

Tingkat kesukaan konsumen ialah angka yang menunjukkan tingkat kesukaan masyarakat responden terhadap tempe.

Suhu fermentasi ialah suhu lingkungan dimana fermentasi berlangsung ($30^{o}C$), sedangkan kadar inokulum yang digunakan ialah 3g/1kg substrat.

Varietas kedele yang digunakan adalah Wilis, sedangkan kacang hijau varietas Merak.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

4.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah kedele varietas Wilis, kacang hijau varietas Merak, inokulum bubuk biakan murni *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* UICC 116, inokulum bubuk biakan murni *Rhizopus oryzae* UICC 128, aquades, air PDAM dan bahan-bahan kimia proanalisis.

4.4 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah mesin pengupas kulit, pH meter, inkubator, termometer, oven, mesin pembuat tepung, saringan 60 mesh, neraca analitis, kromatografi gas, tabung Kjeldal, spektrofotometer serapan atom, spektrofotometer sinar tampak, penganalisis asam amino otomatis (data operasional alat yang digunakan disajikan pada Lampiran 5), dan tikus putih strain LMR (Lembaga Makanan Rakyat) asal Wistar.

4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 2 tahap, yaitu (1) penelitian pendahuluan dan (2) penelitian eksperimen.

4.5.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilaksanakan untuk menentukan komposisi substrat, yaitu perbandingan antara kedele dan

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

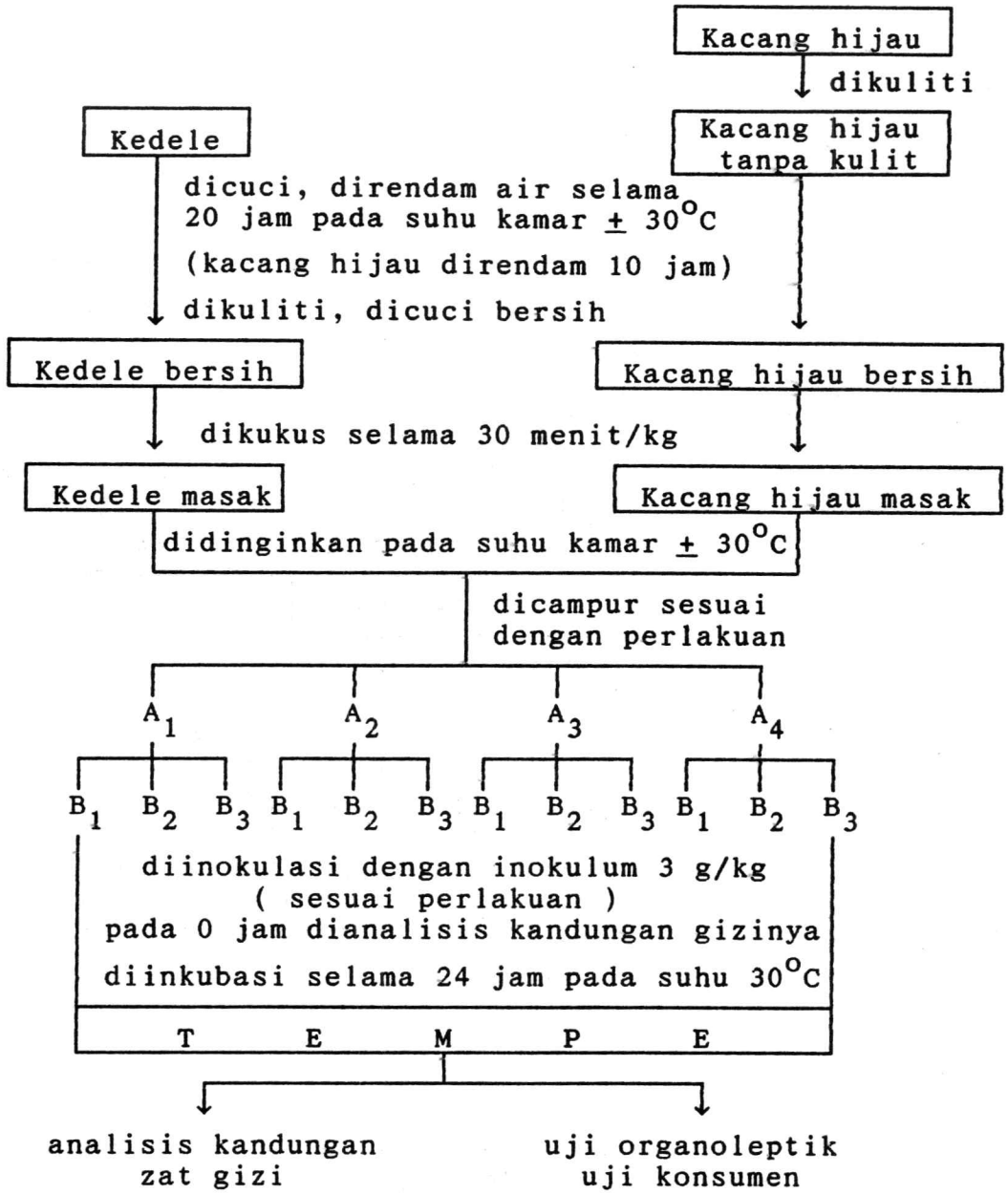
kacang hijau, membuat inokulum bubuk, menentukan kadar dan komposisi inokulum, yaitu perbandingan antara inokulum bubuk UICC 116 dan UICC 128 serta menentukan lama inkubasi yang tepat sehingga dihasilkan tempe yang baik. Penelitian pendahuluan dilaksanakan di laboratorium Biologi Universitas Mahasaraswati Denpasar, pada bulan Agustus 1995 sampai dengan Oktober 1995.

4.5.2 Penelitian Eksperimen

Penelitian eksperimen bertujuan meneliti pengaruh fermentasi tempe yang bervariasi pada jenis substrat, jenis inokulum, dan lama fermentasi terhadap kandungan zat gizi dan tingkat kesukaan konsumen pada tempe.
Secara garis besar penelitian eksperimen ini ditunjukkan pada Gambar 4.2.

Pembuatan tempe dilakukan oleh peneliti, dimulai dengan membersihkan kedele dan kacang hijau dari bahan kotoran yang tidak diinginkan. Kedele dicuci kemudian direndam air, sedangkan kacang hijau sebelum direndam dikuliti dahulu karena kacang hijau setelah direndam sulit dikupas. Kedele dan kacang hijau direndam dalam satu tempat, tetapi tidak dicampur, kedele direndam dahulu selama 10 jam, kemudian menyusul kacang hijau, selanjutnya keduanya direndam 10 jam lagi.

Kedele yang telah direndam kemudian dikuliti dan dicuci bersih, selanjutnya dikukus selama 30 menit/kg bahan. Kacang hijau setelah direndam kemudian dicuci,



Gambar 4.2 : Prosedur penelitian eksperimen

Keterangan :

A_1 : Kedele
A_2 : Kedele + Kacang hijau (K + K H) = 3:1
A_3 : Kedele + Kacang hijau (K + K H) = 4:1
A_4 : Kedele + Kacang hijau (K + K H) = 5:1

B_1 : inokulum bubuk UICC 116
B_2 : inokulum bubuk UICC 128
B_3 : inokulum bubuk UICC 116 + UICC 128 = 1:1

selanjutnya dikukus selama 30 menit/kg bahan. Kedele dan kacang hijau masak keduanya dicampur sesuai dengan perlakukan. Substrat yang telah siap difermentasi selanjutnya diinokulasi dengan inokulum (3g/kg bahan) sesuai dengan perlakukan. Pada perlakukan 0 jam, substrat yang telah diinokulasi langsung dikeringan, sedangkan pada perlakuan 24 jam, substrat yang telah diinokulasi kemudian dimasukan dalam cawan petri, selanjutnya diinkubasi selama 24 jam. Tempe yang terbentuk setelah 24 jam fermentasi kemudian dikeringkan. Selanjutnya sampel yang kering dihaluskan dibuat serbuk (60 mesh). Serbuk sampel selanjutnya dianalisis kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam aminonya.

Penelitian kandungan zat gizi dilaksanakan di laboratorium Gizi, Pusat Penelitian Penyakit Tidak Menular Departemen Kesehatan RI di Jakarta, pada bulan Pebruari 1996 sampai dengan Juli 1997.

Sebelum dilakukan pengujian tingkat kesukaan konsumen terlebih dahulu dilakukan pengujian mutu organoleptik tempe untuk memilih dan mementukan tempe yang baik. Pengujian mutu organoleptik dilaksanakan di Balai Penelitian dan Pengembangan Industri di Surabaya dengan panelis terlatih dari laboratorium tersebut, pada bulan September 1996.

Pengujian tingkat kesukaan konsumen dilaksanakan di

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Kelurahan Semolowaru, Kecamatan Sukolilo, Surabaya dengan konsumen anggota masyarakat RW V, RT 1, 2, dan 3 pada bulan Desember 1996.

4.6 Prosedur Pengumpulan Data

Data kandungan zat gizi diperoleh dari pengukuran kadar zat gizi di laboratorium, meliputi protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino.

Kadar protein ditentukan dengan metode Kjeldal, lipid dengan metode gravimetri, karbohidrat dengan metode Luff Schoorl, vitamin B_1 dan fosfor dengan spektrofotometri, serat dengan metode analisis AOAC (AOAC, 1995), asam lemak dengan kromatografi gas, besi dengan spektrofometri serapan atom (Sudarmadji, 1996) dan asam amino dengan penganalisis asam amino otomatis (Rianto, 1987). Sedangkan NPU dan kecernaan ditentukan menggunakan tikus putih strain LMR asal Wistar dengan metode Miller dan Bender (Miller, 1963).

Data mutu organoleptik diperoleh dari angket 10 orang panelis terlatih setelah mengamati dan mencicipi tempe yang disajikan. Data tingkat kesukaan konsumen diperoleh dari angket 100 orang konsumen setelah mengamati dan mencicipi tempe yang telah disajikan (Soekarto, 1985 ; Kartika et al., 1987).

Angket untuk panelis terlatih dari BPPI dan konsumen

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

disajikan pada Lampiran 2 dan 3.

4.7 Teknik Analisis Data

Dalam penelitian ini diperoleh 2 macam data, yaitu data skala rasio dan data skala ordinal.

4.7.1 Data Skala Rasio

Data skala rasio diperoleh dari hasil pengukuran kadar zat gizi di laboratorium. Data skala rasio dianalisis menggunakan uji F (Anava 3 Jalur) dilanjutkan dengan uji t ganda. Program analisis yang digunakan ialah Seri Program Statistik Sutrisno Hadi dan Yuni Pamardiningsih, UGM Yogyakarta (1997), program analisis variansi 3 jalur (Anava ABC) (Sutrisno, 1997).

4.7.2 Data Skala Ordinal

Data skala ordinal diperoleh dari hasil angket panelis. Data skala ordinal dianalisis menggunakan uji beda jenjang dari Friedman dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda. Progran analisis yang digunakan ialah Seri Program Statistik Sutrisno Hadi dan Yuni Pamardiningsih, UGM Yogyakarta (1997), program uji beda jenjang Friedman (Sutrisno, 1997).

Uji perbandingan berganda sesudah uji Friedman, digunakan rumus :

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

$$| \bar{R}_u - \bar{R}_v | > Z \alpha /_{k(k-1)} \sqrt{\frac{k\ (k+1)}{6\ x\ N}}$$

Keterangan :

$| \bar{R}_u - \bar{R}_v |$: selisih 2 mean peringkat

α : taraf signifikansi

k : jumlah perlakuan

N : jumlah subyek (Daniel, 1989)

Hipotesis :

$H_0 : \mu_1 = \mu_2$

$H_a : \mu_1 \neq \mu_2$

Taraf signifikansi $\alpha = 0.05$

Ketentuan :

Apabila $p \leqslant 0.05$ ⟶ H_0 ditolak dan H_a diterima

Apabila $p \geqslant 0.05$ ⟶ H_0 diterima dan H_a ditolak.

BAB 5
HASIL PENELITIAN
DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN

5.1 Hasil Penelitian

Setiap fermentasi menyebabkan perubahan pada substrat. Perubahan-perubahan tersebut merupakan hasil penguraian oleh mikroorganisme. Perubahan-perubahan yang terjadi pada fermentasi tempe dapat dikelompokan dalam 2 kelompok, yaitu perubahan fisis dan perubahan biokimiawi.

5.1.1 Perubahan Fisis

Biji kedele dan biji kacang hijau setelah dikuliti, direndam dan dikukus (substrat), kadar airnya 53 - 55%, pH 5,8 - 6,2 dan suhu 30^{o}C (suhu kamar).

Perubahan fisis yang terjadi setelah inkubasi 24 jam pada 30^{o}C, ialah substrat sudah menggimbal, warna permukaan putih, miselium berwarna putih dan belum bersporulasi. Miselium menjalin biji kedele dan biji kacang hijau rapat sekali, sehingga menghasilkan tempe yang padat dan kompak. Apabila diiris tidak buyar dan permukaan irisan berwarna kuning muda. Bau khas tempe tercium jelas. Kadar air tempe 57 - 58%, pH 6,3 - 6,5 dan

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

suhu 32 - 34°C. Berdasarkan rancangan percobaan dalam penelitian ini dihasilkan 12 macam tempe, yaitu tempe A_1B_1, A_2B_1, A_3B_1, A_4B_1, A_1B_2, A_2B_2, A_3B_2, A_4B_2, A_1B_3, A_2B_3, A_3B_3, dan A_4B_3.

5.1.2 Perubahan Biokimiawi

Perubahan biokimiawi yang diteliti dalam penelitian ini ialah perubahan kandungan gizi, ditinjau dari perubahan kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino.

Perubahan kadar protein, lipid, dan karbohidrat disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 : Kadar rata-rata protein, lipid, dan karbohidrat (g/100g berat kering)

inokulum / substrat	protein		lipid		karbohidrat	
	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam
inokulum UICC 116						
Kedele	36.715	39.710	20.976	16.970	28.334	17.913
K + K H 3:1	30.895	34.405	15.813	11.684	40.585	30.272
K + K H 4:1	32.620	35.480	16.873	12.612	37.710	27.158
K + K H 5:1	35.620	38.780	19.035	14.873	32.603	22.308
inokulum UICC 128						
Kedele	36.730	39.765	20.836	16.932	28.271	18.380
K + K H 3:1	30.775	33.865	16.013	11.763	40.573	30.352
K + K H 4:1	32.515	35.400	16.979	12.937	37.647	27.440
K + K H 5:1	35.690	38.740	18.985	14.671	32.671	23.087
inokulum UICC 116 + UICC 128						
Kedele	36.790	39.650	20.882	16.837	28.500	18.126
K + K H 3:1	30.785	33.870	15.891	11.721	40.671	30.188
K + K H 4:1	32.525	35.535	16.848	12.752	37.669	27.440
K + K H 5:1	35.785	38.710	18.903	14.796	32.572	22.435

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Perubahan kadar vitamin B_1, Besi, dan fosfor disajikan pada Tabel 5.2, sedangkan perubahan kadar serat, NPU, dan kecernaan disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.2 : Kadar rata-rata vitamin B_1 (mcg/100g berat kering), besi, dan fosfor (mg/100g berat kering)

inokulum / substrat	vitamin B1		besi		fosfor	
	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam
inokulum UICC 116						
Kedele	30.155	33.940	9.780	9.720	592.554	592.505
K + K H 3:1	60.120	63.920	8.250	8.128	525.639	525.144
K + K H 4:1	55.790	59.790	8.924	8.857	542.112	542.324
K + K H 5:1	44.315	48.410	9.319	9.241	552.426	552.462
inokulum UICC 128						
Kedele	30.195	34.000	9.561	9.459	592.519	592.564
K + K H 3:1	60.310	64.140	8.261	8.262	525.827	525.983
K + K H 4:1	55.780	59.620	9.020	8.825	542.074	542.196
K + K H 5:1	44.565	48.025	9.266	9.169	552.390	552.469
inokulum UICC 116 + UICC 128						
Kedele	30.025	33.920	9.434	9.408	592.459	592.504
K + K H 3:1	60.320	64.140	8.210	8.210	525.745	525.934
K + K H 4:1	55.840	59.730	8.854	8.834	542.085	542.522
K + K H 5:1	44.272	48.060	9.298	9.250	552.390	552.469

Tabel 5.3 : Kadar rata-rata serat (g/100g berat kering), NPU, dan kecernaan

inokulum / substrat	serat		NPU		kecernaan	
	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam
inokulum UICC 116						
Kedele	8.300	11.625	47.5	53	76	83.5
K + K H 3:1	5.975	9.350	45	48	66.5	73.5
K + K H 4:1	6.615	9.890	46	51.5	71	78.5
K + K H 5:1	6.800	10.515	49	52.5	74	82.5
inokulum UICC 128						
Kedele	8.225	11.625	48	52.5	75.5	84.5
K + K H 3:1	5.885	9.240	44.5	49.5	66.5	74
K + K H 4:1	6.400	9.750	46	51.5	51.5	78.5
K + K H 5:1	7.095	10.400	48.5	53	74	82.5
inokulum UICC 116 + UICC 128						
Kedele	8.175	11.440	47	52.5	53.5	83.5
K + K H 3:1	6.050	9.510	45.5	49.5	66	73
K + K H 4:1	6.400	9.780	46	54	71	78
K + K H 5:1	6.900	10.350	48.5	52.5	74	83.5

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Perubahan kadar asam lemak, yang meliputi asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat disajikan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 : Kadar rata-rata asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat (g/100g berat kering)

inokulum / substrat	asam palmitat		asam stearat		asam oleat		asam linoleat	
	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam
inokulum UICC 116								
Kedele	1.965	1.380	0.770	0.495	4.765	3.850	10.895	8.930
K + K H 3:1	1.710	1.145	0.580	0.300	3.950	3.015	7.615	5.675
K + K H 4:1	1.775	1.195	0.605	0.325	4.315	3.375	8.335	6.335
K + K H 5:1	1.915	1.330	0.680	0.395	4.750	3.825	9.920	7.930
inokulum UICC 128								
Kedele	1.955	1.335	0.825	0.540	4.820	3.815	10.915	8.925
K + K H 3:1	1.690	1.145	0.565	0.275	3.955	3.020	7.715	5.705
K + K H 4:1	1.795	1.210	0.595	0.365	4.365	3.415	8.380	6.375
K + K H 5:1	1.930	1.325	0.690	0.415	4.760	3.815	9.905	7.910
inokulum UICC 116 + UICC 128								
Kedele	1.955	1.360	0.745	0.470	4.855	3.760	10.855	8.865
K + K H 3:1	1.725	1.125	0.575	0.290	3.965	3.010	7.660	5.670
K + K H 4:1	1.800	1.215	0.615	0.310	4.360	3.410	8.330	6.340
K + K H 5:1	1.910	1.320	0.705	0.380	4.785	3.845	9.930	7.925

Perubahan asam amino yang diteliti dalam penelitian ini, meliputi 8 asam amino esensial (treonin, leusin, isoleusin, valin, lisin, metionin, fenilalanin, triptofan) dan 10 asam amino nonesensial (glisin, alanin, aspartat, glutamat, prolin, sistein, tirosin, serin, histidin, arginin).

Perubahan kadar asam amino esensial, asam amino nonesensial, dan asam amino total disajikan pada Tabel 5.5.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.5 : Kadar rata-rata asam amino esensial, asam amino nonesensial, dan asam amino total (mg/100g berat kering)

inokulum / substrat	a a esensial		a a nonesensial		a a total	
	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam	0 jam	24 jam
inokulum UICC 116						
Kedele	12328	13560.5	22729	24245.5	35057	37806
K + K H 3:1	9919	11147	19541	29460	29460	32199
K + K H 4:1	10490	11934	20493	22020	30983	33754
K + K H 5:1	11854.5	13085	22219	23725	34073.5	36810
inokulum UICC 128						
Kedele	12360	13573.5	22719	24241	35079	37814.5
K + K H 3:1	9925.5	11153.5	19536	21050.5	29461.5	32204
K + K H 4:1	10488	11719.5	20498	22015	30986	33734
K + K H 5:1	11850.5	13079	22217.5	23740	24068	36819
inokulum UICC 116 + UICC 128						
Kedele	12343.5	13576.5	22721.5	24239	35063	37815.5
K + K H 3:1	9920	11156.5	19544.5	21050.5	29464.5	32211.5
K + K H 4:1	10490.5	11720.5	20507	22022.5	30997.5	33743
K + K H 5:1	11861.5	13079	22216	23737	34077.5	36821

Perubahan kadar masing-masing asam amino esensial, yaitu treonin, leusin, isoleusin, valin, lisin, metionin, fenilalanin, dan triptifan disajikan pada Tabel 5.6. Sedangkan perubahan kadar asam anino nonesensial, yaitu glisin, alanin, aspartat, glutamat, prolin, sistein, tirosin, serin, histidin, dan arginin disajikan pada Tabel 5.7.

Tabel 5.6 : Kadar rat
valin,
dan tript

inokulum / substrat	0 jam	tr	triptofan 0 jam	triptofan 24 jam
inokulum UICC 116				
Kedele	1370	.5	687	780
K + K H 3:1	879.5		539.5	635
K + K H 4:1	938	.5	620	719
K + K H 5:1	1288.5		643.5	744
inokulum UICC 128				
Kedele	1368.5		698.5	791
K + K H 3:1	880		539	632.5
K + K H 4:1	935	.5	623	723
K + K H 5:1	1284	.5	645	748
inokulum UICC 116				
+ UICC 128			692	785
Kedele	1375		567	631.5
K + K H 3:1	878		625	720.5
K + K H 4:1	935	.5	645.5	749
K + K H 5:1	1286			

Tabel 5.7 : Kadar ra
glutamat,
histidin,

inokulum / substrat	0 jam	g	serin 0 jam	serin 24 jam	histidin 0 jam	histidin 24 jam	arginin 0 jam	arginin 24 jam
inokulum UICC 116								
Kedele	1618	7	1931.5	1772	749	1171.5	2190.5	2639.5
K + K H 3:1	1390	0	1559	1387.5	633	1048	1560	2011.5
K + K H 4:1	1446	2.5	1700	1532	696.5	1112.5	1739	2191.5
K + K H 5:1	1596	0.5	1982.5	1818	713	1124	2065	2513.5
inokulum UICC 128								
Kedele	1620.	7	1929	1770	748	1166	2193.5	2645
K + K H 3:1	1395	3	1558	1698	643	1051	1560	2016
K + K H 4:1	1449.	6.5	1700.5	1524.5	698.5	1107.5	1734	2191.
K + K H 5:1	1389	5	1983.5	1822.5	714	1127	2063.5	2512
inokulum UICC 116								
+ UICC 128		1	1930.5	1773.5	749.5	1180	2192	2644.5
Kedele	1620	3	1559	1403.5	637	1056.5	1562	2015.5
K + K H 3:1	1399	3	1700.5	1528	700	1111.5	1735.5	2193
K + K H 4:1	1444	9.5	1980	1815	713	1132	2059.5	2519
K + K H 5:1	1591							

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

5.2 Analisis Hasil Penelitian

Dalam penelitian ini diperoleh 2 macam data, yaitu data skala rasio dan data skala ordinal.

5.2.1 Analisis Data Skala Rasio

Data skala rasio dianalisis dengan uji F kemudian dilanjutkan dengan uji t ganda, menggunakan Seri Program Statistik, program variansi 3-jalur (Anava ABC) Sutrisno Hadi dan Yuni Pamardiningsih (1997).

Hasil uji F untuk antar jenis substrat disajikan pada Tabel 5.8, sedangkan hasil uji lanjutan Anava, uji t ganda untuk antar jenis substrat disajikan pada Tabel 5.9.

Hipotesis 1 :

Jenis substrat yang berbeda pada fermentasi tempe memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap kandungan zat gizi tempe.

Berdasarkan hasil uji F (Tabel 5.8), maka hipotesis 1 diterima ($p < 0.05$).

Simpulan :

Terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0.05$) pengaruh jenis substrat terhadap kandungan zat gizi pada tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.8 :Hasil uji F antar jenis substrat

Sumber variasi	variabel	F	p
Antar jenis substrat	protein	2.695.065	< 0.05
	lipid	3.655.820	< 0.05
	karbohidrat	6.467.946	< 0.05
	vitamin B_1	26.659.260	< 0.05
	besi	132.940	< 0.05
	fosfor	170.755.100	< 0.05
	serat	197.478	< 0.05
	NPU	32.775	< 0.05
	kecernaan	208.539	< 0.05
	asam palmitat	153.619	< 0.05
	asam stearat	49.059	< 0.05
	asam oleat	912.437	< 0.05
	asam linoleat	6.561.890	< 0.05
	a a esensial	118.743.000	< 0.05
	a a nonesensial	769.898.200	< 0.05
	a a total	533.358.000	< 0.05
	treonin	28.448.680	< 0.05
	leusin	3.084.731	< 0.05
	isoleusin	4.834.612	< 0.05
	valin	15.380.350	< 0.05
	lisin	10.507.610	< 0.05
	metionin	1.369.626	< 0.05
	fenilalanin	6.013.359	< 0.05
	triptofan	587.956	< 0.05
	glisin	1.572.477	< 0.05
	alanin	1.657.175	< 0.05
	aspartat	2.596.195	< 0.05
	glutamat	6.257.356	< 0.05
	prolin	10.077.870	< 0.05
	sistein	704.637	< 0.05
	tirosin	1.382.038	< 0.05
	serin	5.355.282	< 0.05
	histidin	353.739	< 0.05
	arginin	14.542.200	< 0.05

Keterangan :

Jenis substrat :

A_1 : Kedele
A_2 : Kedele + Kacang hijau (3:1)
A_3 : Kedele + Kacang hijau (4:1)
A_4 : Kedele + Kacang hijau (5:1)

Tabel 5.9 : Hasil uj

Variabel	variasi A2 - A4 t	p	A3 - A4 t	p
protein	-64.793	< 0.05	-43.706	< 0.05
lipid	-58.811	< 0.05	-39.418	< 0.05
karbohidrat	82.424	< 0.05	51.581	< 0.05
vitamin B1	136.282	< 0.05	98.288	< 0.05
besi	-14.572	< 0.05	-5.338	< 0.05
fosfor	-274.080	< 0.05	-105.643	< 0.05
serat	-10.424	< 0.05	-5.556	< 0.05
NPU	-8.888	< 0.05	-4.848	< 0.05
kecernaan	-19.630	< 0.05	-8.275	< 0.05
asam palmitat	-15.799	< 0.05	-9.825	< 0.05
asam stearat	-5.935	< 0.05	-4.452	< 0.05
asam oleat	-43.916	< 0.05	-22.842	< 0.05
asam linoleat	-87.517	< 0.05	-61.333	< 0.05
a a esensial	-415.062	< 0.05	-292.528	< 0.05
a a non-esensial	-1120.804	< 0.05	-717.823	< 0.05
a a total	-910.475	< 0.05	-607.800	< 0.05
treonin	-197.147	< 0.05	-129.559	< 0.05
leusin	-69.953	< 0.05	-50.845	< 0.05
isoleusin	-84.836	< 0.05	-52.232	< 0.05
valin	-147.825	< 0.05	-95.783	< 0.05
lisin	-123.889	< 0.05	-105.067	< 0.05
metionin	-52.593	< 0.05	-27.680	< 0.05
fenilalanin	-80.853	< 0.05	-57.212	< 0.05
triptofan	-29.271	< 0.05	-6.431	< 0.05
glisin	-50.536	< 0.05	-36.431	< 0.05
alanin	-45.440	< 0.05	-36.111	< 0.05
aspartat	-54.607	< 0.05	-47.151	< 0.05
glutamat	-115.815	< 0.05	-68.221	< 0.05
prolin	-124.066	< 0.05	-52.022	< 0.05
sistein	-34.633	< 0.05	-26.965	< 0.05
tirosin	-36.655	< 0.05	-27.749	< 0.05
serin	-109.685	< 0.05	-74.219	< 0.05
histidin	-21.055	< 0.05	-4.393	< 0.05
arginin	-147.540	< 0.05	-95.580	< 0.05

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Berdasarkan hasil uji t ganda (Tabel 5.9), maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

Tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p > 0.05$) pengaruh jenis substrat terhadap kandungan zat gizi untuk NPU, asam oleat, asam amino lisin, metionin, fenilalanin, triptofan, dan histidin antara $A_1 - A_4$, asam stearat antara $A_2 - A_3$.

Hasil uji F untuk antar jenis inokulum disajikan pada Tabel 5.10, sedangkan hasil uji lanjutan Anava, uji t ganda untuk antar jenis inokulum disajikan pada Tabel 5.11.

Hipotesis 2 :

Jenis inokulum yang berbeda pada fermentasi tempe memberikan pengaruh yang berbeda pula terhadap kandungan zat gizi tempe.

Berdasarkan hasil uji F (Tabel 5.10) dan uji t ganda (Tabel 5.11), maka hipotesis 2 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p > 0.05$) pengaruh jenis inokulum terhadap kandungan zat gizi tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.10 : Hasil uji F antar jenis inokulum

Sumber variasi	variabel	F		p
Antar jenis inokulum	protein	0.770	>	0.05
	lipid	2.121	>	0.05
	karbohidrat	1.664	>	0.05
	vitamin B_1	0.124	>	0.05
	besi	1.381	>	0.05
	fosfor	0.101	>	0.05
	serat	0.311	>	0.05
	NPU	0.082	>	0.05
	kecernaan	0.167	>	0.05
	asam palmitat	0.007	>	0.05
	asam stearat	0.411	>	0.05
	asam oleat	0.975	>	0.05
	asam linoleat	1.213	>	0.05
	a a esensial	0.608	>	0.05
	a a nonesensial	0.819	>	0.05
	a a total	1.037	>	0.05
	treonin	1.233	>	0.05
	leusin	1.538	>	0.05
	isoleusin	0.980	>	0.05
	valin	0.529	>	0.05
	lisin	0.295	>	0.05
	metionin	0.399	>	0.05
	fenilalanin	1.002	>	0.05
	triptofan	0.805	>	0.05
	glisin	0.709	>	0.05
	alanin	0.159	>	0.05
	aspartat	1.175	>	0.05
	glutamat	0.305	>	0.05
	prolin	0.870	>	0.05
	sistein	0.513	>	0.05
	tirosin	0.127	>	0.05
	serin	0.045	>	0.05
	histidin	1.080	>	0.05
	arginin	0.110	>	0.05

Keterangan :

Jenis inokulum :

B_1 : inokulum UICC 116
B_2 : inokulum UICC 128
B_3 : inokulum UICC 116 + UICC 128 (1:1)

Tabel 5.11 : Hasil u

Variabel	variasi B2 - B3	
	t	P
protein	1.335	> 0.05
lipid	-1.641	> 0.05
karbohidrat	-1.721	> 0.05
vitamin B1	-0.409	> 0.05
besi	1.561	> 0.05
fosfor	-0.298	> 0.05
serat	0.022	> 0.05
NPU	-0.000	> 0.05
kecernaan	-0.500	> 0.05
asam palmitat	0.057	> 0.05
asam stearat	-0.907	> 0.05
asam oleat	-1.196	> 0.05
asam linoleat	-0.553	> 0.05
a a esensial	-0.268	> 0.05
a a non-esensial	0.268	> 0.05
a a total	-0.769	> 0.05
treonin	1.048	> 0.05
leusin	-1.050	> 0.05
isoleusin	-0.540	> 0.05
valin	0.636	> 0.05
lisin	-0.766	> 0.05
metionin	0.564	> 0.05
fenilalanin	0.332	> 0.05
triptofan	-1.576	> 0.05
glisin	-0.112	> 0.05
alanin	0.184	> 0.05
aspartat	1.523	> 0.05
glutamat	-0.523	> 0.05
prolin	0.376	> 0.05
sistein	-0.985	> 0.05
tirosin	0.436	> 0.05
serin	-0.169	> 0.05
histidin	0.301	> 0.05
arginin	-0.255	> 0.05

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Hasil uji F untuk antar fermentasi disajikan pada Tabel 5.12, sedangkan hasil uji t ganda untuk antar fermentasi disajikan pada Tabel 5.13.

Hipotesis 3 :

Fermentasi pada pembuatan tempe berpengaruh terhadap kandungan zat gizi tempe.

Berdasarkan hasil uji F (Tabel 5.12) dan uji t ganda (Tabel 5.13), maka : hipotesis 3 diterima, untuk protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino ($p < 0.05$), kecuali untuk besi dan fosfor.

Simpulan :

Terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0.05$) pengaruh fermentasi terhadap kandungan zat gizi pada tempe, ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino, kecuali untuk besi dan fosfor.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.12 : Hasil uji F untuk antar fermentasi

Sumber variasi	variabel	F		p
Antar fermentasi	protein	3.405.586	<	0.05
	lipid	12.463.850	<	0.05
	karbohidrat	23.318.380	<	0.05
	vitamin B_1	2.148.339	<	0.05
	besi	1.653	>	0.05
	fosfor	2.448	>	0.05
	serat	2.453.224	<	0.05
	NPU	260.535	<	0.05
	kecernaan	654.504	<	0.05
	asam palmitat	4.343.241	<	0.05
	asam stearat	453.411	<	0.05
	asam oleat	5.442.231	<	0.05
	asam linoleat	12.176.760	<	0.05
	a a esensial	139.627.200	<	0.05
	a a nonesensial	804.283.800	<	0.05
	a a total	588.213.500	<	0.05
	treonin	15.904.630	<	0.05
	leusin	5.795.868	<	0.05
	isoleusin	6.966.019	<	0.05
	valin	18.709.370	<	0.05
	lisin	3.250.120	<	0.05
	metionin	156.775	<	0.05
	fenilalanin	24.484.560	<	0.05
	triptofan	1.327.901	<	0.05
	glisin	2.493.687	<	0.05
	alanin	6.420.406	<	0.05
	aspartat	35.602.630	<	0.05
	glutamat	21.546.460	<	0.05
	prolin	31.549.620	<	0.05
	sistein	20.026.040	<	0.05
	tirosin	3.489.747	<	0.05
	serin	3.629.912	<	0.05
	histidin	25.917.110	<	0.05
	arginin	35.589.620	<	0.05

Keterangan :

Fermentasi :

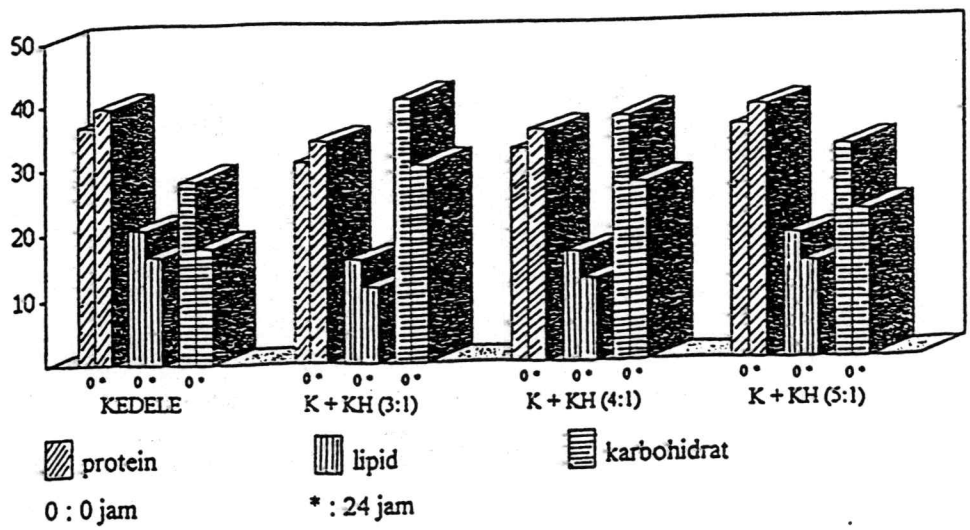
C_1 : 0 jam
C_2 : 24 jam

Tabel 5.13 : Hasil uji t ganda untuk antar fermentasi

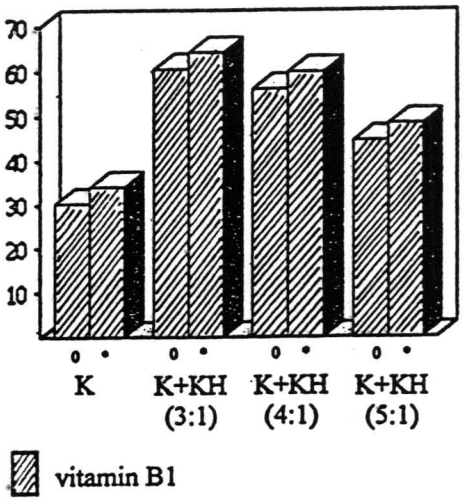
Variabel	sumber variasi C1 - C2 t	p
protein	-58.357	< 0.05
lipid	111.642	< 0.05
karbohidrat	152.704	< 0.05
vitamin B1	-46.350	< 0.05
besi	1.286	> 0.05
fosfor	-1.565	> 0.05
serat	-49.530	< 0.05
NPU	-16.141	< 0.05
kecernaan	-25.583	< 0.05
asam palmitat	65.903	< 0.05
asam stearat	21.293	< 0.05
asam oleat	73.771	< 0.05
asam linoleat	110.348	< 0.05
a a esensial	-373.667	< 0.05
a a nonesensial	-896.819	< 0.05
a a total	-766.951	< 0.05
treonin	-126.114	< 0.05
leusin	-76.131	< 0.05
isoleusin	-83.463	< 0.05
valin	-136.782	< 0.05
lisin	-57.010	< 0.05
metionin	-12.521	< 0.05
fenilalanin	-156.475	< 0.05
triptofan	-36.440	< 0.05
glisin	49.937	< 0.05
alanin	-80.127	< 0.05
aspartat	-188.687	< 0.05
glutamat	146.787	< 0.05
prolin	-177.622	< 0.05
sistein	-141.513	< 0.05
tirosin	59.074	< 0.05
serin	60.249	< 0.05
histidin	-160.988	< 0.05
arginin	-188.652	< 0.05

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

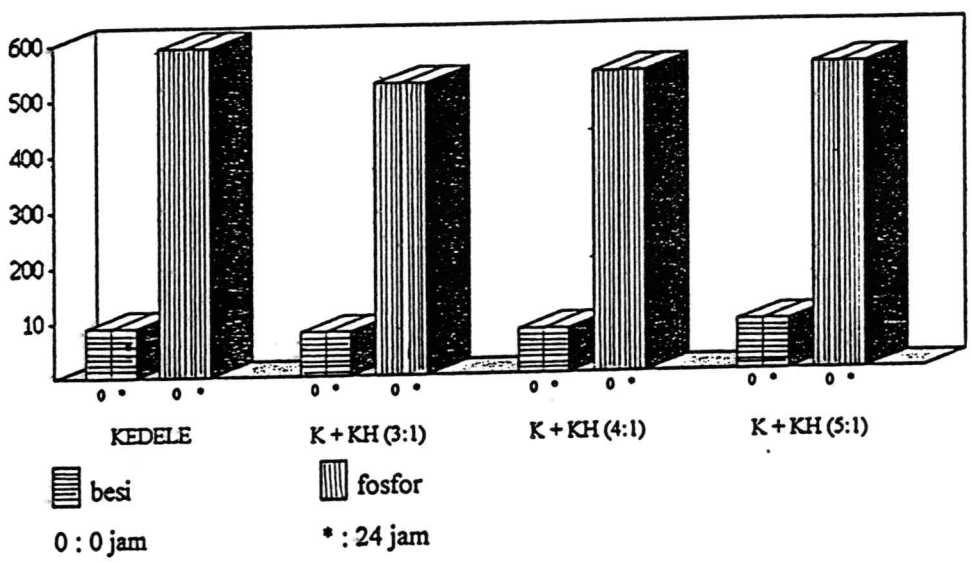
Visualisasi perubahan hasil fermentasi dengan menggunakan 4 macam substrat yang berbeda (kedele, kedele + kacang hijau = 3:1 , kedele + kacang hijau = 4:1 ; kedele + kacang hijau = 5 :1) tanpa memperhatikan jenis inokulum pada 0 jam dan 24 jam ditunjukkan pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.10.



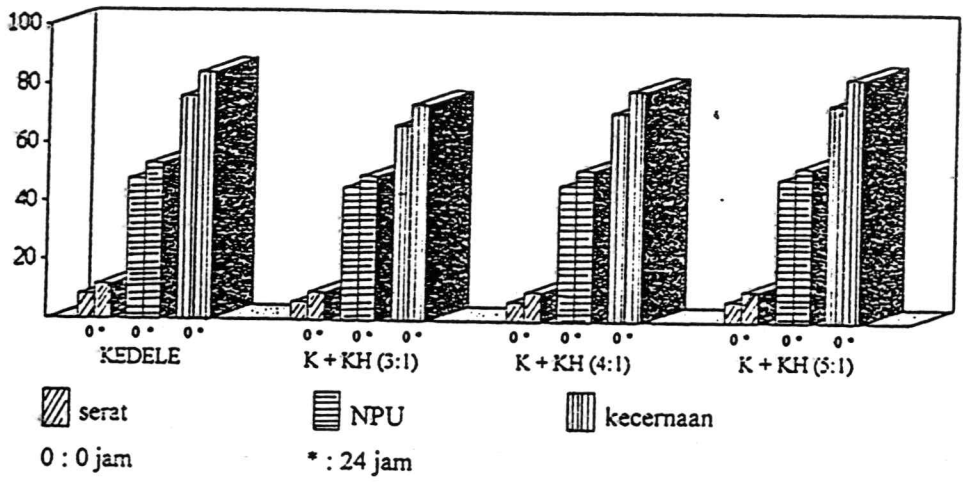
Gambar 5.1 : Perbandingan perubahan protein, lipid, dan karbohidrat dengan substrat yang berbeda



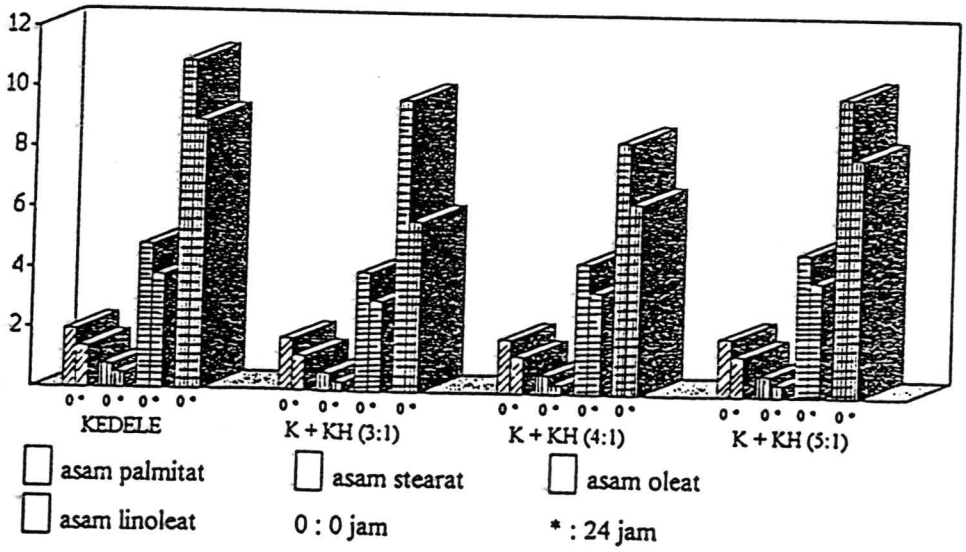
Gambar 5.2 : Perbandingan perubahan vitamin B_1 dengan substrat yang berbeda



Gambar 5.3 : Perbandingan perubahan besi dan fosfor dengan substrat yang berbeda

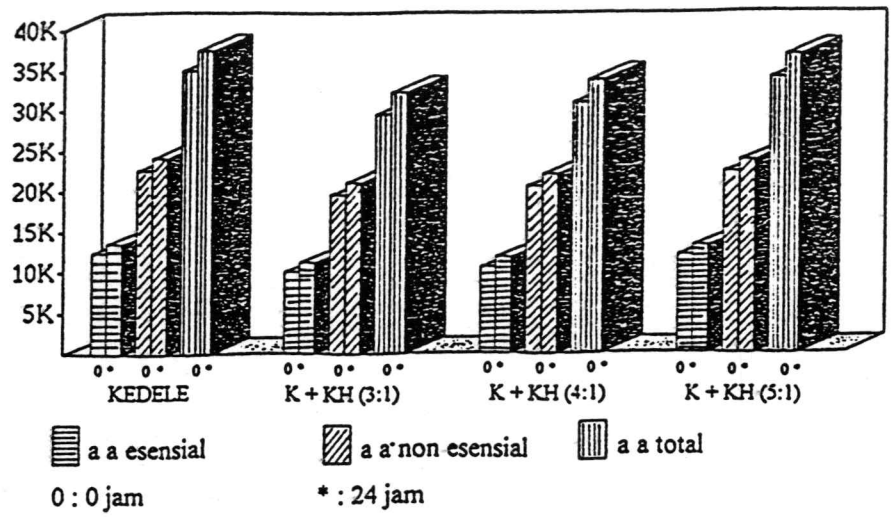


Gambar 5.4 : Perbandingan perubahan serat, NPU, dan kecernaan dengan substrat yang berbeda

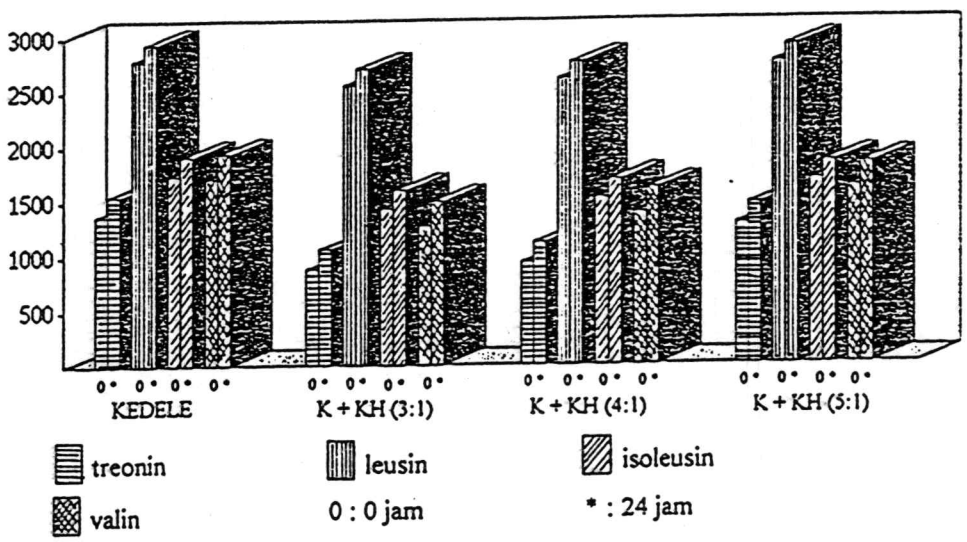


Gambar 5.5 : Perbandingan perubahan asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat dengan substrat yang berbeda

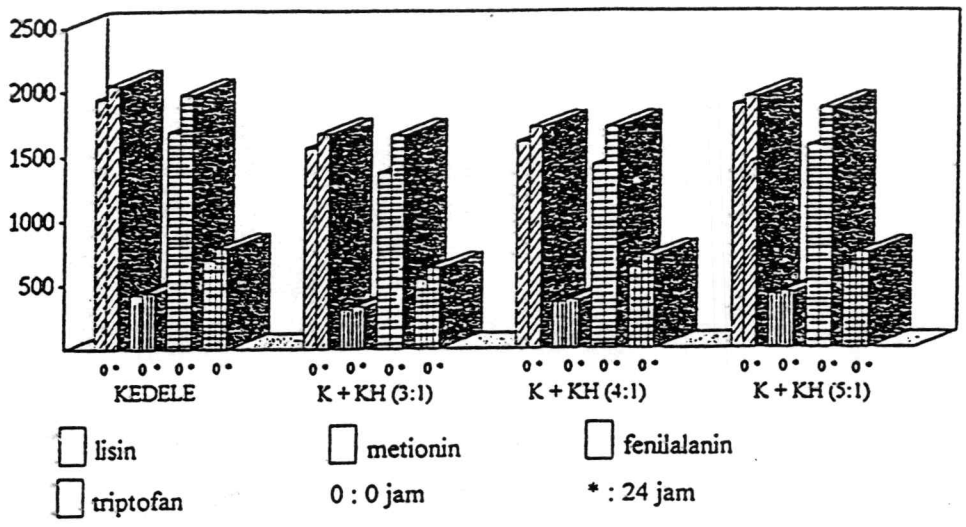
IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA



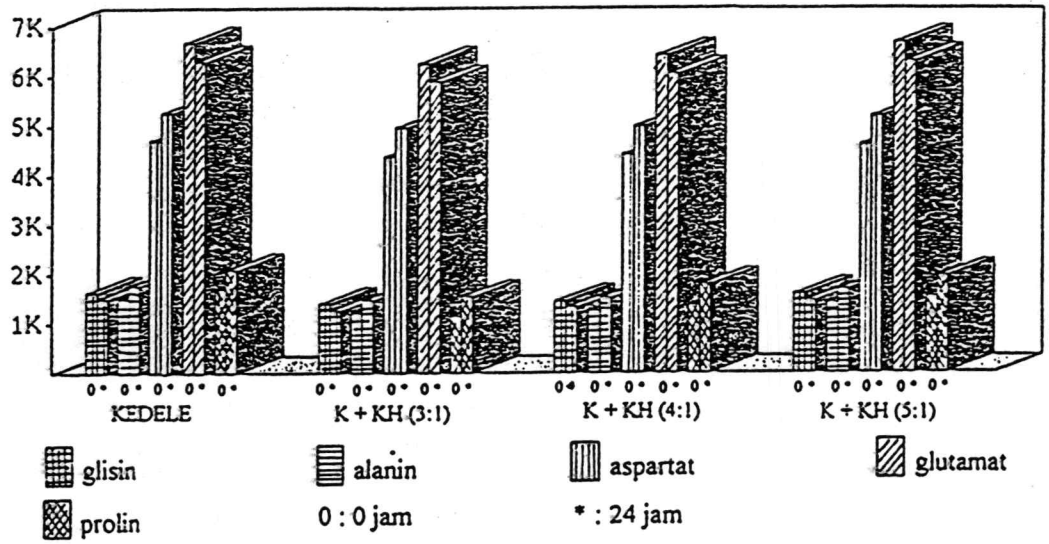
Gambar 5.6 : Perbandingan perubahan asam amino esensial asam amino nonesensial, dan asam amino total dengan substrat yang berbeda



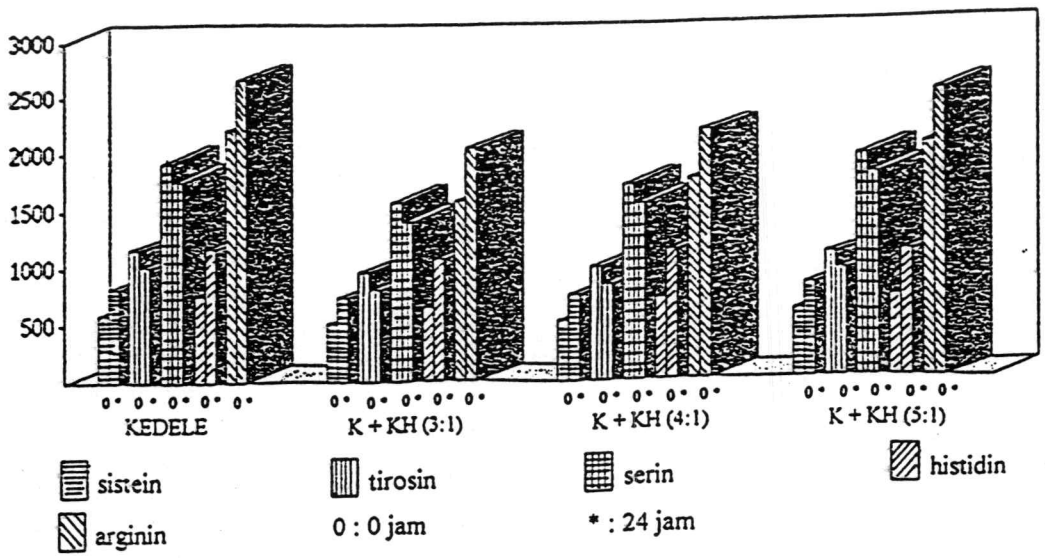
Gambar 5.7 : Perbandingan perubahan treonin, leusin, isoleusin, dan valin dengan substrat yang berbeda



Gambar 5.8 : Perbandingan perubahan lisin, metionin, fenilalanin, dan triptofan dengan substrat yang berbeda



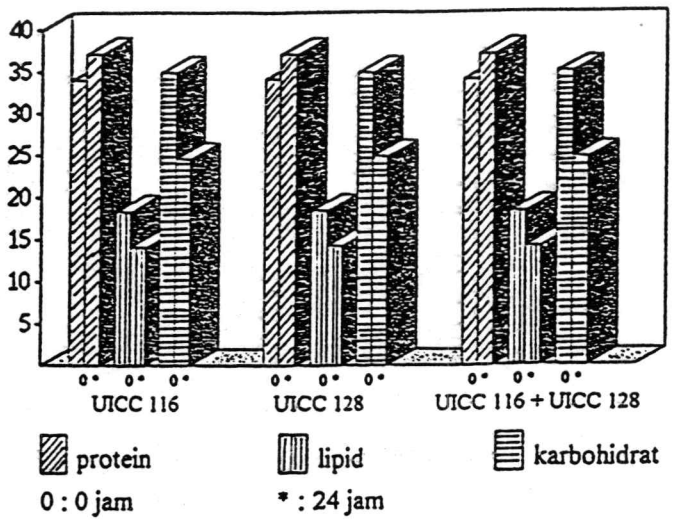
Gambar 5.9 : Perbandingan perubahan glisin, alanin, aspartat, glutamat, dan prolin dengan substrat yang berbeda



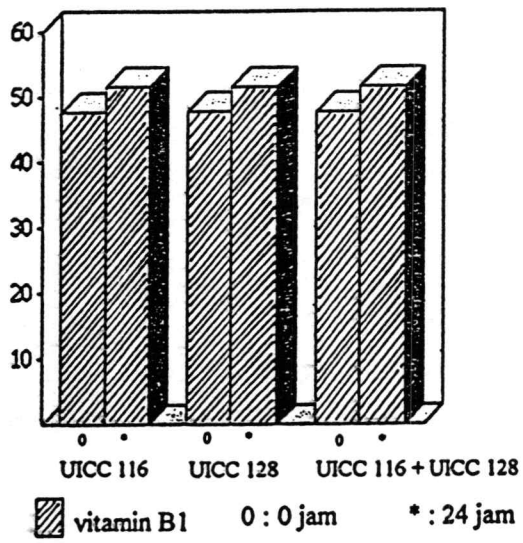
Gambar 5.10 : Perbandingan perubahan sistein, tirosin, serin, histidin, dan arginin dengan substrat yang berbeda

Visualisasi perubahan hasil fermentasi dengan 3 macam inokulum yang berbeda (UICC 116, UICC 128 dan UICC 116 + UICC 128 = 1:1) tanpa memperhatikan jenis substrat pada 0 jam dan 24 jam fermentasi ditunjukkan pada Gambar 5.11 sampai dengan Gambar 5.20.

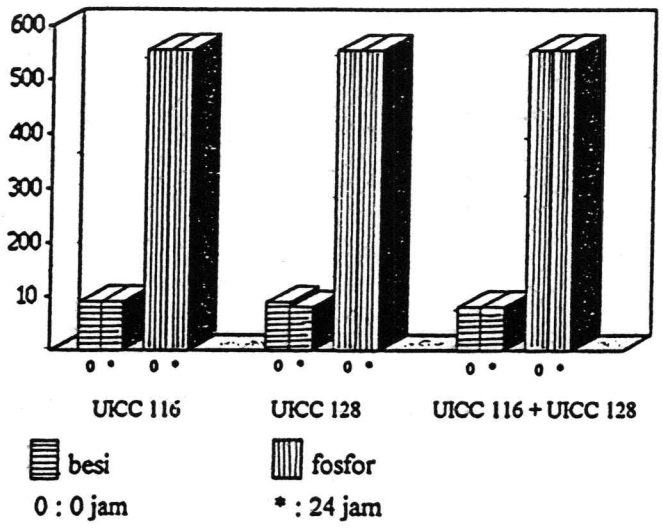
IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA



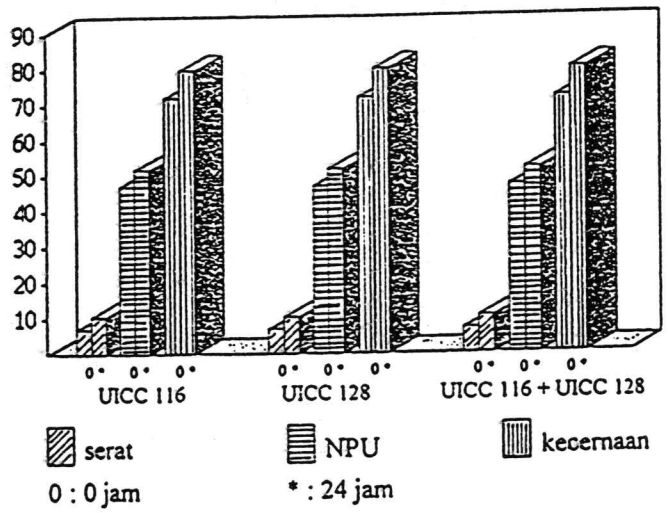
Gambar 5.11 : Perbandingan perubahan protein, lipid dan karbohidrat dengan inokulum yang berbeda



Gambar 5.12 : Perbandingan perubahan vitamin B_1 dengan inokulum yang berbeda

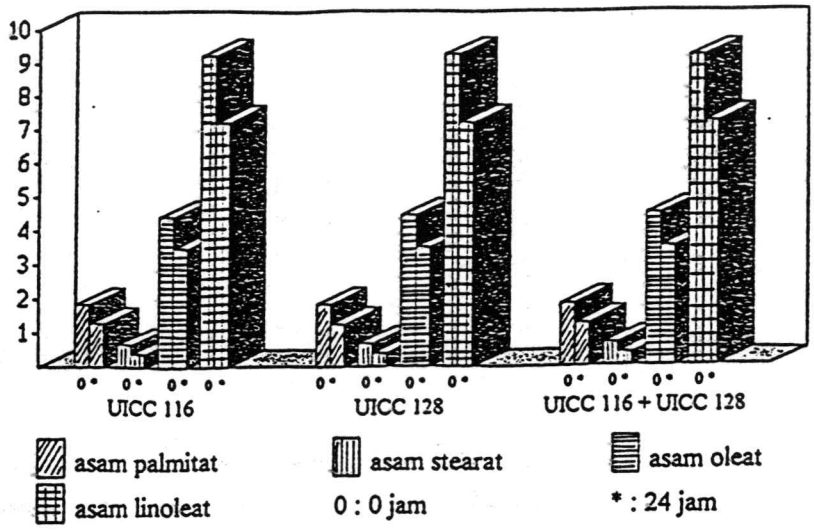


Gambar 5.13 : Perbandingan perubahan besi dan fosfor dengan inokulum yang berbeda

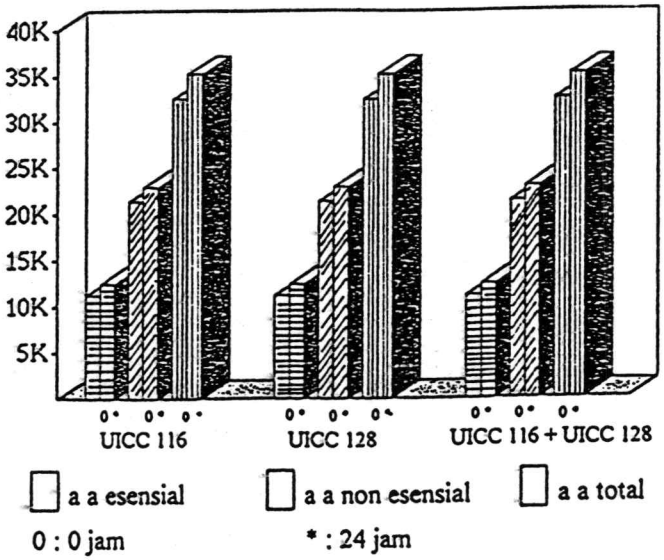


Gambar 5.14 : Perbandingan perubahan serat, NPU dan kecernaan dengan inokulum yang berbeda

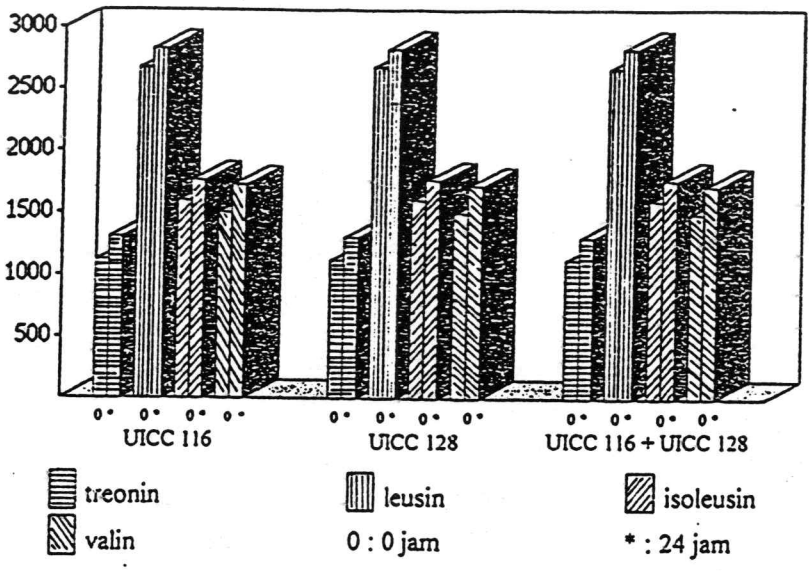
IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA



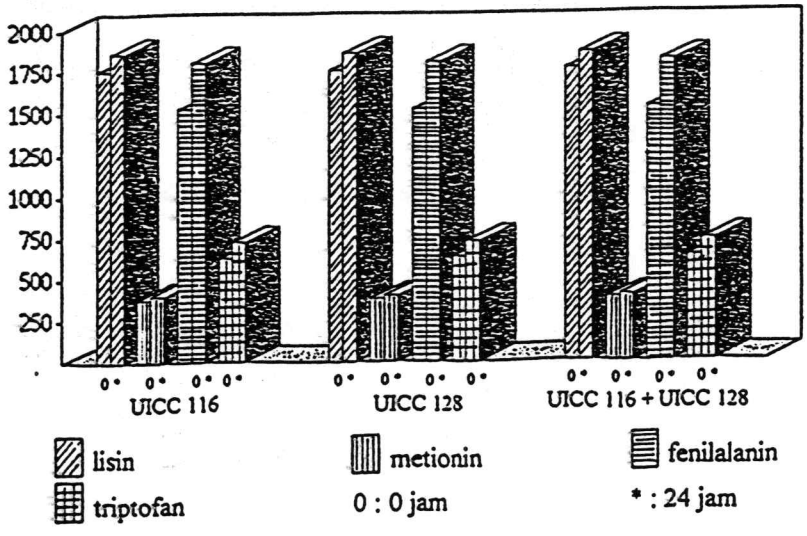
Gambar 5.15 : Perbandingan perubahan asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat dengan inokulum yang berbeda



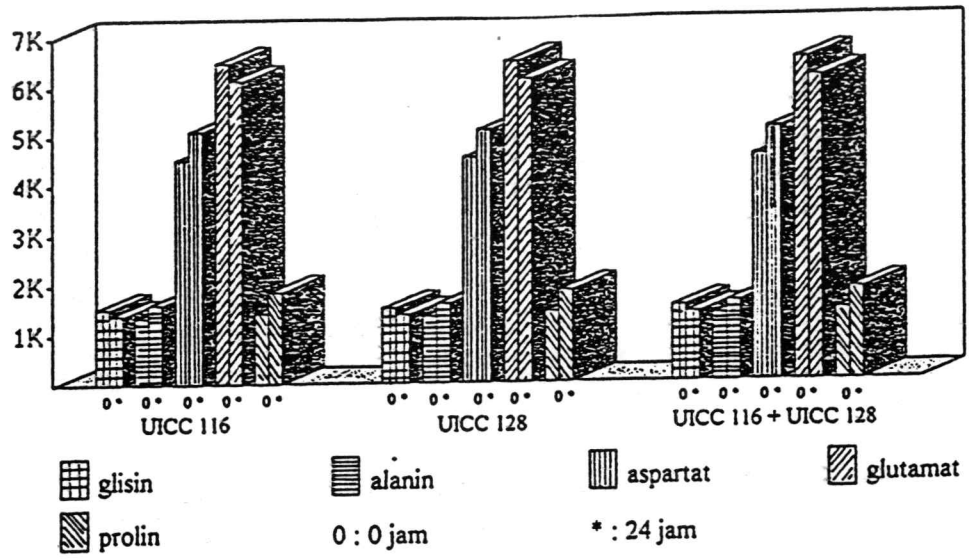
Gambar 5.16 : Perbandingan perubahan asam amino esensial, asam amino nonesensial, dan asam amino total dengan inokulum yang berbeda



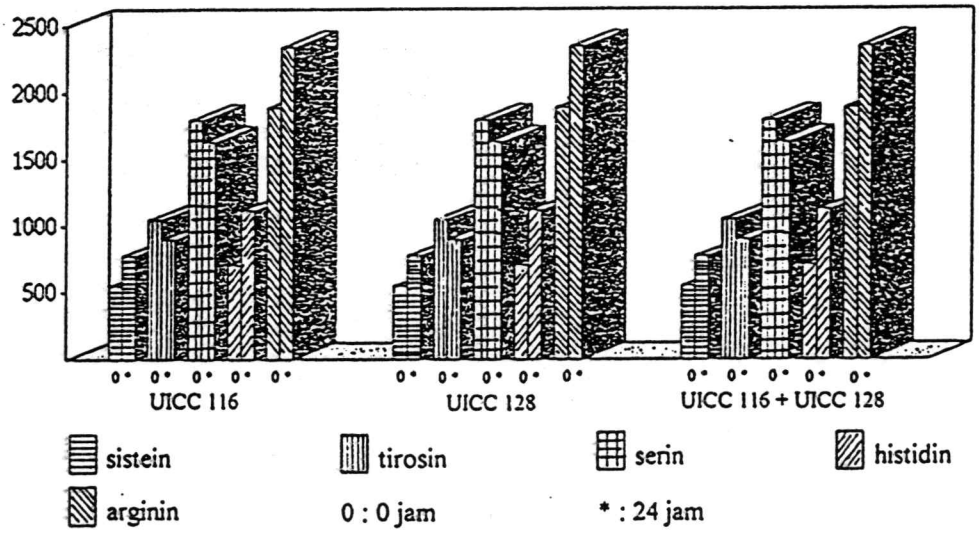
Gambar 5.17 : Perbandingan perubahan treonin, leusin, isoleusin, dan valin dengan inokulum yang berbeda



Gambar 5.18 : Perbandingan perubahan lisin, metionin, fenilalanin, dan triptofan dengan inokulum yang berbeda



Gambar 5.19 : Perbandingan perubahan glisin, alanin, aspartat, glutamat, dan prolin dengan inokulum yang berbeda



Gambar 5.20 : Perbandingan perubahan sistein, tirosin, serin, histidin, dan arginin dengan inokulum yang berbeda

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat dan jenis inokulum disajikan pada Tabel 5.14.

Tabel 5.14 : Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat dan jenis inokulum

Sumber variasi	variabel	F		p
Inter jenis substrat X jenis inokulum	protein	1.280	>	0.05
	lipid	0.956	>	0.05
	karbohidrat	1.142	>	0.05
	vitamin B_1	0.460	>	0.05
	besi	1.004	>	0.05
	fosfor	0.258	>	0.05
	serat	0.659	>	0.05
	NPU	0.354	>	0.05
	kecernaan	0.265	>	0.05
	asam palmitat	0.415	>	0.05
	asam stearat	0.889	>	0.05
	asam oleat	0.350	>	0.05
	asam linoleat	0.420	>	0.05
	a a esensial	1.577	>	0.05
	a a nonesensial	1.892	>	0.05
	a a total	0.703	>	0.05
	treonin	0.842	>	0.05
	leusin	0.828	>	0.05
	isoleusin	0.382	>	0.05
	valin	0.196	>	0.05
	lisin	0.257	>	0.05
	metionin	0.222	>	0.05
	fenilalanin	0.893	>	0.05
	triptofan	0.378	>	0.05
	glisin	0.146	>	0.05
	alanin	0.292	>	0.05
	aspartat	0.485	>	0.05
	glutamat	0.177	>	0.05
	prolin	0.447	>	0.05
	sistein	1.157	>	0.05
	tirosin	0.323	>	0.05
	serin	0.429	>	0.05
	histidin	0.144	>	0.05
	arginin	0.157	>	0.05

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Hipotesis 4 :

Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum pada fermentasi tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

Berdasarkan hasil uji F, yang disajikan pada Tabel 5.14, maka hipotesis 4 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum secara signifikan ($p > 0.05$) terhadap kandungan zat gizi tempe.

Hasil uji F untuk interaksi jenis substrat dan fermentasi disajikan pada Tabel 5.15.

Hipotesis 5 :

Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

Berdasarkan hasil uji F, yang disajikan pada Tabel 5.15, maka hipotesis 5 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi secara signifikan ($p > 0.05$) terhadap kandungan zat gizi tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.15 : Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi

Sumber variasi	variabel	F		p
Inter jenis substrat X fermentasi	protein	1.439	>	0.05
	lipid	0.329	>	0.05
	karbohidrat	1.524	>	0.05
	vitamin B_1	0.033	>	0.05
	besi	0.096	>	0.05
	fosfor	0.396	>	0.05
	serat	0.297	>	0.05
	NPU	1.979	>	0.05
	kecernaan	1.531	>	0.05
	asam palmitat	0.388	>	0.05
	asam stearat	0.075	>	0.05
	asam oleat	1.387	>	0.05
	asam linoleat	0.086	>	0.05
	a a esensial	0.461	>	0.05
	a a nonesensial	1.475	>	0.05
	a a total	0.593	>	0.05
	treonin	0.116	>	0.05
	leusin	0.176	>	0.05
	isoleusin	0.801	>	0.05
	valin	0.175	>	0.05
	lisin	0.096	>	0.05
	metionin	0.374	>	0.05
	fenilalanin	0.178	>	0.05
	triptofan	0.629	>	0.05
	glisin	0.554	>	0.05
	alanin	0.516	>	0.05
	aspartat	1.020	>	0.05
	glutamat	0.151	>	0.05
	prolin	1.806	>	0.05
	sistein	0.051	>	0.05
	tirosin	0.736	>	0.05
	serin	1.115	>	0.05
	histidin	0.929	>	0.05
	arginin	0.186	>	0.05

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Hasil uji F untuk interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi disajikan pada Tabel 5.16.

Tabel 5.16 : Hasil uji F untuk interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi

Sumber variasi	variabel	F		p
Inter jenis inokulum X fermentasi	protein	1.255	>	0.05
	lipid	0.962	>	0.05
	karbohidrat	2.223	>	0.05
	vitamin B_1	0.284	>	0.05
	besi	0.159	>	0.05
	fosfor	0.041	>	0.05
	serat	0.087	>	0.05
	NPU	0.326	>	0.05
	kecernaan	0.130	>	0.05
	asam palmitat	0.205	>	0.05
	asam stearat	0.149	>	0.05
	asam oleat	1.295	>	0.05
	asam linoleat	0.083	>	0.05
	a a esensial	0.541	>	0.05
	a a nonesensial	0.622	>	0.05
	a a total	0.127	>	0.05
	treonin	0.039	>	0.05
	leusin	0.922	>	0.05
	isoleusin	0.041	>	0.05
	valin	0.440	>	0.05
	lisin	0.257	>	0.05
	metionin	0.271	>	0.05
	fenilalanin	0.170	>	0.05
	triptofan	0.004	>	0.05
	glisin	0.558	>	0.05
	alanin	0.131	>	0.05
	aspartat	0.741	>	0.05
	glutamat	0.301	>	0.05
	prolin	0.241	>	0.05
	sistein	0.344	>	0.05
	tirosin	0.095	>	0.05
	serin	0.119	>	0.05
	histidin	0.469	>	0.05
	arginin	0.401	>	0.05

Hipotesis 6 :

Ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

Berdasarkan hasil uji F, yang disajikan pada Tabel 5.16, maka hipotesis 6 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi secara signifikan ($p > 0.05$) terhadap kandungan zat gizi tempe.

Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi disajikan pada Tabel 5.17.

Hipotesis 7 :

Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi pada pembuatan tempe terhadap kandungan zat gizi tempe.

Berdasarkan hasil uji F, yang disajikan pada Tabel 5.17, maka hipotesis 7 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi secara signifikan ($p > 0.05$) terhadap kandungan zat gizi tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.17 : Hasil uji F untuk interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi

Sumber variasi	variabel	F	p
Inter jenis substrat X jenis inokulum X fermentasi	protein	0.459	> 0.05
	lipid	0.825	> 0.05
	karbohidrat	0.518	> 0.05
	vitamin B_1	0.337	> 0.05
	besi	0.070	> 0.05
	fosfor	0.029	> 0.05
	serat	0.291	> 0.05
	NPU	0.653	> 0.05
	kecernaan	0.327	> 0.05
	asam palmitat	0.267	> 0.05
	asam stearat	0.090	> 0.05
	asam oleat	0.928	> 0.05
	asam linoleat	0.045	> 0.05
	a a esensial	0.476	> 0.05
	a a nonesensial	1.208	> 0.05
	a a total	0.684	> 0.05
	treonin	0.103	> 0.05
	leusin	0.405	> 0.05
	isoleusin	0.071	> 0.05
	valin	0.290	> 0.05
	lisin	0.150	> 0.05
	metionin	0.035	> 0.05
	fenilalanin	0.873	> 0.05
	triptofan	0.036	> 0.05
	glisin	0.268	> 0.05
	alanin	0.106	> 0.05
	aspartat	0.483	> 0.05
	glutamat	0.114	> 0.05
	prolin	0.259	> 0.05
	sistein	0.090	> 0.05
	tirosin	0.035	> 0.05
	serin	0.287	> 0.05
	histidin	0.160	> 0.05
	arginin	0.142	> 0.05

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

5.2.2 Analisis Data Skala Ordinal

Data skala ordinal dianalisis dengan menggunakan uji beda jenjang dari Friedman, kemudian dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda.

Hasil uji beda jenjang Friedman untuk panelis terlatih disajikan pada Tabel 5.18.

Tabel 5.18 : Hasil uji beda jenjang Friedman untuk panelis terlatih

Variabel	x^2	p
warna	9.969	> 0.05
	17.854	> 0.05
	10.223	> 0.05
aroma	5.723	> 0.05
	5.446	> 0.05
	8.377	> 0.05
tekstur	9.669	> 0.05
	16.246	> 0.05
	11.819	> 0.05
kekompakan	12.369	> 0.05
	17.077	> 0.05
	17.881	> 0.05
penampilan fisik	34.246	< 0.05
	39.385	< 0.05
	37.212	< 0.05
rasa	40.581	< 0.05
	42.058	< 0.05
	46.196	< 0.05
tingkat kesukaan	48.565	< 0.05
	47.742	< 0.05
	50.354	< 0.05

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Berdasarkan uji beda jenjang Friedman Tabel 5.18, maka dapat disimpulakan :

Tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0.05$) pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum terhadap mutu organoleptik tempe ditinjau dari warna, aroma, tekstur, dan kekompakan, kecuali untuk penampilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan.

Hasil uji lanjutan sesudah uji beda jenjang Friedman, yaitu uji perbandingan berganda disajikan pada Tabel 5.19, 5.20, dan 5.21.

Berdasarkan uji perbandingan berganda Tabel 5.19, 5.20, dan 5.21, dapat disimpulkan sebagai berikut.

Terdapat perbedaan secara signifikan ($|\bar{R}_u - \bar{R}_v| \geqslant 5.4$) pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum terhadap penampilan fisik antara tempe A_1B_2, A_4B_1, A_4B_2, A_4B_3 dengan tempe A_2B_2, rasa antara tempe A_1B_2, A_4B_1, A_4B_2, A_4B_3 dengan tempe A_2B_2, dan tempe A_1B_2, A_4B_1, A_4B_2, A_4B_3 dengan tempe A_2B_3 dan tingkat kesukaan antara tempe A_1B_2, A_4B_1, A_4B_2, A_4B_3 dengan tempe A_2B_2, dan tempe A_1B_2, A_4B_1, A_4B_2, A_4B_3 dengan tempe A_2B_3.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.19 : Hasil uji perbandingan berganda untuk penampilan fisik dari panelis terlatih

Variabel	$\lvert\bar{R}_u - \bar{R}_v\rvert$		
penampilan fisik-1	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.4	$\geq$ 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.0	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.4	$\geq$ 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.0	> 5.4
penampilan fisik-2	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.7	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.7	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.7	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.25	> 5.4
penampilan fisik-3	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.9	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.45	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.9	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.45	> 5.4

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.20 : Hasil uji perbandingan berganda untuk rasa dari panelis terlatih

Variabel	$\lvert\bar{R}_u - \bar{R}_v\rvert$		
rasa-1	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.5	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.5	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.4	≯ 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.5	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.1	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.1	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 5.7	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.1	> 5.4
rasa-2	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 5.7	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 5.7	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 5.7	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 5.7	> 5.4
rasa-3	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 5.95	> 5.4

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

lanjutan Tabel 5.20

Variabel	$\lvert\bar{R}_u - \bar{R}_v\rvert$		
rasa-3	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.55	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.55	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.05	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.55	> 5.4

Tabel 5.21 : Hasil uji perbandingan berganda untuk tingkat kesukaan dari panelis terlatih

Variabel	$\lvert\bar{R}_u - \bar{R}_v\rvert$		
Tingkat kesukaan-1	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.15	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.15	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.15	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.15	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.4	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.4	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.4	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert$	= 6.4	> 5.4
tingkat kesukaan-2	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.1	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.1	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.1	> 5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert$	= 6.1	> 5.4

lanjutan Tabel 5.21

Variabel	$\lvert\bar{R}_u - \bar{R}_v\rvert$		
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.65$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.65$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.65$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.65$	>	5.4
Tingkat kesukaan-3	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert = 6.35$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert = 6.35$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert = 6.35$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_2}\rvert = 6.35$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.75$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_1B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.75$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.75$	>	5.4
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_2B_3}\rvert = 6.75$	>	5.4

Berdasarkan simpulan diatas maka dipilih empat macam tempe, yaitu tempe A_1B_2, A_4B_1, A_4B_2 dan A_4B_3 untuk menentukan tingkat kesukaan konsumen terhadap tempe.

Hasil uji beda jenjang Friedman untuk konsumen disajikan pada Tabel 5.22.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Tabel 5.22 : Hasil uji beda jenjang Friedman untuk konsumen

Variabel	x^2	p
Penampilan fisik	42.594	< 0.05
rasa	47.064	< 0.05
tingkat kesukaan	37.776	< 0.05

Hasil uji lanjutan beda jenjang Friedman, uji perbandingan berganda untuk konsumen disajikan pada Tabel 5.23.

Tabel 5.23 : Hasil uji perbandingan berganda untuk konsumen

Variabel	$\lvert\bar{R}_u - \bar{R}_v\rvert$	
Penampilan fisik	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 0.74 > 0.57
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 0.86 > 0.57
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 1.14 > 0.57
Rasa	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 0 86 > 0.57
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 1.02 > 0.57
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 1.12 > 0.57
Tingkat kesukaan	$\lvert\bar{R}_{A_4B_1} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 0.74 > 0.57
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_2} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 0.6 > 0.57
	$\lvert\bar{R}_{A_4B_3} - \bar{R}_{A_1B_2}\rvert$	= 1.14 > 0.57

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Hipotesis 8 :

Jenis substrat dan jenis inokulum yang berbeda berpengaruh terhadap tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

Berdasarkan uji beda jenjang Friedman (Tabel 5.22) dan uji perbandingan berganda (Tabel 5.23), maka hipotesis 8 diterima ($p > 0.05$).

Simpulan :

Terdapat perbedaan secara signifikan ($p > 0.05$) pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum terhadap tingkat kesukaan konsumen pada tempe ditinjau dari pemanpilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan.

BAB 6
PEMBAHASAN

6.1 Pengaruh Jenis Substrat

Penggunaan substrat yang berbeda dalam fermentasi tempe memberikan hasil tempe yang kandungan zat gizinya berbeda secara signifikan ($p < 0.05$) ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino.

Kadar protein, lipid, besi, fosfor, serat, asam lemak, dan asam amino dalam substrat setelah dicampur dengan kacang hijau makin menurun. Makin banyak kacang hijau yang digunakan, maka kadar protein, lipid, besi, fosfor, serat, asam lemak, dan asam amino total dalam substrat makin menurun. Hal ini sesuai dengan hasil analisis substrat pada 0 jam (Tabel 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.6, dan 5.7).

Makin banyak kacang hijau yang digunakan maka kadar protein, lipid, besi, fosfor, serat, asam lemak, dan asam amino total makin menurun, sehingga bila dilakukan pencampuran maka akan berpengaruh terhadap produk tempe yang dihasilkan.

Kadar karbohidrat dan vitamin B_1 dalam substrat

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

setelah dicampur dengan kacang hijau makin meningkat. Makin banyak kacang hijau yang digunakan maka kadar karbohidrat dan vitamin B_1 makin meningkat. Hal ini sesuai hasil analisis substrat pada 0 jam. Makin banyak kacang hijau yang digunakan maka kadar karbohidrat dan vitamin B_1 makin meningkat, sehingga bila dilakukan pencampuran maka akan berpengaruh terhadap produk tempe yang dihasilkan.

NPU dan kecernaan kedele setelah dicampur dengan kacang hijau makin menurun. Makin banyak kacang hijau yang digunakan, maka NPU dan kecernaan tempe makin menurun, tetapi untuk campuran kedele-kacang hijau = 5:1, NPU tempe yang dihasilkan tidak berbeda secara signifikan dengan NPU tempe kedele.

6.2 Pengaruh Jenis inokulum

Dalam penelitian ini digunakan 3 macam inokulum bubuk yang dibuat dari biakan murni UICC 116 yang mengandung *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan UICC 128, yang mengadung *Rhizopus oryzae* serta campuran kedua inokulum tersebut dengan perbandingan 1:1.

Berdasarkan hasil penelitian ternyata kandungan zat gizi tempe yang dihasilkan dengan inokulum yang berbeda setelah 24 jam fermentasi menunjukkan tidak terdapat perbedaan secara signifikan ($p > 0.05$) ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B , besi,

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino total.

Hal ini mungkin disebabkan kemampuan metabolisme kedua kapang *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* sama. Karena kadungan zat gizi dalam substrat pada 0 jam tidak berbeda serta faktor-faktor yang mempengaruhi proses fermentasi tempe yaitu kadar air substrat, oksigen, dan suhu sama maka produk tempe yang dihasilkan kandungan zat gizinya tidak berbeda. Sedangkan penggunaan inokulum campuran juga memberikan hasil yang tidak berbeda dengan hasil yang diperoleh dari masing-masing kapang tersebut.

6.3 Pengaruh Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan secara signifikan ($p < 0.05$) pengaruh fermentasi terhadap kandungan zat gizi tempe, ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino, kecuali untuk besi dan fosfor.

6.3.1 Kadar Protein

Kadar protein dalam tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat (Tabel 5.1). Hasil yang sama juga diperoleh Murata et al. (1967), Riani (1995), dan Fardiaz dan Markakis (1981). Hal ini disebabkan miselium,

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

rhizoid, spora dan lain-lain dari penambahan biomassa sel kapang yang tumbuh banyak mengandung protein. Pendapat di atas juga didukung oleh Fardiaz dan Markakis (1981) yang melaporkan bahwa dalam aktivitasnya memfermentasikan bahan, kapang mempunyai kemampuan untuk mensintesis protein baru sehingga kandungan protein hasil fermentasi lebih tinggi dari pada bahan dasarnya. Kapang dapat memsintesis protein dengan mengambil sumber C dari karbohidrat (glukosa, sukrosa dan maltosa), sumber N dari bahan organik atau anorganik, dan mineral dari substratnya (Fardiaz, 1982).

Kadar asam amino esensial, asam amino nonesensial, dan asam amino total dalam tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat dibanding sebelum fermentasi. Sedangkan kadar masing-masing asam amino dalam tempe ada yang menurun dan ada yang meningkat. Beberapa asam amino yaitu glisin, tirosin, serin, dan glutamat menurun, sedangkan asam amino yang lainnya meningkat. Asam amino yang jumlahnya paling banyak ialah glutamat sedangkan asam amino yang jumlahnya paling sedikit ialah metionin. Hasil penelitian ini sesuai pendapat Murata et al. (1967) bahwa asam amino yang jumlahnya paling banyak dalam kedele varietas Wilis ialah glutamat sedangkan asam amino yang jumlahnya paling sedikit ialah metionin.

Murata et al. (1967) juga melaporkan bahwa beberapa asam amino tidak banyak berubah karena fermentasi,

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

peningkatan dan penurunanya ± 5% - 10%. Triptiofan dan alanin meningkat 20% sedangkan fenilalanin turun 20% selama fermentasi. Menurut Steinkraus et al. (1983) asam amino yang menurun selama fermentasi ialah lisin dan metionin. Sedangkan Hermana et al. (1996) melaporkan bahwa kadar beberapa asam amino (glisin, tirosin, serin, dan glutamat) dalam tempe menurun sedangkan asam amino yang lain meningkat.

Penurunan asam amino glutamat kemungkinan disebabkan glutamat diubah menjadi prolin, argimin dan histidin yang jumlahnya meningkat (Lehninger, 1988), sedangkan penurunan glisin, tirosin dan serin kemungkinan digunakan sebagai senyawa antara pembentukan prekursor metabolit sekunder (Martin & Liras, 1981). Seraca keseluruhan kadar asam amino total meningkat. Peningkatan ini mungkin selama fermentasi terjadi biosintesis oleh kapang untuk membentuk protein yang akan digunakan untuk membentuk organel-organel sel dan protein-protein yang lain.

6.3.2 Kadar Lipid

Kadar lipid dalam tempe yang dihasilkan setelah fermentasi 24 jam menurun dibanding dengan substratnya. Hasil yang sama diperoleh Murata et Al. (1967), Astuti (1996c), dan Wagenknecht et al. (1961). Menurut Wagenknecht et al. (1961) sepertiga lipid total dihidrolisis oleh kapang, setelah kapang, setelah 69 jam

inkubasi terbentuk asam lemak bebas. Berdasarkan pendapat di atas perubahan kadar lipid disebabkan selama fermentasi trigliserida dalam lipid dihidrolisis oleh enzim lipase yang dihasilkan kapang menjadi asam lemak bebas dan gliserol.

Kadar asam lemak yaitu asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat dalam tempe setelah 24 jam fermentasi menurun (Tabel 5.4). Asam lemak yang dihasilkan dari hidrolisis lipid netral dalam tempe ialah asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat, dan asam linolenat, dimana asam linoleat merupakan asam lemak yang utama (Wagenknecht et al., 1961, Hering et al., 1990).

Sorensen dan Hesseltine (1966) berpendapat bahwa asam lemak yang dibebaskan selama proses fermentasi merupakan sumber energi utama bagi kapang. Astuti (1996c) juga menemukan bahwa kadar asam lemak bebas yang meliputi asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat menurun setelah 24 jam fermentasi. Penurunan kadar asam lemak ini disebabkan asam lemak yang dihasilkabn pada hidrolisis lipid selama proses fermentasi dipakai kapang sebagai sumber energi oleh *Rhizopus*.

6.3.3 Kadar Karbohidrat

Kadar karbohidrat dalam tempe setelah fermentasi 24 jam menurun (Tabel 5.1). Menurut Sorensen dan Hesseltine

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(1966) karbohidrat yang cepat dimetabolisme oleh kapang ialah golongan heksosa. Kapang memerlukan glukosa, fruktosa, galaktosa, dan maltosa untuk pertumbuhan, yang digunakan sebagai sumber energi. Timotius & Farly (1990) melaporkan bahwa *Rhizopus oligosporus* menghasilkan α-amilase dan glukoamilase yang akan menghidrolisis karbohidrat menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana.

Penurunan karbohidrat dalam tempe setelah 24 jam fermentasi mungkin disebabkan selama proses fermentasi karbohidrat dihidrolisis oleh enzim α-amilase dan glukoamilase menjadi glukosa yang digunakan kapang sebagai sumber energi.

6.3.4 Kadar Mineral

Kadar mineral besi dan fosfor dalam tempe setelah 24 jam fermentasi tidak berbeda secara signifikan ($p < 0.05$) dibanding dengan sebelum fermentasi. Hasil yang sama juga diperoleh Van der Riet et al.(1987). Menurut Astuti (1994) selama fermentasi kandungan mineral besi dalam tempe relatif tetap tidak berubah, tetapi kelarutannya dalam air meningkat, karena selama fermentasi besi terlepas dari ikatan kompleks Fe-protein pada saat protein dipecah oleh enzim protease menjadi asam amino dan protein sederhana.

6.3.5 Kadar Vitamin B_1

Berdasarkan hasil penelitian kadar vitamin B_1 dalam

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat. Hal ini sesuai pendapat Murata et al. (1967) bahwa kandungan tiamin cenderung meningkat pada awal fermentasi selama ± 24 jam. Begitu pula penemuan Roelofsen & Talens (1964) bahwa kadar tiamin dalam tempe lebih tinggi dibanding dalam kedele.

Peningkatan kadar vitamin B_1 (tiamin) dalam tempe mungkin disebabkan pada awal fermentasi kapang mensintesis tiamin yang akan digunakan sebagai koenzim dalam metabolisme karbohidrat pada dekarboksilasi oksidatif piruvat dan dehidrogenasi α-ketoglutarat (Lehninger, 1988).

6.3.6 Kadar Serat

Berdasarkan hasil penelitian kadar serat dalam tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat dibanding sebelum fermentasi. Hasil yang sama dilaporkan oleh Murata et al. (1967), Gandjar (1977), dan Hermana et al. (1996). Shurtleff dan Aoyagi (1979) melaporkan bahwa hampir semua peneliti menemukan bahwa peningkatan kadar serat disebabkan karena adanya pertumbuhan miselium kapang.

Peningkatan kadar serat kasar dalam tempe disebabkan oleh miselium dan sporangia kapang. Pendapat diatas didukung Fardiaz (1992) yang melaporkan bahwa dinding sel miselium dan sporangia pada mucorales terutama terdiri dari zat kitin.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

6.3.7 NPU dan Kecernaan

NPU dan kecernaan tempe setelah 24 jam fermentasi meningkat dibanding sebelum fermentasi. Menurut Steinkraus et al. (1983) NPU dan nilai biologi tempe lebih tinggi dari pada kedele. Murata et al. (1967) juga berpendapat bahwa tempe lebih mudah dicerna dari pada kedele.

Meningkatnya NPU dan kecernaan tempe dibanding dengan kedele mungkin disebabkan selama fermentasi kapang mensintesis enzim protease, lipase, dan amylase yang dapat memecah protein menjadi asam amino dan protein sederhana, lipid menjadi asam lemak dan karbohidrat menjadi glukosa yang lebih mudah diserap oleh usus.

6.4 Penilaian Organoleptik

Berdasarkan hasil penelitian tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0.05$) pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum terhadap mutu organoleptik ditinjau dari warma, aroma, tekstur, dan kekompakan.

Tempe yang dihasilkan dalam penelitian ini semua berwarna putih, baik yang menggunakan inokulum UICC 116 atau UICC 128 maupun campuran UICC 116 dan UICC 128. Warna putih tersebut disebabkan adanya miselium kapang yang tumbuh pada permukaan biji-biji kedele.

Aroma tempe yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak berbeda antara tempe yang satu dengan yang lain.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Aroma langu kedele hilang dan timbul aroma khas tempe. Tempe segar pada saat baru terbentuk (24 jam fermentasi) mempunyai aroma yang lembut seperti aroma jamur. Menurut Hermana et al. (1996) aroma tersebut mungkin berasal dari aroma miselium kapang bercampur dengan aroma asam amino bebas dan asam lemak bebas yang timbul karena penguraian protein oleh protease dan lipid oleh lipase selama fermentasi. Penelitian tentang perubahan aroma pada fermentasi tempe belum banyak dilakukan.

Tempe mempunyai tekstur yang lebih lunak dibanding kedele. Tempe yang dihasilkan dalam penelitian ini semuanya kompak , bila diiris tidak buyar. Kekompakan tempe tersebut disebabkan adanya miselium kapang yang menjalin biji-biji kedele.

Berdasarkan hasil penelitian ternyata terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0.05$) pada penilaian organoleptik tempe ditinjau dari penampilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan konsumen pada tempe.

Berdasarkan hasil penelitian tempe yang rasanya paling enak dan yang disukai oleh panelis adalah tempe dengan substrat campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 5:1, kemudian diikut tempe kedele, tempe dengan substrat campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 4:1 dan 3:1. Dengan semakin banyaknya kacang hijau yang digunakan dalam pembuatan tempe maka rasa dan tingkat kesukaan panelis semakin berkurang. Hal ini

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

mungkin disebabkan rasa tempe campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 4:1 dan 3:1 kurang gurih dibandingkan dengan rasa tempe campuran kedele-kacang hijau dengan perbandingan 5:1 maupun tempe kedele.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

BAB 7
SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian fermentasi 24 jam (30^0) dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut.

Dalam fermentasi tempe :

(1) Terdapat perbedaan pengaruh jenis substrat terhadap kandungan zat gizi pada tempe.

(2) Tidak terdapat perbedaan pengaruh jenis inokulum terhadap kandungan zat gizi pada tempe.

(3) Terdapat perbedaan pengaruh fermentasi terhadap kandungan zat gizi tempe, ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B_1, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, dan asam amino kecuali untuk besi dan fosfor.

(4) Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum terhadap kandungan zat gizi pada tempe.

(5) Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan fermentasi terhadap kandungan zat gizi pada tempe.

(6) Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi terhadap kandungan zat gizi pada tempe.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(7) Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi terhadap kandungan zat gizi pada tempe.

(8) Terdapat perbedaan pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum terhadap tingkat kesukaan konsumen pada tempe ditinjau dari penampilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan.

7.2 Saran

Fermentasi tempe sangat potensial meningkatkan kualitas substrat. Berdasarkan hasil penelitian dapat diajukan saran-saran sebagai berikut.

(1) Agar diperoleh tempe yang berkualitas tinggi, maka hendaknya dipilih substrat yang berkualitas tinggi.

(2) Agar masyarakat Indonesia yang kurang menyukai tempe kedele dapat menyukai makan tempe campuran ini, maka hendaknya dilakukan penyuluhan tentang nilai gizi dan khasiatnya bagi kesehatan.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

DAFTAR ACUAN

Alexopoulos CJ & Mims CM, 1977. Introductory mycology. 3rd ed. New York: John Weley & Sons.

AOAC international, 1995. Official methods of analysis of AOAC international. Patricia C (ed). sixteenth edition. Arlington, Virginia, USA. AOAC international.

Arbianto P, 1975. Arah-arah baru dalam proses fermentasi tempe. Bandung: Departemen Kimia ITB.

Arsiniati M, 1994. Efek normolipidemik tempe A5 dan tempe terhadap profil lipid penderita dislipidemia. Disertasi. Surabaya: Universitas Airlangga.

Astuti M, 1994. Iron bioavailability of traditional Indonesian soybean tempe. PhD thesis. Japan: Tokyo University of Agriculture.

Astuti M , 1996a. Sejarah perkembangan tempe. Dalam bunga rampai tempe Indonesia. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia, hal 21-39.

Astuti M, 1996b. Tempe dan antioksidan, prospek pencegahan penyakit degeneratif. Dalam bunga rampai tempe Indonesia. Jakarta : Yayasan Tempe Indonesia, hal 133-146.

Astuti M, 1996c . Biochemical changes and development of tempe products. Okayama prefecture Japan. A paper presented in seminar conducted by Japan Tempe Society, pp 3-7.

Bai RG, Prabha TN, Rao TNR, Sreedhara VP, Sreedhara N, 1975. Studies on tempeh : Part I. Processing and nutritional evaluation on tempeh from a mixture of soybean and groundnut. J. Food Sci. Technol. 12: 135-138.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Daniel WW, 1989. Statistik nonparametrik terapan. Jakarta : Penerbit PT Gramedia, hal 288-298.

Ebihara K & Barbara OS, 1989. Interaction of bile acids, phospholipids, cholesterol and triglyceride with dietary fibers in the small intestine of rats. J. Nutr. 119: 1100-1106.

Engel RW, 1978. The importance of legumes as a protein source in Asian diets. The 1st International mungbean symposium, AVRDC. pp 35-39.

Fradiaz D dan Markakis P, 1981. Oligosacharides and protein efficiency ratio of oncom. J Food Sci, 46 1970-1971.

Fardiaz S, 1992. Mikrobiologi pangan I. Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, hal 180-219.

Fardiaz S , 1988. Fisiologi fermentasi. Bogor : Pusat antar universitas, Institut Pertanian Bogor, hal 129-133.

Gandjar I , 1977 . Fermentasi biji Mucuna pruriens DC dan pengaruhnya terhadap kwalitas protein. Disertasi, Intitut Teknologi Bandung, Bandung.

Hering L, Bisping B, Rehm HJ, 1990. Fatty acid compositiom during tempe fermentation. Jakarta: Second Asian symposium on non-salted soybean fermentation, pp 63-70.

Hermana & Roedjito SW, 1971. Pembuatan laru tempe dan pengamatan kekuatannya selama penyimpanan. Penelitian gizi dan makanan. Bogor: Balai Penelitian Gizi Unit Semboja, Jilid 1: 23-29.

Hermana & Karmini M, 1996. Pengembangan teknologi pembuatan tempe. Dalam bunga rampai tempe Indonesia. Jakarta : Yayasan Tempe Indonesia, hal 151-168.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Hermana, Karmini M, Karyadi D, 1996. Komposisi dan nilai gizi tempe serta manfaatnya dalam peningkatan mutu gizi makanan. Dalam bunga rampai tempe Indonesia. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia, hal 61-67.

Iljas N, Peng AC, Gould WA, 1973. Tempeh on Indonesion fermented soybean food. Departemen of Horticulture. Wooster Ohio, pp 2-27.

Karyadi D & Hermana, 1995. Potensi tempe untuk gizi dan kesehatan. Yogyakarta: Simposium nasional pengembangan tempe dalam industri pangan modern, hal 25-27.

Kartika B, Hastuti P, Supartono W, 1987. Pedoman uji indrawi bahan pangan. Yogyakarta : Pusat antar universitas pangan dan gizi, Universitas Gajah Mada, hal 23-80.

Kasmijo R, 1995 . Teknologi pembuatan tempe sebagai dasar pengembangan industri tempe modern. Yogyakarta: Simposium nasional pengembangan tempe dalam industri pangan modern, hal 89-99.

Kodyat BA, Sukaton A, Latief D, 1990. Traditional fermented soybean (tempe) for increasing nutritional status of children in Indonesia. Jakarta: Second Asian symposium on non-salted soybean fermentation, pp 110-115.

Koswara S , 1992 . Teknologi pengolahan kedele menjadikan makanan bermutu. Jakarta : Pustaka Sinar Harapan, hal 97-106.

Lehninger AL, 1988. Dasar-dasar biokimia. Alih bahasa Maggy Thenawijaya. Jakarta : Penerbit Erlangga, hal 81-114.

Linder MC, 1992. Biokimia nutrisi dan metabolisme dengan pemakaian secara klinis. Penerjemah Amminuddin Parakkasi, Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia, hal 28-278.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LKN-LIPI, 1975a. Metabolisme dari fermentasi. Bandung: Laporan ceramah ilmiah, hal 3-9.

LKN-LIPI, 1975b. Makanan hasil proses fermentasi. Bandung: Laporan ceramah ilmiah, hal 5-10.

LKN-LIPI, 1975c. Kedele sebagai sumber protein di Indonesia. Bandung: Laporan ceramah ilmiah, hal 1-10.

Martin JP & Liras P, 1981. Biosynthetic pathway of secondary metabolite in industrial microorganisms. Dalam Biotechnology vol 1, microbial fundamentals (Rehmn HJ & Reed G eds.) Verlag Chemie, Weinheim.

Miller DS & Bender AE, 1955. The determination of the net utilization of protein by a shortened method. British Journal of Nutrition 9: 382-388.

Miller DS, 1963. A Procedure for determinization of NPU using rats body N technique. In national academy if sciences national research council. Evaluation of protein quality. Washington DC.

Muchtadi D, 1989. Petunjuk laboratorium, evaluasi nilai gizi pangan. Bogor : Pusat antar universitas pangan dan gizi, Institut Pertanian Bogor, hal 22-93.

Mulyowidarso RK, 1988. The microbiology and biochemistry of soybean soaking for tempe production. Disertation, University New South. Wales.

Murata K, Ikehata H, Miyamoto T, 1967. Studies on the nutritional value of tempeh. J. Food Sci. 18: 580-586.

Norman AG, 1976. Soybean. New York, Academic Press. pp 1-15.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Riani H, 1995. Pengaruh penyinaran ultraviolet terhadap kemampuan *Rhizopos oligosporus* UICC 116 pada lama fermentasi dan kualitas tempe kedele. J Mikrobiologi Indonesia, 3(1), hal 27-33.

Rianto E, 1987. Analisis asam amino dengan penganalisis asam amino otomatis. Surabaya : Laboratorium dasar bersama Universitas Airlangga, hal 2-5.

Roelofsen PA and Talens A, 1964, Changes in some B vitamins during molding of soybean by *Rhizopus oryzae* in production of tempeh kedelee. J Food Sci. 29: 224-226.

Saono S, 1971. Pendayagunaan fermentasi dalam industri pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya. Penelitian gizi dan makanan. Bogor : Balai Penelitian Gizi Unit Semboja. jilid 1: 14-19.

Soekarto ST, 1985. Penilaian organoleptik untuk industri pangan dan hasil pertanian, Jakarta : Penerbit Bhatara Karya Aksara, hal 14-32.

Sorensen WG & Hesseltine CW, 1966. Carbon and nitrogen utilization by *Rhizopus oligosporus*. Mycology 58: 681-689.

Steinkraus KH, Cullen RE, Pederson CS, Gavih BK, 1983. Handbook of indigenous fermented foods. New York and Basel: Marcel Dekker, Inc, Vol 9: 31-44.

Sudarmadji S, 1996. Teknik analisa biokimiawi. Yogyakarta: Penerbit Liberty, hal 261-271.

Sudigbio P, 1996. Tempe dalam penatalaksanaan diare anak Dalam bunga rampai tempe Indonesia. Jakarta : Yayasan Tempe Indonesia, hal 71-82.

Sudjana, 1991. Desain dan analisis eksperimen. Edisi III, Bandung: Penerbit Tarsito Bandung, hal 211-221.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Suyanto P, 1996. Aspek mikrobiologi tempe. Dalam bunga rampai tempe Indonesia. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia, hal 169-204.

Sumarno, 1991. Arti ekonomis dan kegunaan kacang hijau. Dalam kacang hijau. Malang : Balai penelitian tanaman pangan Malang, hal 1-11.

Sutrisno H, 1997. Manual SPS paket midi. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada, hal 55-82.

Tanuwidjaja L, 1975a. Pembuatan tempe dan sejenisnya dari tepung kedele. Bandung : LKN-LIPI, hal 3-9.

Tanuwidjaja L, 1975b. Pengendalian proses fermentasi. Bandung: Laporan ceramah ilmiah, LKN-LIPI, hal 1-9.

Tanuwidjaja L & Koesbianti A, 1979. Pembuatan inokulum tempe dengan kultur campuran. Bogor: Seminar teknologi pangan IV, Balai penelitian kimia, Departemen Perindustrian, hal 2-8.

Timotius KH & Farly P, 1990. Extracellular enzymes of *Rhizopus oligosporus*, A review. Jakarta : Second Asian symposium on non-salted soybean fermentation, pp 57-62.

Tjandra P, 1993. Pengaruh jenis inokulum dalam fermentasi pembuatan tempe terhadap kadar asam amino bebas dan tingkat kesukaan konsumen pada tempe kedele. Tesis. Universitas Airlangga, Surabaya.

Trustinab, 1991. Biologi tanaman kacang hijau. Dalam kacang hijau, Malang : Balai penelitian tanaman pangan Malang, hal 12-24.

Tsou SCS & Hsu MS, 1991. The potential roles of mungbean as a diet component in Asia. The 1st International mungbean symposium, AVRDC. pp 40-45.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Vaidehi MP, Annapurna ML, Vishwanath NR, 1985. Nutritional and sensory evaluation of tempeh products made with soybean, groundnut and sun-flower combination. Food Nutr. Bull 7: 54 - 57.

Van der Riet WB, Wight AW, Cilliers JJL, Datel JM, 1987. Food chemical analysis of tempeh prepared from South Africa. Food Chem 25: 197-208.

Wagenknecht AC, Mattick LR, Lewin LM, Hand DB, Steinkraus KH, 1961. Changes in soybean lipids during tempeh fermentation. J. Food Sci. 26: 373-376.

Wang HL, Swain EW, Hesseltine CW, 1975. Mass production of *Rhizopus oligosporus* spores and their application in tempeh fermentation. J. Food Sci. 40: 168-169.

Winarno FG, 1980. Teknologi pengolahan pangan penunjang swasembada pangan. Bandung : Simposium ilmu pengetahuan dan teknologi dalam masalah pangan, energi, dan kependudukan. Institut Teknologi Bandung, hal 1-9.

Winarno FG, 1986. Enzim pangan . Jakarta : Penerbit PT Gramedia, hal 57-77.

Winarno FG, 1984. Kimia pangan dan gizi. Jakarta : Penerbit PT Gramedia, hal 69-79.

Winarno FG, 1985. Tempe, peningkatan mutu dan statusnya di masyarakat. Bogor : Simposium pemanfaatan tempe dalam peningkatan upaya kesehatan dan gizi. Departemen Kesehatan R.I, Badan penelitian dan pengembangan kesehatan, Pusat penelitian dan pengembangan gizi, hal 69-84.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 1 : FOTO-FOTO TEMPE HASIL PENELITIAN

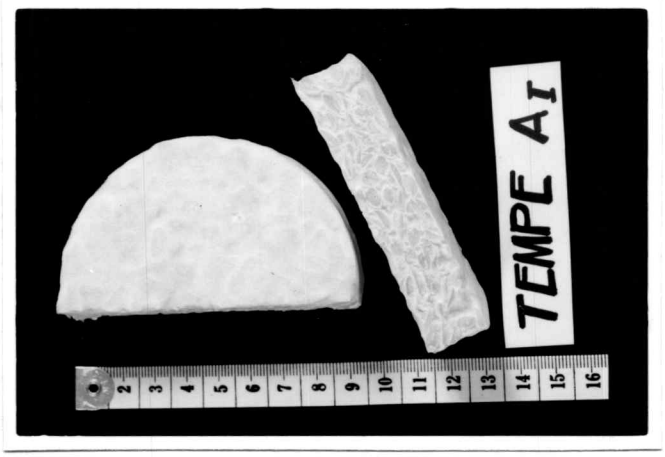


Foto 1.1 : Tempe A_I = Tempe A_1B_1
substrat : kedele
inokulum : UICC 116
fermentasi : 24 jam

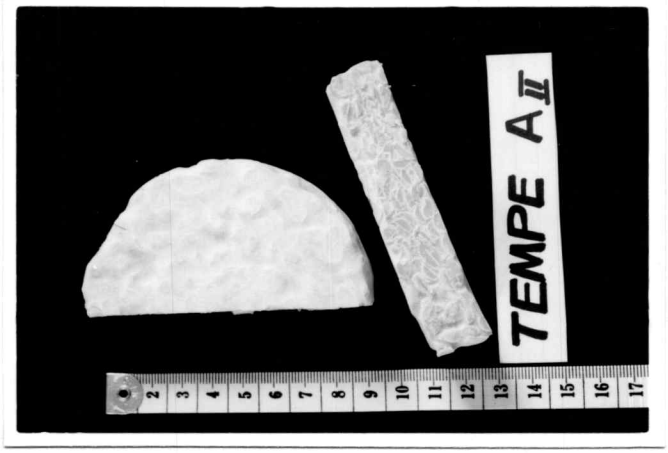


Foto 1.2 : Tempe A_{II} = tempe A_1B_2
substrat : kedele
inokulum : UICC 128
fermentasi : 24 jam

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Foto 1.3 : Tempe A_{III} = Tempe A_1B_3
substrat : kedele
inokulum : campuran UICC 116 + UICC 128
fermentasi : 24 jam

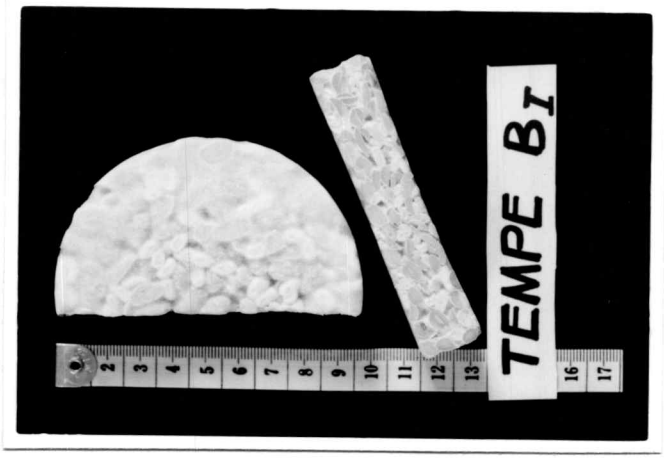


Foto 1.4 : Tempe B_I = Tempe A_2B_1
substrat : campuran kedele-kacang hijau (3:1)
inokulum : UICC 116
fermentasi : 24 jam

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

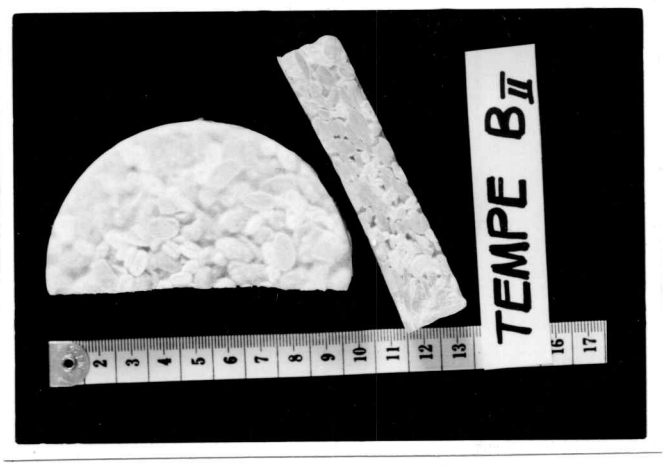


Foto 1.5 : Tempe B_{II} = Tempe A_2B_2
substrat : campuran kedele-kacang hijau (3:1)
inokulum : UICC 128
fermentasi : 24 jam

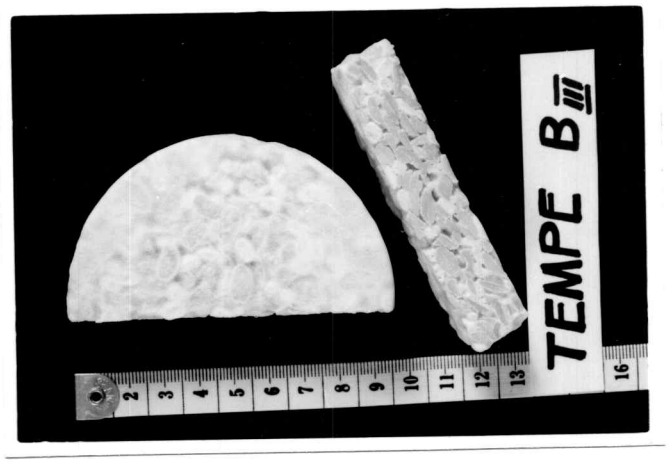


Foto 1.6 : Tempe B_{III} = Tempe A_2B_3
substrat : campuran kedele-kacang (3:1)
inokulum : UICC 116 + UICC 128
fermentasi : 24 jam

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 2 : ANGKET UNTUK PANELIS TERLATIH

PENILAIAN ORGANOLEPTIK TEMPE KEDELE

No.	Kriteria dan Spesifikasi Mutu	Skor	TEMPE											
			A			B			C			D		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	Warna tempe:													
	Putih	4												
	Putih agak abu-abu	3												
	Abu-abu	2												
	Abu-abu agak hitam	1												
2	Aroma tempe:													
	Aroma khas tempe sangat kuat	4												
	Aroma khas tempe sedang	3												
	Aroma khas tempe kurang	2												
	Aroma khas tempe tidak ada	1												
3	Tekstur tempe:													
	Sangat padat	4												
	Cukup padat	3												
	Kurang padat	2												
	Tidak padat	1												
4	Kekompakan/penggimbalan tempe:													
	Permukaan irisan:													
	Sangat kompak	4												
	Cukup kompak	3												
	Kurang kompak	2												
	Tidak kompak / buyar	1												
5	Penampilan fisik tempe:													
	Sangat menarik	4												
	Cukup menarik	3												
	Kurang menarik	2												
	Tidak menarik	1												
6	Rasa tempe:													
	Sangat enak, gurih	4												
	Enak	3												
	Kurang enak	2												
	Tidak enak	1												

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Lanjutan

No.	Kriteria dan Spesifikasi Mutu	Skor	TEMPE											
			A			B			C			D		
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
7	Tingkat kesukaan:													
	Sangat suka	4												
	Suka	3												
	Kurang suka	2												
	Tidak suka	1												

Surabaya, ... 19 .....

Panelis,

(.....)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 3 : ANGKET UNTUK KONSUMEN

ANGKET PENELITIAN

Silahkan Bapak/Ibu/Saudara mencicipi masing-masing tempe yang telah tersedia, kemudian berilah kesan terhadap masing-masing tempe tersebut sesuai dengan selera Bapak/Ibu/Saudara.

Mohon pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dijawab dengan cara member tanda silang (X) pada tempat yang tersedia sesuai dengan pendapat Bapak/Ibu/Saudara.

	TEMPE			
	A	B	C	D
Penampilan fisik				
sangat menarik				
cukup menarik				
kurang menarik				
tidak menarik				
R a s a				
sangat enak / gurih				
enak				
kurang enak				
tidak enak				
Tingkat kesukaan				
sangat suka				
suka				
kurang suka				
tidak suka				

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Atas kesedian Bapak/Ibu/Saudara membantu kami memberi kesan terhadap tempe yang kami sediakan, kami mengucapkan banyak terima kasih.

Hormat kami,

Peneliti

Nama :

Jenis kelamin : Laki-laki / wanita

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 4 : SYARAT-SYARAT PANELIS TERLATIH DI BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA

1. Mempunyai kepekaan dalam mengindera.
2. Mempunyai konsistensi yang tinggi.
3. Telah terlatih dalam mengenal sifat-sifat bahan,
4. Lulus seleksi uji kemampuan mencicipi dan penginderaan yang lainnya.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 5 : DATA OPERASIONAL ALAT

1. Kromatografi gas

Model	: HP 5890 series II
Kolom	: capillary column OV [0]
Panjang kolom	: 30 m
Diameter kolom	: 0.32 nm
Ketebalan lapisan film	: 0.1 μm
Detektor	: FID
Suhu detektor	: 220^{o}C
Suhu injektor	: 210^{o}C
Suhu oven	: suhu program 150 -200^{o}C
	initial time : 3 menit
	rate : 10^{o}/menit
Final time	: 10 menit
Gas pembawa	: N_2
Bahan metilasi	: Boron trifluorida-metanol

2. Penganalisis asam amino otomatis

Model	: Hitachi 835
Ukuran kolom	: 4 x 150 mm
Waktu analisis	: 53 menit
Tekanan kolom	: 80 kg/cm
Kecepatan alir larutan buffer	: 0.45 ml/menit

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

pH larutan buffer I : 3.3

pH larutan buffer II : 3.3

pH larutan buffer III : 4.3

pH larutan buffer IV : 4.9

3. Spektrofotometer serapan atom (penentuan Fe)

Model : Beckman DB-G

Panjang gelombang : 248,3 nm

Gas pembawa : Asetilen

Suhu pembakar : 2300^{o}C

4. Spektrofotometer sinar tampak

Model : Spektronic 505

Panjang gelombang : 482.5 nm (penentuan P)

Panjang gelombang : 515 nm (penentuan vit.B_1)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 6 : CARA MENGHITUNG NPU DAN KECERNAAN

Binatang percobaan : tikus putih strain LMR (Lembaga Makanan Rakyat) asal Wistar

Umur : 30 $\pm$ 1 hari

Jenis kelamin : jantan atau betina

Lama percobaan : 10 hari

Akhir percobaan : tikus dibunuh, kemudian dikeringkan dalam oven pada temperatur 105^{o}C sampai bobot konstan untuk menghitung kadar H_2O.

Cara Menghitung Kecernaan

$$D = \frac{N \text{ yang diabsropsi}}{N \text{ yang dimakan}} = \frac{I - F - F_k}{I}$$

Keterangan :

D = kecernaan

I = jumlah N yang dimakan tikus dengan makanan percobaan

F = N tinja tikus dengan makan percobaan

F_k = N tinja tikus metabolik (dari tinja tikus dengan makanan tanpa N)

Cara Menghitung NPU

$$NPU = \frac{N \text{ yang ditahan tubuh}}{N \text{ yang dimakan}} = \frac{B - (B_k - I_k)}{I}$$

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

Keterangan :

B : N tubuh tikus dengan makan percobaan

I : jumlah N yang dimakan tikus dengan makanan percobaan

B_k : N tubuh tikus dengan makanan tanpa protein

I_k : jumlah N yang dimakan tikus dengan makanan tanpa protein

Cara menentukan N tubuh tikus :

$$Y = \frac{N \text{ (gram)}}{H_2O \text{ (gram)}} \times 100$$

$$\log (4.8 - Y) = 0.437 - 1.0123 X$$

X = umur tikus (hari)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 7 : DATA HASIL PENELITIAN ZAT GIZI DALAM TEMPE

No	Kode Sampel	Protein g/100g	Lipid g/100g	Karbohidrat g/100g	Vitamin B_1 mcg/100g
1	A.I.0.1	36.680	21.046	28.443	30.240
2	A.I.0.2	36.750	20.905	28.225	30.070
3	A.II.0.1	36.870	20.950	28.329	30.150
4	A.II.0.2	36.590	20.722	28.212	30.240
5	A.III.0.1	37.010	20.819	28.726	30.070
6	A.III.0.1	36.570	20.945	28.274	29.980
7	B.I.0.1	31.020	15.605	40.430	60.310
8	B.I.0.2	30.770	16.021	40.740	59.930
9	B.II.0.1	30.710	16.095	40.996	60.400
10	B.II.0.2	30.840	15.930	40.143	60.220
11	B.III.0.1	30.750	15.917	40.600	60.200
12	B.III.0.2	30.820	15.866	40.741	60.440
13	C.I.0.1	32.670	16.958	37.634	55.620
14	C.I.0.2	32,310	16.777	37.786	55.960
15	C.II.0.1	32.570	16.860	37.539	55.550
16	C.II.0.2	32.460	17.098	37.755	56.010
17	C.III.0.1	32.540	16.823	37.518	56.100
18	C.III.0.2	32.510	16.873	37.819	55.580
19	D.I.0.1	35.560	18.924	32.719	44.030
20	D.I.0.2	35.680	19.146	32.486	44.600
21	D.II.0.1	35.810	19.046	32.754	44.170
22	D.II.0.2	35.570	18.924	32.587	44.960
23	D.III.0.1	35.670	18.904	32.494	44.440
24	D.III.0.2	35.900	18.902	32.649	44.100

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Protein g/100g	Lipid g/100g	Karbohidrat g/100g	Vitamin B_1 mcg/100g
25	A.I.24.1	39.680	16.822	18.001	34.070
26	A.I.24.2	39.740	16.535	17.825	33.810
27	A.II.24.1	39.850	17.044	18.065	33.980
28	A.II.24.2	39.680	16.819	18.011	34.020
39	A.III.24.1	39.810	16.965	18.173	34.290
30	A.III.24.1	39.490	16.709	18.550	33.550
31	B.I.24.1	34.570	11.658	30.097	64.050
32	B.I.24.2	34.740	11.710	30.447	63.790
33	B.II.24.1	33.690	11.713	30.638	64.160
34	B.II.24.2	34.040	11.813	30.065	64.120
35	B.III.24.1	33.830	11.706	30.199	64.090
36	B.III.24.2	33.910	11.736	30.177	64.190
37	C.I.24.1	35.510	12.511	27.193	59.400
38	C.I.24.2	35.450	12.712	27.172	59.840
39	C.II.24.1	35.440	12.857	27.197	59.370
40	C.II.24.2	35.360	12.996	27.683	59.870
41	C.III.24.1	35.600	12.658	27.288	60.040
42	C.III.24.2	35.470	12.848	27.592	59.420
43	D.I.24.1	38.720	14.798	22.458	48.170
44	D.I.24.2	38.840	14.947	22.157	48.650
45	D.II.24.1	38.870	14.836	22.187	47.910
46	D.II.24.2	38.610	14.750	22.986	48.140
47	D.III.24.1	38.560	14.828	22.191	48.270
48	D.III.24.2	38.860	14.763	22.679	47.850

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Besi mg/100g	Fosfor mg/100g	Serat g/100g	NPU	Kecernaan
1	A.I.0.1	9.835	592.470	8.550	47	75
2	A.I.0.2	9.725	592.638	8.100	48	77
3	A.II.0.1	9.519	592.549	8.250	47	75
4	A.II.0.2	9.602	592.489	8.200	49	76
5	A.III.0.1	9.721	592.357	8.050	47	77
6	A.III.0.1	9.147	592.581	8.300	47	75
7	B.I.0.1	8.474	525.867	6.000	46	67
8	B.I.0.2	8.026	525.410	5.950	44	66
9	B.II.0.1	8.214	525.797	5.710	44	66
10	B.II.0.2	8.307	525.857	6.060	45	67
11	B.III.0.1	8.214	525.872	5.900	45	65
12	B.III.0.2	8.294	525.617	6.200	46	67
13	C.I.0.1	8.929	542.314	6.500	47	72
14	C.I.0.2	8.919	541.910	6.730	45	70
15	C.II.0.1	8.992	541.982	6.300	45	71
16	C.II.0.2	9.049	542.167	6.500	47	72
17	C.III.0.1	8.804	542.202	6.200	45	70
18	C.III.0.2	8.904	541.968	6.600	47	72
19	D.I.0.1	9.433	552.339	6.900	50	74
20	D.I.0.2	9.205	552.513	6.700	48	74
21	D.II.0.1	9.218	552.667	6.830	49	75
22	D.II.0.2	9.273	552.218	7.360	48	73
23	D.III.0.1	9.418	552.128	7.000	48	73
24	D.III.0.2	9.177	552.651	6.800	49	75

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Besi mg/100g	Fosfor mg/100g	Serat g/100g	NPU	Kecernaan
25	A.I.24.1	9.791	592.396	11.850	52	83
26	A.I.24.2	9.648	592.613	11.400	54	84
27	A.II.24.1	9.484	592.689	11.620	52	84
28	A.II.24.2	9.933	592.449	11.630	53	85
39	A.III.24.1	9.680	592.562	11.370	53	83
30	A.III.24.1	9.136	592.446	11.510	54	84
31	B.I.24.1	8.422	525.950	9.400	48	74
32	B.I.24.2	8.053	525.648	9.300	48	73
33	B.II.24.1	8.206	525.954	9.954	49	74
34	B.II.24.2	8.297	526.017	9.420	50	74
35	B.III.24.1	8.181	526.052	9.360	49	72
36	B.III.24.2	8.239	525.815	9.660	50	74
37	C.I.24.1	8.893	542.472	9.850	52	79
38	C.I.24.2	8.822	542.176	9.930	51	78
39	C.II.24.1	8.703	542.045	9.650	51	78
40	C.II.24.2	8.947	542.202	9.850	52	79
41	C.III.24.1	8.799	542.397	9.650	50	78
42	C.III.24.2	8.869	542.246	9.910	52	79
43	D.I.24.1	9.375	552.351	10.458	53	83
44	D.I.24.2	9.107	552.573	10.100	52	82
45	D.II.24.1	9.169	552.610	10.110	54	84
46	D.II.24.2	9.169	552.398	10.690	52	82
47	D.III.24.1	9.403	552.239	10.460	52	53
48	D.III.24.2	9.096	552.699	10.240	53	84

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Palmitat g/100g	Stearat g/100g	Oleat g/100g	Linoleat g/100g
1	A.I.O.1	1.990	0.760	4.750	10.800
2	A.I.O.2	1.940	0.780	4.780	10.990
3	A.II.O.1	1.990	0.920	4.810	10.900
4	A.II.O.2	1.920	0.730	4.830	10.930
5	A.III.O.1	1.940	0.730	4.730	10.880
6	A.III.O.1	1.970	0.760	4.980	10.830
7	B.I.O.1	1.720	0.590	3.930	7.610
8	B.I.O.2	1.700	0.570	3.970	7.700
9	B.II.O.1	1.680	0.570	3.950	7.710
10	B.II.O.2	1.700	0.560	3.960	7.720
11	B.III.O.1	1.730	0.580	3.970	7.610
12	B.III.O.2	1.720	0.570	3.960	7.710
13	C.I.O.1	1.790	0.600	4.320	8.300
14	C.I.O.2	1.760	0.610	4.310	8.370
15	C.II.O.1	1.570	0.600	4.340	8.420
16	C.II.O.2	1.820	0.590	4.390	8.340
17	C.III.O.1	1.770	0.610	4.370	8.280
18	C.III.O.2	1.830	0.620	4.350	8.380
19	D.I.O.1	1.890	0.670	4.750	9.910
20	D.I.O.2	1.940	0.690	4.770	9.930
21	D.II.O.1	1.920	0.720	4.790	9.870
22	D.II.O.2	1.940	0.660	4.730	9.940
23	D.III.O.1	1.900	0.740	4.790	9.940
24	D.III.O.2	1.920	0.670	4.780	9.920

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Palmitat g/100g	Stearat g/100g	Oleat g/100g	Linoleat g/100g
25	A.I.24.1	1.400	0.480	3.840	8.810
26	A.I.24.2	1.360	0.510	3.860	9.050
27	A.II.24.1	1.390	0.620	3.810	8.910
28	A.II.24.2	1.320	0.460	3.820	8.940
39	A.III.24.1	1.350	0.450	3.720	8.890
30	A.III.24.1	1.370	0.490	3.800	8.840
31	B.I.24.1	1.130	0.310	2.990	5.620
32	B.I.24.2	1.160	0.290	3.040	5.730
33	B.II.24.1	1.100	0.280	3.010	5.700
34	B.II.24.2	1.190	0.270	3.030	5.710
35	B.III.24.1	1.120	0.300	3.000	5.620
36	B.III.24.2	1.130	0.280	3.020	5.720
37	C.I.24.1	1.210	0.320	3.380	6.300
38	C.I.24.2	1.180	0.330	3.370	6.370
39	C.II.24.1	1.180	0.310	3.390	6.400
40	C.II.24.2	1.240	0.300	3.440	6.350
41	C.III.24.1	1.190	0.300	3.420	6.300
42	C.III.24.2	1.240	0.320	3.400	6.380
43	D.I.24.1	1.310	0.390	3.780	7.920
44	D.I.24.2	1.350	0.400	3.830	7.940
45	D.II.24.1	1.310	0.440	3.860	7.890
46	D.II.24.2	1.340	0.390	3.770	7.930
47	D.III.24.1	1.310	0.460	3.850	7.870
48	D.III.24.2	1.330	0.300	3.840	7.940

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Treonin mg/100g	Luesin mg/100g	Isoleusin mg/100g	Valin mg/100g
1	A.I.0.1	1.378	2.783	1.736	1.711
2	A.I.0.2	1.362	2.775	1.741	1.709
3	A.II.0.1	1.369	2.785	1.734	1.708
4	A.II.0.2	1.368	2.792	1.748	1.713
5	A.III.0.1	1.371	2.784	1.736	1.706
6	A.III.0.1	1.379	2.776	1.746	1.716
7	B.I.0.1	878	2.549	1.439	1.280
8	B.I.0.2	884	2.551	1.425	1.274
9	B.II.0.1	875	2.569	1.444	1.269
10	B.II.0.2	885	2.557	1.434	1.277
11	B.III.0.1	876	2.551	1.442	1.266
12	B.III.0.2	880	2.552	1.435	1.278
13	C.I.0.1	949	2.613	1.526	1.396
14	C.I.0.2	938	2.606	1.527	1.387
15	C.II.0.1	932	2.604	1.531	1.393
16	C.II.0.2	938	2.615	1.524	1.388
17	C.III.0.1	936	2.608	1.522	1.397
18	C.III.0.2	934	2.604	1.535	1.386
19	D.I.0.1	1.283	2.753	1.680	1.613
20	D.I.0.2	1.294	2.748	1.673	1.606
21	D.II.0.1	1.280	2.750	1.670	1.613
22	D.II.0.2	1.288	2.753	1.684	1.606
23	D.III.0.1	1.286	2.748	1.691	1.613
24	D.III.0.2	1.286	2.755	1.669	1.609

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Treonin mg/100g	Leusin mg/100g	Isoleusin mg/100g	Valin mg/100g
25	A.I.24.1	1.561	2.934	1.908	1.936
26	A.I.24.2	1.547	2.924	1.907	1.929
27	A.II.24.1	1.551	2.931	1.909	1.924
28	A.II.24.2	1.550	2.943	1.908	1.931
39	A.III.24.1	1.555	2.958	1.905	1.928
30	A.III.24.1	1.560	2.928	1.909	1.927
31	B.I.24.1	1.062	2.702	1.604	1.500
32	B.I.24.2	1.064	2.704	1.591	1.490
33	B.II.24.1	1.057	2.711	1.607	1.491
34	B.II.24.2	1.070	2.703	1.601	1.497
35	B.III.24.1	1.062	2.702	1.615	1.488
36	B.III.24.2	1.067	2.708	1.602	1.495
37	C.I.24.1	1.134	2.763	1.618	1.618
38	C.I.24.2	1.126	2.761	1.604	1.604
39	C.II.24.1	1.114	2.752	1.620	1.620
40	C.II.24.2	1.122	2.764	1.609	1.609
41	C.III.24.1	1.119	2.758	1.616	1.616
42	C.III.24.2	1.119	2.757	1.608	1.608
43	D.I.24.1	1.469	2.904	1.827	1.827
44	D.I.24.2	1.478	2.899	1.835	1.833
45	D.II.24.1	1.471	2.899	1.837	1.834
46	D.II.24.2	1.470	2.909	1.836	1.828
47	D.III.24.1	1.470	2.899	1.844	1.827
48	D.III.24.2	1.470	2.907	1.836	1.821

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Lisin mg/100g	Metionin mg/100g	Fenilalanin mg/100g	Triptofan mg/100g
1	A.I.0.1	1.937	419	1.679	683
2	A.I.0.2	1.941	426	1.685	691
3	A.II.0.1	1.959	425	1.694	696
4	A.II.0.2	1.944	420	1.684	701
5	A.III.0.1	1.945	416	1.685	702
6	A.III.0.2	1.933	430	1.680	682
7	B.I.0.1	1.553	309	1.365	545
8	B.I.0.2	1.573	309	1.375	534
9	B.II.0.1	1.565	308	1.359	538
10	B.II.0.2	1.566	305	1.359	541
11	B.III.0.1	1.557	306	1.382	548
12	B.III.0.2	2.560	310	1.370	527
13	C.I.0.1	1.613	358	1.428	617
14	C.I.0.2	1.607	363	1.429	623
15	C.II.0.1	1.615	363	1.425	632
16	C.II.0.1	1.608	361	1.433	614
17	C.III.0.1	1.616	357	1.431	616
18	C.III.0.2	1.608	357	1.434	634
19	D.I.0.1	1.890	414	1.590	639
20	D.I.0.2	1.885	418	1.575	648
21	D.II.0.1	1.894	419	1.585	637
22	D.II.0.2	1.887	409	1.572	654
23	D.III.0.1	1.886	416	1.576	642
24	D.III.0.2	1.893	422	1.582	649

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Lisin mg/100g	Metionin mg/100g	Fenilalanin mg/100g	Triptofan mg/100g
25	A.I.24.1	2.043	436	1.969	776
26	A.I.24.2	2.047	448	1.972	784
27	A.II.24.1	2.046	443	1.966	789
28	A.II.24.2	2.051	436	1.976	793
39	A.III.24.1	2.048	434	1.975	795
30	A.III.24.1	2.040	448	1.967	775
31	B.I.24.1	1.657	329	1.651	640
32	B.I.24.2	1.686	331	1.653	630
33	B.II.24.1	1.667	330	1.655	632
34	B.II.24.2	1.665	323	1.663	633
35	B.III.24.1	1.664	325	1.665	641
36	B.III.24.2	1.669	329	1.659	622
37	C.I.24.1	1.717	375	1.717	715
38	C.I.24.2	1.721	381	1.722	723
39	C.II.24.1	1.720	377	1.712	729
40	C.II.24.2	1.714	376	1.723	717
41	C.III.24.1	1.720	376	1.724	712
42	C.III.24.2	1.721	375	1.716	729
43	D.I.24.1	1.998	436	1.876	739
44	D.I.24.2	1.993	435	1.858	749
45	D.II.24.1	1.994	439	1.871	739
46	D.II.24.2	1.998	426	1.858	757
47	D.III.24.1	1.991	432	1.865	746
48	D.III.24.2	1.996	438	1.872	752

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Glisin mg/100g	Alanin mg/100g	Aspartat mg/100g	Glutamat mg/100g	Prolin mg/100g
1	A.I.0.1	1.627	1.475	4.387	6.654	1.673
2	A.I.0.2	1.609	1.496	4.693	6.644	1.659
3	A.II.0.1	1.617	1.480	4.693	6.656	1.656
4	A.II.0.2	1.624	1.478	4.688	6.644	1.677
5	A.III.0.1	1.626	1.494	4.689	6.648	1.656
6	A.III.0.2	1.614	1.466	4.691	6.649	1.678
7	B.I.0.1	1.391	1.199	4.373	6.244	1.137
8	B.I.0.2	1.395	1.202	4.361	6.235	1.128
9	B.II.0.1	1.405	1.192	4.364	6.253	1.136
10	B.II.0.2	1.385	1.202	4.371	6.232	1.123
11	B.III.0.1	1.392	1.196	4.379	6.257	1.360
12	B.III.0.2	1.406	1.211	4.356	6.239	1.135
13	C.I.0.1	1.448	1.241	4.405	6.409	1.364
14	C.I.0.2	1.444	1.240	4.400	6.407	1.360
15	C.II.0.1	1.453	1.248	4.407	6.421	1.359
16	C.II.0.1	1.446	1.235	4.401	6.402	1.361
17	C.III.0.1	1.448	1.236	4.403	6.417	1.366
18	C.III.0.2	1.441	1.246	4.402	6.416	1.354
19	D.I.0.1	1.595	1.415	4.607	6.663	1.526
20	D.I.0.2	1.597	1.397	4.617	6.649	1.538
21	D.II.0.1	1.586	1.409	4.607	6.660	1.529
22	D.II.0.2	1.592	1.407	4.605	6.653	1.537
23	D.III.0.1	1.590	1.411	4.604	6.638	1.535
24	D.III.0.2	1.593	1.409	4.609	6.662	1.535

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Glisin	Alanin	Aspartat	Glutamat	Prolin
		mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
25	A.I.24.1	1.491	1.738	5.257	6.281	2.084
26	A.I.24.2	1.471	1.762	5.262	6.268	2.074
27	A.II.24.1	1.478	1.749	5.259	6.284	2.065
28	A.II.24.2	1.487	1.746	5.258	6.270	2.087
39	A.III.24.1	1.495	1.760	5.255	6.273	2.061
30	A.III.24.1	1.474	1.729	5.259	6.275	2.064
31	B.I.24.1	1.251	1.463	4.993	5.877	1.548
32	B.I.24.2	1.260	1.474	4.934	5.868	1.531
33	B.II.24.1	1.258	1.457	4.936	5.878	1.539
34	B.II.24.2	1.249	1.453	4.942	5.866	1.527
35	B.III.24.1	1.258	1.457	4.948	5.864	1.536
36	B.III.24.2	1.259	1.480	4.927	5.869	1.537
37	C.I.24.1	1.310	1.508	4.977	6.043	1.780
38	C.I.24.2	1.304	1.510	4.971	6.036	1.779
39	C.II.24.1	1.324	1.514	4.973	6.058	1.776
40	C.II.24.2	1.316	1.504	4.972	6.026	1.777
41	C.III.24.1	1.328	1.504	4.979	6.032	1.784
42	C.III.24.2	1.313	1.506	4.977	6.044	1.768
43	D.I.24.1	1.429	1.685	5.177	6.287	1.942
44	D.I.24.2	1.465	1.668	5.182	6.274	1.948
45	D.II.24.1	1.454	1.687	5.162	6.294	1.940
46	D.II.24.2	1.455	1.676	5.175	6.280	1.951
47	D.III.24.1	1.451	1.669	5.174	6.279	1.947
48	D.III.24.2	1.457	1.675	5.169	6.289	1.945

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Sistein	Tirosin	Serin	Histidin	Arginin
		mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
1	A.I.0.1	586	1.166	1.929	754	2.187
2	A.I.0.2	583	1.154	1.934	744	2.194
3	A.II.0.1	574	1.174	1.935	749	2.191
4	A.II.0.2	586	1.150	1.923	747	2.196
5	A.III.0.1	584	1.156	1.925	746	2.195
6	A.III.0.2	577	1.171	1.936	753	2.189
7	B.I.0.1	496	961	1.546	632	1.559
8	B.I.0.2	507	948	1.572	635	1.561
9	B.II.0.1	504	948	1.548	624	1.568
10	B.II.0.2	494	958	1.568	645	1.552
11	B.III.0.1	492	953	1.553	640	1.567
12	B.III.0.2	496	949	1.566	634	1.558
13	C.I.0.1	512	990	1.697	696	1.734
14	C.I.0.2	517	979	1.703	697	1.744
15	C.II.0.1	513	989	1.696	690	1.725
16	C.II.0.1	518	977	1.705	707	1.743
17	C.III.0.1	520	992	1.699	703	1.729
18	C.III.0.2	513	988	1.702	697	1.742
19	D.I.0.1	575	1.076	1.976	706	2.068
20	D.I.0.2	575	1.089	1.989	720	2.062
21	D.II.0.1	576	1.080	1.980	721	2.063
22	D.II.0.2	579	1.087	1.987	707	2.064
23	D.III.0.1	582	1.085	1.985	710	2.048
24	D.III.0.2	577	1.075	1.975	716	2.071

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

No	Kode Sampel	Sistein	Tirosin	Serin	Histidin	Arginin
		mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g
25	A.I.24.1	813	1.013	1.765	1.168	2.637
26	A.I.24.2	810	1.001	1.779	1.175	2.642
27	A.II.24.1	804	1.018	1.776	1.173	2.642
28	A.II.24.2	818	996	1.764	1.159	2.648
39	A.III.24.1	814	1.001	1.769	1.174	2.650
30	A.III.24.1	801	1.021	1.778	1.186	2.639
31	B.I.24.1	723	807	1.378	1.047	2.007
32	B.I.24.2	730	793	1.397	1.049	2.016
33	B.II.24.1	734	794	1.391	1.036	2.026
34	B.II.24.2	726	802	1.405	1.066	2.006
35	B.III.24.1	718	800	1.402	1.059	2.017
36	B.III.24.2	720	797	1.405	1.054	2.014
37	C.I.24.1	739	838	1.527	1.108	2.188
38	C.I.24.2	746	827	1.537	1.117	2.195
39	C.II.24.1	741	832	1.510	1.097	2.185
40	C.II.24.2	744	821	1.539	1.118	2.198
41	C.III.24.1	749	837	1.522	1.116	2.187
42	C.III.24.2	737	829	1.534	1.107	2.199
43	D.I.24.1	804	932	1.818	1.119	2.523
44	D.I.24.2	798	947	1.818	1.129	2.504
45	D.II.24.1	799	931	1.819	1.137	2.507
46	D.II.24.2	811	942	1.826	1.117	2.517
47	D.III.24.1	802	937	1.821	1.136	2.511
48	D.III.24.2	808	930	1.809	1.128	2.527

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

LAMPIRAN 8 : HASIL ANALISIS DATA DENGAN SERI PROGRAM STATISTIK (SPS)

```
Paket   : SPS (Seri Program Statistik)
Modul   : Anava 6 (Pilihan)
Program : Analisis Variansi 3-Jalur (Anava ABC)
Edisi   : Sutrisno Hadi dan Yuni Pamardiningsih
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
Versi IBM/IN, Hak Cipta (c) 1997 Dilindungi UU

Nama Pemilik : Tjandra Pantjajani
Nama Lembaga : Universitas Airlangga
A l a m a t  : Semolo Waru Bahari, Blok II/11, Surabaya
==============================================

Nama Peneliti : TJANDRA PANTJAJANI
Nama Lembaga  : PASCASARJANA UNAIR
Tgl. Analisis : 05-23-1997
Nama Berkas   : ANA-PLK


Nama Jalur A : JENIS SUBSTRAT
Nama Klasifikasi A1 : KEDELE
Nama Klasifikasi A2 : KEDELE + K. HIJAU (3 : 1)
Nama Klasifikasi A3 : KEDELE + K. HIJAU (4 : 1)
Nama Klasifikasi A4 : KEDELE + K. HIJAU (5 : 1)

Nama Jalur B : JENIS INOKULUM
Nama Klasifikasi B1 : UICC 116
Nama Klasifikasi B2 : UICC 128
Nama Klasifikasi B3 : UICC 116 + UICC 128

Nama Jalur C : FERMENTASI
Nama Klasifikasi C1 : 0 JAM
Nama Klasifikasi C2 : 24 JAM

Nama Variabel Terikat X1 : KADAR PROTEIN
Nama Variabel Terikat X2 : KADAR LIPID
Nama Variabel Terikat X3 : KADAR KARBOHIDRAT

Jalur A = Rekaman Nomor : 1
Jalur B = Rekaman Nomor : 2
Jalur C = Rekaman Nomor : 3

Variabel Terikat X1 = Rekaman Nomor : 4
Variabel Terikat X2 = Rekaman Nomor : 5
Variabel Terikat X3 = Rekaman Nomor : 6

Jumlah Kasus Semula :   48
Jumlah Data Hilang  :    0
Jumlah Kasus Jalan  :   48
```

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

** TABEL RANGKUMAN ANALISIS VARIANSI 3-JALUR

Sumber	Variabel	JK	db	RK	F	R^2	p
Antar A	X1	264.948	3	88.316	2,695.065	0.701	0.000
	X2	180.847	3	60.282	3,655.820	0.467	0.000
	X3	1,049.872	3	349.957	6,467.946	0.454	0.000
Antar B	X1	0.050	2	0.025	0.770	0.000	0.522
	X2	0.070	2	0.035	2.121	0.000	0.140
	X3	0.180	2	0.090	1.664	0.000	0.209
Antar C	X1	111.599	1	111.599	3,405.586	0.295	0.000
	X2	205.522	1	205.522	12,463.850	0.531	0.000
	X3	1,261.674	1	1,261.674	23,318.380	0.545	0.000
Inter AB	X1	0.252	6	0.042	1.280	0.001	0.303
	X2	0.095	6	0.016	0.956	0.000	0.524
	X3	0.371	6	0.062	1.142	0.000	0.369
Inter AC	X1	0.141	3	0.047	1.439	0.000	0.256
	X2	0.016	3	0.005	0.329	0.000	0.806
	X3	0.247	3	0.082	1.524	0.000	0.233
Inter BC	X1	0.082	2	0.041	1.255	0.000	0.303
	X2	0.032	2	0.016	0.962	0.000	0.601
	X3	0.241	2	0.120	2.223	0.000	0.129
Inter ABC	X1	0.090	6	0.015	0.459	0.000	0.832
	X2	0.082	6	0.014	0.825	0.000	0.563
	X3	0.168	6	0.028	0.518	0.000	0.790
Galat	X1	0.786	24	0.033	--	--	--
	X2	0.396	24	0.016	--	--	--
	X3	1.299	24	0.054	--	--	--
Total	X1	377.949	47	--	--	--	--
	X2	387.060	47	--	--	--	--
	X3	2,314.051	47	--	--	--	--

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

** TABEL STATISTIK INDUK

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX²	Rerata	SB
A1	X1	12	458.720	17,561.910	38.227	1.554
	X2	12	226.281	4,317.146	18.857	2.137
	X3	12	278.362	6,778.285	23.197	5.403
A2	X1	12	389.190	12,654.400	32.433	1.706
	X2	12	165.771	2,342.654	13.814	2.188
	X3	12	425.273	15,392.730	35.439	5.405
A3	X1	12	407.890	13,890.940	33.991	1.550
	X2	12	177.971	2,690.969	14.831	2.164
	X3	12	390.126	13,003.630	32.511	5.397
A4	X1	12	446.650	16,652.680	37.221	1.595
	X2	12	202.768	3,478.080	16.897	2.171
	X3	12	331.347	9,450.492	27.612	5.233
B1	X1	16	568.190	20,300.710	35.512	2.866
	X2	16	257.075	4,263.803	16.067	2.981
	X3	16	473.763	14,814.930	29.610	7.242
B2	X1	16	566.960	20,218.670	35.435	2.926
	X2	16	258.454	4,300.605	16.153	2.895
	X3	16	476.147	14,925.290	29.759	7.097
B3	X1	16	567.300	20,240.560	35.456	2.901
	X2	16	257.262	4,264.441	16.079	2.921
	X3	16	475.198	14,884.920	29.700	7.172
C1	X1	24	814.630	27,787.780	33.943	2.439
	X2	24	436.057	8,012.052	18.169	1.971
	X3	24	835.599	29,622.380	34.817	4.799
C2	X1	24	887.820	32,972.150	36.992	2.373
	X2	24	336.734	4,816.797	14.031	2.002
	X3	24	589.309	15,002.750	24.563	4.767
A1B1	X1	4	152.850	5,849.755	38.213	1.730
	X2	4	75.308	1,436.339	18.827	2.484
	X3	4	92.494	2,247.422	23.124	6.018

(bersambung)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX²	Rerata	SB
A1B2	X1	4	152.990	5,860.750	38.247	1.757
	X2	4	75.535	1,441.681	18.884	2.258
	X3	4	92.617	2,249.190	23.154	5.908
A1B3	X1	4	152.880	5,851.402	38.220	1.666
	X2	4	75.438	1,439.126	18.860	2.338
	X3	4	93.251	2,281.674	23.313	5.993
A2B1	X1	4	130.600	4,276.666	32.650	2.047
	X2	4	54.994	773.222	13.749	2.390
	X3	4	141.714	5,127.182	35.428	5.957
A2B2	X1	4	129.280	4,187.947	32.320	1.791
	X2	4	55.552	789.587	13.888	2.455
	X3	4	141.842	5,134.724	35.461	5.914
A2B3	X1	4	129.310	4,189.792	32.328	1.782
	X2	4	55.225	779.845	13.806	2.408
	X3	4	141.717	5,130.820	35.429	6.052
A3B1	X1	4	135.940	4,628.928	33.985	1.733
	X2	4	58.958	887.162	14.740	2.460
	X3	4	129.735	4,319.160	32.434	6.093
A3B2	X1	4	135.830	4,620.780	33.958	1.667
	X2	4	59.811	910.800	14.953	2.342
	X3	4	130.174	4,340.642	32.544	5.897
A3B3	X1	4	136.120	4,641.233	34.030	1.739
	X2	4	59.202	893.007	14.801	2.366
	X3	4	130.217	4,343.831	32.554	5.908
A4B1	X1	4	148.800	5,545.361	37.200	1.826
	X2	4	67.815	1,167.081	16.954	2.406
	X3	4	109.820	3,121.168	27.455	5.946
A4B2	X1	4	148.860	5,549.190	37.215	1.767
	X2	4	67.556	1,158.537	16.889	2.421
	X3	4	111.514	3,200.731	27.879	5.534
A4B3	X1	4	148.990	5,558.132	37.247	1.696
	X2	4	67.397	1,152.463	16.849	2.372
	X3	4	110.013	3,128.595	27.503	5.856

(bersambung)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX²	Rerata	SB
A1C1	X1	6	220.470	8,101.315	36.745	0.170
	X2	6	125.387	2,620.381	20.898	0.113
	X3	6	170.209	4,828.706	28.368	0.194
A1C2	X1	6	238.250	9,460.592	39.708	0.127
	X2	6	100.894	1,696.765	16.816	0.182
	X3	6	108.153	1,949.579	18.025	0.116
A2C1	X1	6	184.910	5,698.678	30.818	0.109
	X2	6	95.435	1,518.115	15.906	0.168
	X3	6	243.650	9,894.654	40.608	0.295
A2C2	X1	6	204.280	6,955.727	34.047	0.367
	X2	6	70.336	824.539	11.723	0.051
	X3	6	181.623	5,498.072	30.271	0.225
A3C1	X1	6	195.060	6,341.474	32.510	0.121
	X2	6	101.389	1,713.354	16.898	0.115
	X3	6	226.051	8,516.594	37.675	0.130
A3C2	X1	6	212.830	7,549.467	35.472	0.078
	X2	6	76.582	977.615	12.764	0.172
	X3	6	164.075	4,487.039	27.346	0.233
A4C1	X1	6	214.190	7,646.316	35.698	0.134
	X2	6	113.846	2,160.202	18.974	0.100
	X3	6	195.689	6,382.427	32.615	0.113
A4C2	X1	6	232.460	9,006.366	38.743	0.135
	X2	6	88.922	1,317.879	14.820	0.071
	X3	6	135.658	3,068.065	22.610	0.420
B1C1	X1	8	271.440	9,253.859	33.930	2.504
	X2	8	145.382	2,673.870	18.173	2.134
	X3	8	278.463	9,869.960	34.808	5.032
B1C2	X1	8	296.750	11,046.850	37.094	2.369
	X2	8	111.693	1,589.933	13.962	2.088
	X3	8	195.300	4,944.970	24.412	5.031

(bersambung)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX²	Rerata	SB
B2C1	X1	8	271.420	9,254.472	33.927	2.560
	X2	8	145.626	2,678.619	18.203	1.991
	X3	8	278.315	9,859.936	34.789	5.036
B2C2	X1	8	295.540	10,964.200	36.942	2.569
	X2	8	112.828	1,621.986	14.104	2.095
	X3	8	197.832	5,065.350	24.729	4.974
B3C1	X1	8	271.770	9,279.451	33.971	2.594
	X2	8	145.049	2,659.563	18.131	2.058
	X3	8	278.821	9,892.484	34.853	4.998
B3C2	X1	8	295.530	10,961.110	36.941	2.503
	X2	8	112.213	1,604.878	14.027	2.101
	X3	8	196.377	4,992.434	24.547	4.956
A1B1C1	X1	2	73.430	2,695.985	36.715	0.049
	X2	2	41.951	879.953	20.976	0.099
	X3	2	56.668	1,605.655	28.334	0.154
A1B1C2	X1	2	79.420	3,153.770	39.710	0.044
	X2	2	33.357	556.386	16.679	0.203
	X3	2	35.826	641.767	17.913	0.124
A1B2C1	X1	2	73.460	2,698.225	36.730	0.198
	X2	2	41.672	868.304	20.836	0.161
	X3	2	56.541	1,598.449	28.271	0.083
A1B2C2	X1	2	79.530	3,162.525	39.765	0.121
	X2	2	33.863	573.377	16.932	0.159
	X3	2	36.076	650.740	18.038	0.038
A1B3C1	X1	2	73.580	2,707.105	36.790	0.311
	X2	2	41.764	872.124	20.882	0.089
	X3	2	57.000	1,624.602	28.500	0.319
A1B3C2	X1	2	79.300	3,144.297	39.650	0.226
	X2	2	33.674	567.002	16.837	0.181
	X3	2	36.251	657.072	18.126	0.067

(bersambung)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX²	Rerata	SB
A2B1C1	X1	2	61.790	1,909.033	30.895	0.177
	X2	2	31.626	500.188	15.813	0.294
	X3	2	81.170	3,294.333	40.585	0.220
A2B1C2	X1	2	68.810	2,367.633	34.405	0.474
	X2	2	23.368	273.033	11.684	0.037
	X3	2	60.544	1,832.849	30.272	0.248
A2B2C1	X1	2	61.550	1,894.210	30.775	0.092
	X2	2	32.026	512.846	16.013	0.116
	X3	2	81.139	3,292.132	40.570	0.603
A2B2C2	X1	2	67.730	2,293.738	33.865	0.248
	X2	2	23.526	276.741	11.763	0.071
	X3	2	60.703	1,842.591	30.352	0.405
A2B3C1	X1	2	61.570	1,895.435	30.785	0.049
	X2	2	31.783	505.081	15.892	0.036
	X3	2	81.341	3,308.189	40.671	0.098
A2B3C2	X1	2	67.740	2,294.357	33.870	0.052
	X2	2	23.442	274.764	11.721	0.021
	X3	2	60.376	1,822.631	30.188	0.016
A3B1C1	X1	2	64.980	2,111.265	32.490	0.255
	X2	2	33.735	569.042	16.868	0.128
	X3	2	75.420	2,844.100	37.710	0.107
A3B1C2	X1	2	70.960	2,517.663	35.480	0.044
	X2	2	25.223	318.120	12.612	0.142
	X3	2	54.315	1,475.060	27.158	0.019
A3B2C1	X1	2	65.030	2,114.457	32.515	0.078
	X2	2	33.958	576.601	16.979	0.168
	X3	2	75.294	2,834.617	37.647	0.151
A3B2C2	X1	2	70.800	2,506.323	35.400	0.054
	X2	2	25.853	334.198	12.927	0.098
	X3	2	54.880	1,506.025	27.440	0.344
A3B3C1	X1	2	65.050	2,115.752	32.525	0.016
	X2	2	33.696	567.711	16.848	0.035
	X3	2	75.337	2,837.877	37.669	0.212

(bersambung)

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX²	Rerata	SB
A3B3C2	X1	2	71.070	2,525.481	35.535	0.092
	X2	2	25.506	325.296	12.753	0.134
	X3	2	54.880	1,505.953	27.440	0.215
A4B1C1	X1	2	71.240	2,537.576	35.620	0.084
	X2	2	38.070	724.687	19.035	0.157
	X3	2	65.205	2,125.873	32.603	0.165
A4B1C2	X1	2	77.560	3,007.784	38.780	0.087
	X2	2	29.745	442.394	14.873	0.106
	X3	2	44.615	995.294	22.308	0.213
A4B2C1	X1	2	71.380	2,547.581	35.690	0.169
	X2	2	37.970	720.868	18.985	0.086
	X3	2	65.341	2,134.737	32.671	0.118
A4B2C2	X1	2	77.480	3,001.609	38.740	0.184
	X2	2	29.586	437.669	14.793	0.061
	X3	2	46.173	1,065.993	23.087	0.142
A4B3C1	X1	2	71.570	2,561.159	35.785	0.162
	X2	2	37.806	714.647	18.903	0.000
	X3	2	65.143	2,121.817	32.572	0.108
A4B3C2	X1	2	77.420	2,996.973	38.710	0.213
	X2	2	29.591	437.816	14.796	0.046
	X3	2	44.870	1,006.778	22.435	0.345
Total	X1	48	1,702.450	60,759.940	35.468	2.836
	X2	48	772.791	12,828.850	16.100	2.870
	X3	48	1,425.108	44,625.140	29.690	7.017

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

** UJI-t ANTAR

Sumber	X1	X2	X3
A1-A2	78.403	96.187	-128.921
p	0.000	0.000	0.000
A1-A3	57.317	76.794	-98.078
p	0.000	0.000	0.000
A1-A4	13.610	37.377	-46.497
p	0.000	0.000	0.000
A2-A3	-21.086	-19.393	30.843
p	0.000	0.000	0.000
A2-A4	-64.793	-58.811	82.424
p	0.000	0.000	0.000
A3-A4	-43.706	-39.418	51.581
p	0.000	0.000	0.000

p = dua-ekor.

** UJI-t ANTAR

Sumber	X1	X2	X3
B1-B2	1.201	-1.898	-1.812
p	0.240	0.067	0.079
B1-B3	0.869	-0.257	-1.091
p	0.602	0.795	0.286
B2-B3	-0.332	1.641	0.721
p	0.742	0.110	0.516

p = dua-ekor.

** UJI-t ANTAR

Sumber	X1	X2	X3
C1-C2	-58.357	111.642	152.704
p	0.000	0.000	0.000

p = dua-ekor.

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA

IR PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS AIRLANGGA