

DITERBITKAN UNTUK

UJIAN TAHAP II

DISERTASI

PENGARUH KOMPLEMENTASI AMPAS TAHU
DENGAN BEKATUL BERAS, BEKATUL JAGUNG,
TERHADAP MUTU TEMPE GEMBUS
OLEH DUA JENIS RHIZOPUS

lek
Dis M. 10/02
Fat
P



MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

SITI NURUL FATIMAH

PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA

1998

**PENGARUH KOMPLEMENTASI AMPAS TAHU
DENGAN BEKATUL BERAS, BEKATUL JAGUNG,
TERHADAP MUTU TEMPE GEMBUS
OLEH DUA JENIS RHIZOPUS**

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 :

SITI NURUL FATIMAH

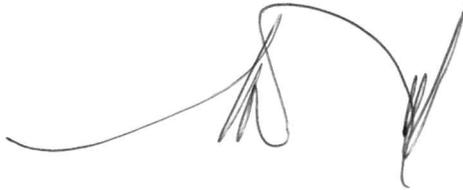
NIM : 099311501 D

LEMBAR PENGESAHAN

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

Oleh :

Promotor



**Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr
NIP. 130 122 377**

Ko-Promotor



**Prof. Dr. Indrawati Gandjar
NIP. 140 018 788**

Promotor : Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr.

Ko-Promotor : Prof. Dr. Indrawati Gandjar

Telah diuji pada Ujian Tahap I

Tanggal 16 Juni 1998

PANITIA PENGUJI DISERTASI

Ketua : Prof. Sri Utari Purnomo S, dr.

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

2. Prof. Soemadi, Drs. Apt.

3. Prof. Purnomo Suryohudoyo, 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 : 4757/J03/PP/1998

Tanggal : 25 Juni 1998

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama-tama saya panjatkan puji syukur kehadirat Allah yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga disertasi ini dapat diselesaikan.

Saya ucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Pemerintah Republik Indonesia c.q. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan melalui Team Managemen Program Doktor yang telah memberikan bantuan finansial, sehingga meringankan beban saya dalam menyelesaikan disertasi ini.

Dengan selesainya disertasi ini, perkenankanlah saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

Rektor Universitas Airlangga yang hingga pertengahan pendidikan saya dijabat oleh Prof. H. Bambang Rahino Setokoesoemo, dr., yang kemudian dijabat oleh Prof. H. Soedarto, dr.,DTM&H.,Ph.D, atas kesempatan dan fasilitas yang diberikan kepada saya 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 pada saya untuk mengikuti pendidikan Program Doktor, dan memberikan bantuan TMPD selama pendidikan.

Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr., selaku promotor, yang selalu mendorong semangat, memberi pengarahan dan

membimbing saya dengan penuh kesabaran, semenjak saya menempuh program magister, dan kemudian program doktor telah memberikan banyak bekal dan suri tauladan kepada saya.

Prof.Dr. Indrawati Gandjar, sebagai kopromotor, telah memberikan bimbingan, masukan dan arahan, yang sangat bermanfaat. Tanpa itu semua mustahil disertasi ini akan terwujud.

Koordinator Kopertis Wilayah VIII Ir. Bagus Ketut Lodji, MS., di Denpasar atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mengikuti pendidikan program Doktor.

Rektor Universitas Mahasaraswati, Dr. I Gusti Made Tamba di Denpasar atas kesempatan yang diberikan kepada saya untuk mengikuti pendidikan program Doktor.

Dr. Geertruida Sihombing, MSc., dan Kuntoro, dr., MPH. Dr.PH., selaku konsultan Program Doktor yang memberikan bimbingan, arahan dalam analisis kimia dan analisis data.

Tim penguji usulan disertasi yang terdiri dari Prof. Purnomo Suryohudoyo, dr., Prof.Dr. Indrawati Gandjar, Prof. H.A. Soeparmono, M.Sc., Prof. Sumadi, Drs.Apt., Prof. Sri Utari Purnomo, dr., Dr. Ami Suwandi J.S., Drs.Apt, Kuntoro dr., MPH. Dr.PH., yang telah memberikan arahan, masukan serta rekomendasi sehingga penelitian dalam rangka penyusunan disertasi ini dapat dilaksanakan.

Kepala Laboratorium Gizi Departemen Kesehatan beserta staf di Jakarta, yang telah memberikan fasilitas untuk analisis kimia. Drs. Wagiran Djarot Sudiro, laboratorium mikrobiologi RSUD Dr. Soetomo Surabaya yang telah membantu

melakukan uji patogenisitas. Kepala Balai Penelitian dan Pengembangan Industri beserta staf di Surabaya, yang telah membantu melakukan uji organoleptik. Ibu Dra. Roosmaningsih Koesno, yang telah memberi ijin dan fasilitas untuk pembuatan sampel. Kepala laboratorium biologi Universitas Mahasaraswati beserta staf di Denpasar yang telah membantu dan memberikan fasilitas untuk penelitian pendahuluan.

Para dosen Program Doktor, Prof. Abdoel Gani, SH., MS., Prof. Abdoelbasir, Drs., Prof. Soemadi, Drs.Apt., Prof.Dr. H.J. Glinka, Prof. H.A. Soeparmo, Drs., MS., Prof.Dr. Indrawati Gandjar, Dr. M.Zainuddin, Drs.Apt., Dr. Ami Soewandi J.S, Drs.Apt., Dr. Gunawan Indrajanto, Drs.Apt., Dr. Susanti, dr. Bambang Wiryadmadi, MS.,MCN, Ph.D., dr.Widodo JP, MS, MPH, Dr.PH., Dr. Sarmanu, drh., MS., yang telah memberikan bekal ilmu pada waktu saya mengikuti Program Doktor. Demikian juga saya sampaikan kepada semua guru sejak guru TK, SD, SMP, SMA, Perguruan Tinggi, atas bimbingan dan bekal ilmu yang telah diberikan kepada saya.

Kepada ayah (almarhum) dan ibu yang telah mengasuh, mendidik dengan penuh kesabaran, saya merasa sangat berhutang budi. Tidak ada balasan lain yang dapat saya persembahkan kecuali doa semoga Allah selalu mengampuni segala dosanya dan membalas amal budinya. Amin.

Penghargaan dan terima kasih saya sampaikan kepada seluruh keluarga, kakak dan adai-k-adik. Terutama kakak Dra. Roosmaningsih Koesno yang telah memberi dorongan semangat,

nasehat, fasilitas, mulai saya mengikuti pendidikan S1 sampai S3. Semoga Allah membalas amal budinya. Amin.

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

RINGKASAN

Tempe gembus merupakan salah satu jenis tempe yang ada di Indonesia. Tempe gembus banyak penggemarnya terutama masyarakat ekonomi lemah. Bahan dasar tempe gembus adalah ampas tahu.

Mutu gizi tempe gembus yang rendah, perlu ditingkatkan. Salah satu alternatif meningkatkan mutu gizi tempe gembus ialah dengan cara mengkomplementasi ampas tahu dengan bahan lain, yaitu bekatul beras atau bekatul jagung.

Penelitian ini meneliti pengaruh komplementasi ampas tahu dengan bekatul beras, bekatul jagung, terhadap mutu tempe gembus oleh dua jenis *Rhizopus*. Mutu tempe gembus diukur secara organoleptik, dan berdasarkan kandungan zat gizinya (kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, Fe, P, serat, NPU, pencernaan, asam amino dan asam lemak).

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

Berdasarkan hasil penelitian, substrat ampas tahu yang dikomplementasi dengan bekatul beras, bekatul jagung, atau campuran bekatul beras + bekatul jagung, mempunyai komposisi zat gizi yang lebih tinggi dibandingkan substrat ampas tahu tanpa dikomplementasi.

Tiga jenis inokulum yang diuji kemampuannya untuk

menghasilkan tempe gembus yang baik adalah UICC 116, UICC 128, dan UICC 116 + UICC 128 (1:1). Ketiga jenis inokulum tersebut mempunyai kemampuan yang sama dalam menghasilkan tempe gembus yang baik.

Selama fermentasi berlangsung (0 - 26 jam) terjadi berbagai perubahan dalam substrat. Kadar protein meningkat, karena kapang mensintesis protein untuk pertumbuhannya. Kadar asam amino esensial, nonesensial, dan asam amino total meningkat, karena akan digunakan kapang untuk mensintesis protein. Kadar lipid menurun, karena lipid total dihidrolisis oleh enzim lipase yang dihasilkan kapang, sehingga terbentuk asam lemak bebas. Kadar asam lemak menurun, karena asam-asam lemak tersebut digunakan sebagai sumber energi oleh *Rhizopus*. Kadar karbohidrat menurun, karena karbohidrat digunakan oleh kapang sebagai sumber karbon dan sebagai sumber energi utama.

Kadar vitamin B1 juga meningkat, mungkin karena kapang mensintesis senyawa tersebut untuk keperluan metabolisme karbohidrat.

Kadar Fe dan P tetap, karena kapang hanya mampu mengubah kelarutannya.

Kadar serat mengalami peningkatan, karena adanya pertumbuhan miselium kapang, dan terbentuknya spora.

NPU dan pencernaan protein meningkat, karena protein dihidrolisis oleh protease dari kapang, sehingga terbentuk peptida-peptida dan asam amino, yang kelarutannya lebih besar dibandingkan protein.

Nilai organoleptik tempe gembus dengan substrat ampas tahu + bekatul jagung (1:1) tertinggi dibandingkan tempe gembus dengan substrat yang lain.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tempe gembus substrat ampas tahu + bekatul jagung (1:1) dengan inokulum UICC 116, UICC 128 atau UICC 116 + UICC 128 (1:1), mempunyai mutu gizi dan nilai organoleptik yang lebih baik dibandingkan dengan tempe gembus jenis lainnya.

ABSTRACT

Key words : complementation, *Rhizopus* moulds, solid residue of tofu production, *tempe gembus* quality

Tofu is a food product made from soybeans widely consumed in Indonesia. The production of tofu leaves a solid residue which still has some nutritive value albeit rather low. This residue is often further processed to produce another food product called " *tempe gembus*" a fermentation product of a mold of the genus *Rhizopus*.

Tempe gembus is also widely consumed but since it is made from tofu residue, its nutritive value is also low. To increase its nutritive value and perhaps also its quality other products could be added such as rice or corn bran.

This research is to study the effect of adding rice and corn bran and the use of two *Rhizopus* species (*R. microsporus* var. *oligosporus* UICC 116 and *R. oryzae* UICC 128) on the quality of *tempe gembus*.

Four kinds of substrates were prepared : A1 (tofu residue without any addition), A2 (tofu residue + rice bran 1:1), A3 (tofu residue + corn bran 1:1), and A4 (tofu residue + rice bran + corn bran 2:1:1). Each substrate were fermented using a kinds of inocula ; B1 (UICC 116), B2 (UICC 128), and B3 (UICC 116 + UICC 128 1:1). The fermentation period was 26 hours. The resulting fermentation products were evaluated on its organoleptic and nutritive values

(protein, lipid, carbohydrate, vitamin B1, iron, phosphor, fibre, NPU, digestibility, amino acids, and fatty acids).

Data on nutritive value were analyzed using a 3-way Anova followed by multiple t-test while organoleptic data were analyzed using Friedman test followed by multiple comparison test. The level of significance $\alpha = 0.05$.

The best nutritive and organoleptic value were obtained from substrate A3 (tofu residue + corn bran 1:1) using any of the 3 inocula (UICC 116, UICC 128 or UICC 1116 + UICC 128 1:1).

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
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
2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Ampas tahu	9
2.1.1 Cara mendapatkan ampas tahu	9
2.1.2 Komposisi kimia ampas tahu	9
2.2 Bekatul beras	13
2.2.1 Cara mendapatkan bekatul beras	15
2.2.2 Komposisi kimia bekatul beras	15
2.3 Bekatul jagung	18
2.3.1 Cara mendapatkan bekatul jagung	18
2.3.2 Komposisi kimia bekatul jagung	18
2.4 Fermentasi dan teknologi pembuatan tempe gembus	22
2.4.1 Inokulum untuk pembuatan tempe	22

2.4.2	Substrat	31
2.4.3	Kondisi lingkungan	32
2.4.4	Teknologi pembuatan tempe gembus	33
2.5	Mutu bahan pangan	36
3.	KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN	40
3.1	Kerangka konseptual penelitian	40
3.2	Hipotesis penelitian	42
4.	METODE PENELITIAN	44
4.1	Rancangan penelitian	44
4.2	Variabel penelitian	46
4.2.1	Klasifikasi variabel	46
4.2.2	Definisi operasional variabel	46
4.3	Bahan penelitian	48
4.4	Alat penelitian	49
4.5	Lokasi dan waktu penelitian	49
4.5.1	Penelitian pendahuluan	49
4.5.2	Penelitian eksperimen	50
4.5.3	Uji organoleptik	50
4.6	Prosedur pengumpulan data	52
4.7	Teknik analisis data	52
4.7.1	Analisis data skala rasio	52
4.7.2	Analisis data skala ordinal	53
5.	HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN	55
5.1	Hasil penelitian	55
5.1.1	Perubahan fisis	55
5.1.2	Perubahan biokimia	56

5.2 Analisis hasil penelitian	61
5.2.1 Analisis data skala rasio	61
5.2.2 Analisis data skala ordinal	82
6. PEMBAHASAN	92
6.1 Pengaruh jenis substrat	92
6.2 Pengaruh jenis inokulum	93
6.3 Pengaruh fermentasi	93
6.3.1 Kadar protein	94
6.3.2 Kadar asam amino esensial, nonesensial, asam amino total	95
6.3.3 Kadar lipid	96
6.3.4 Kadar asam lemak	96
6.3.5 Kadar karbohidrat	97
6.3.6 Kadar vitamin B1	98
6.3.7 Kadar mineral	99
6.3.8 Kadar serat	99
6.3.9 NPU dan pencernaan	100
6.3.10 Nilai organoleptik	103
7. SIMPULAN DAN SARAN	106
7.1 Simpulan	106
7.2 Saran	107
DAFTAR ACUAN	109
LAMPIRAN	117

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 : Komposisi kimia ampas tahu dalam 100 g bahan makanan yang dapat dimakan	10
Tabel 2.2 : Komposisi asam amino ampas tahu dalam 100g bahan kering	12
Tabel 2.3 : Komposisi kimia bekatul beras dalam 100 g bahan	15
Tabel 2.4 : Asam amino pada bekatul beras dalam 100g bahan kering	17
Tabel 2.5 : Komposisi kimia bekatul jagung dalam 100g bahan	19
Tabel 2.6 : Asam amino penyusun protein pada bekatul jagung dalam 100g bahan	21
Tabel 2.7 : Pola susunan asam amino esensial yang sementara disarankan FAO/WHO	38
Tabel 5.1 : Kadar rata - rata protein, lipid, karbohidrat dalam g/100g bahan kering	57
Tabel 5.2 : Kadar rata-rata vitamin B1 (mcg/100 g bahan kering) Fe dan P (mg/100 g bahan kering)	57
Tabel 5.3 : Kadar rata-rata serat (g/100g bahan kering), NPU, pencernaan	58
Tabel 5.4 : Kadar rata-rata asam palmitat, asam stearat, asam oleat dan asam linoleat dalam g/100g bahan kering	58
Tabel 5.5 : Kadar rata-rata asam amino esensial, asam amino nonsensial, asam amino total dalam mg/100g bahan kering	59
Tabel 5.6 : Kadar rata-rata masing-masing jenis asam amino esensial dalam mg/100g bahan kering	60
Tabel 5.7 : Kadar rata-rata masing-masing jenis asam amino nonesensial dalam mg/100g bahan kering	60

Tabel 5.8	: Hasil uji F antar jenis substrat	61
Tabel 5.9	: Hasil uji t Ganda antar jenis substrat	62
Tabel 5.10	: Hasil uji F antar jenis inokulum	64
Tabel 5.11	: Hasil uji t Ganda antar jenis inokulum	65
Tabel 5.12	: Hasil uji F antar fermentasi	66
Tabel 5.13	: Hasil uji t Ganda antar fermentasi	67
Tabel 5.14	: Hasil uji F interaksi jenis substrat dengan jenis inokulum	79
Tabel 5.15	: Hasil uji F interaksi jenis substrat dengan fermentasi	80
Tabel 5.16	: Hasil uji F interaksi jenis inokulum dengan fermentasi	81
Tabel 5.17	: Hasil uji F interaksi jenis substrat \times jenis inokulum \times fermentasi	83
Tabel 5.18	: Hasil uji beda jenjang Friedman	85
Tabel 5.19	: Hasil uji perbandingan berganda tekstur tempe gembus	86
Tabel 5.20	: Hasil uji perbandingan berganda penampilan fisik tempe gembus	87
Tabel 5.21	: Hasil uji perbandingan berganda rasa tempe gembus	88
Tabel 5.22	: Hasil uji perbandingan berganda tingkat kesukaan terhadap tempe gembus	89
Tabel 6.1	: Komposisi zat gizi tempe gembus (substrat ampas tahu), tempe gembus (substrat ampas tahu + bekatul jagung 1:1), dan tempe kedele dalam 100g bahan kering	102

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 : Struktur biji padi	14
Gambar 2.2 : Struktur biji jagung	20
Gambar 2.3 : <i>Rhizopus microsporus</i> var. <i>oligosporus</i> UICC 116 pada PDA (30 ^o C)	28
Gambar 2.4 : <i>Rhizopus oryzae</i> UICC 128 pada PDA (30 ^o C)	29
Gambar 2.5 : Bagan alir teknologi pembuatan tempe gembus	34
Gambar 2.6 : Hubungan asam amino terhadap mutu protein campuran	39
Gambar 3.1 : Model kerangka konseptual penelitian	42
Gambar 4.1 : Rancangan penelitian faktorial 4x3x2	44
Gambar 4.2 : Prosedur penelitian eksperimen	51
Gambar 5.1 : Perbandingan perubahan protein, lipid, karbohidrat dengan substrat yang berbeda	68
Gambar 5.2 : Perbandingan perubahan vitamin B1, dengan substrat yang berbeda	69
Gambar 5.3 : Perbandingan perubahan besi, fosfor dengan substrat yang berbeda	69
Gambar 5.4 : Perbandingan perubahan serat, NPU, pencernaan dengan substrat yang berbeda	70
Gambar 5.5 : Perbandingan perubahan asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat dengan substrat yang ber- berbeda	70
Gambar 5.6 : Perbandingan perubahan asam amino esensial, asam amino nonesensial, asam amino total dengan substrat yang ber- beda	71
Gambar 5.7 : Perbandingan perubahan treonin, leusin, isoleusin, valin, dengan substrat yang berbeda	71

Gambar 5.8	: Perbandingan perubahan lisin, metionin, fenilalanin, triptofan dengan substrat yang berbeda	72
Gambar 5.9	: Perbandingan perubahan tirosin, alanin, aspartat, glutamat, glisin, dengan substrat yang berbeda	72
Gambar 5.10	: Perbandingan perubahan prolin, serin, sistein, arginin, histidin, dengan substrat yang berbeda	73
Gambar 5.11	: Perbandingan perubahan protein, lipid, karbohidrat, dengan dengan inokulum yang berbeda	73
Gambar 5.12	: Perbandingan perubahan vitamin B1, dengan inokulum yang berbeda	74
Gambar 5.13	: Perbandingan perubahan besi, fosfor dengan inokulum yang berbeda	74
Gambar 5.14	: Perbandingan perubahan serat, NPU, pencernaan, dengan inokulum yang berbeda	75
Gambar 5.15	: Perbandingan perubahan asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat, dengan inokulum yang berbeda	75
Gambar 5.16	: Perbandingan perubahan asam amino esensial, asam amino nonesensial, asam amino total, dengan inokulum yang berbeda	76
Gambar 5.17	: Perbandingan perubahan treonin, leusin, isoleusin, valin, dengan inokulum yang berbeda	76
Gambar 5.18	: Perbandingan perubahan lisin, metionin, fenilalanin, riptofan, dengan inokulum yang berbeda	77
Gambar 5.19	: Perbandingan perubahan tirosin, alanin, aspartat, glutamat, glisin, dengan inokulum yang berbeda	77
Gambar 5.20	: Perbandingan perubahan prolin, serin, sistein, arginin, histidin, dengan inokulum yang berbeda	78

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 : Foto-foto tempe hasil penelitian	117
Lampiran 2 : Angket (alat uji organoleptik)	125
Lampiran 3 : Syarat-syarat panelis terlatih di Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Surabaya	127
Lampiran 4 : Data operasional alat	128
Lampiran 5 : Cara menghitung NPU dan pencernaan	130
Lampiran 6 : Data hasil penelitian zat gizi tempe gembus	132
Lampiran 7 : Hasil analisis data menggunakan Seri Program Statistik	146

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Asia dikenal sebagai gudang kebudayaan kuno, sastra, dan ilmu pengetahuan. Demikian pula untuk bioteknologi fermentasi bagi berbagai jenis makanan. Berbagai ahli di bidang mikrobiologi, khususnya ahli fermentasi, sependapat bahwa Indonesia merupakan salah satu negara terkaya di dunia di bidang makanan terfermentasi. Salah satu produk fermentasi yang mempunyai potensi tinggi di Indonesia adalah tempe (Hermana & Sutedja, 1971; Saono, 1974).

Di Indonesia, selain tempe kedele juga dikenal variasi berbagai macam tempe, yaitu dengan memanfaatkan apa yang bisa dimanfaatkan, misalnya dari ampas kelapa, bungkil kelapa, ampas tahu, bungkil kacang tanah, maupun dari berbagai jenis koro dan kacang-kacangan lainnya. Di antara variasi tempe yang dikenal di Indonesia, tempe gembus termasuk jenis tempe yang banyak penggemarnya, terutama dari golongan masyarakat ekonomi lemah. Bahan dasar tempe gembus adalah ampas tahu (Ko Swan Djien & Hesseltine, 1961; Gandjar & Hermana, 1973).

Di luar negeri, selain dari biji-biji kedele, orang pernah mencoba membuat sejenis tempe dari jenis biji-bijian lainnya, seperti dari *wheat*, *barley*, dan beras (Arbianto, 1975).



Ampas tahu merupakan sisa pengolahan industri tahu. Ampas tahu di Indonesia cukup besar jumlahnya, tetapi hanya sebagian kecil yang sudah dimanfaatkan. Dengan diolahnya ampas tahu menjadi tempe gembus melalui proses fermentasi akan meningkatkan daya terima masyarakat terhadap bahan sisa yang tidak lezat dan tidak menarik (Gandjar & Slamet, 1972). Dipandang dari sudut ekologi, teknologi tempe gembus mempunyai arti penting dalam menangani masalah limbah industri pangan di Indonesia.

Seratus gram ampas tahu mengandung 5 g protein; 2,1 g lemak; 8,1 g karbohidrat total. Di dalamnya juga terkandung 4,1 g serat; 0,06 mg thiamin; 460 mg Ca; 88 mg fosfor (Slamet & Tarwotjo, 1980). Protein ampas tahu mempunyai faktor pembatas, yaitu kekurangan asam amino metionin (kadarnya 77,67 mg/100g ampas tahu) dan asam amino sistein (kadarnya 114,82 mg/100g ampas tahu) (Nurul, 1993). Dengan demikian, protein ampas tahu selain kadarnya rendah kualitasnya juga rendah.

Diketahui bahwa : bila dua jenis protein yang memiliki jenis asam amino esensial pembatas yang berbeda dikonsumsi bersama-sama maka kekurangan asam amino dari satu protein dapat ditutupi oleh asam amino sejenis yang berlebihan pada protein lain (Winarno, 1991).

Untuk menanggulangi masalah rendahnya mutu protein khususnya serta mutu gizi tempe gembus pada umumnya dapat diambil alternatif mengkomplementasi bahan baku tempe gembus, yaitu ampas tahu, dengan bahan lain yang mempunyai kandungan asam amino metionin dan sistein lebih tinggi dari kandungan asam amino metionin dan sistein ampas tahu.

Selain untuk meningkatkan mutu protein, komplementasi bahan baku dengan bahan lain mempengaruhi daya terima masyarakat terhadap produk yang dihasilkan (Vaidehi, et al., 1985).

Ampas tahu, seperti telah diuraikan di atas mengandung 4,1 g serat/100g bahan. Ditinjau dari segi kesehatan kandungan serat yang terdapat dalam ampas tahu sangat menguntungkan. Diet rendah kolesterol dan rendah protein hewani, serta tinggi serat, tinggi asam lemak tak jenuh dan tinggi protein nabati cenderung menurunkan kadar kolesterol darah pada keadaan hiperkolesterolemia (Ikeda, et al., 1989)

Bekatul beras merupakan hasil samping dari produksi beras. Komposisi zat gizi bekatul beras (% bahan kering) : Protein 10,80%; lemak 2,90%; serat kasar 4,90%; bahan ekstrak non N₂ 56,24% (Somaatmadja, 1977).

Bekatul jagung juga merupakan hasil samping produksi beras jagung. Komposisi zat gizi bekatul jagung terdiri dari : protein 8,2-10,2%; lemak 4,2-5,6%; karbohidrat 56,2-60,0% (Dei, 1980).

Pada tahun 1985 Wahyuningsih melakukan penelitian terhadap tempe gembus campuran ampas tahu + bekatul beras, tetapi penelitian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh pencampuran bekatul terhadap kadar thiamin tempe gembus yang dihasilkan.

Bekatul beras dan bekatul jagung berasal dari serealia. Serealia mempunyai asam amino pembatas lisin, sedangkan asam amino metionin dan sisteinnya bukan merupakan asam amino pembatas (Winarno, 1991).

Nilai gizi bekatul jagung, bila dibandingkan dengan nilai gizi bekatul beras tidak jauh berbeda, dan di daerah-daerah lahan kering, bekatul jagung lebih mudah didapat.

Berdasarkan pertimbangan-pertimbangan tersebut, maka di dalam penelitian ini akan digunakan dua macam bahan komplemen yaitu bekatul beras dan bekatul jagung.

Dalam pembuatan tempe, biasanya bahan dasar dicampur dengan laru tempe atau disebut juga bibit tempe. Laru tempe adalah sediaan spora kapang tempe yang disimpan dengan menggunakan suatu medium. Laru yang banyak digunakan pada pembuatan tempe secara tradisional terdiri dari miselia dan spora yang melekat pada daun yang berbulu seperti daun waru (*Hibiscus similis*) atau daun jati (*Tectona grandis*).

Mikroorganisme yang berperan dalam laru tempe, adalah *Rhizopus* sp. Hifa kapang tempe ini mampu menembus serta menjalin butir-butir substrat sehingga menghasilkan bahan

makanan yang kompak. Di samping menjalin, miselium kapang tersebut dengan pertolongan enzim yang diproduksinya, menyebabkan terjadinya perombakan-perombakan, baik secara fisis maupun kimia, yang tidak saja membuat tempe menjadi makanan yang bergizi, tetapi juga dianggap lebih mudah dicerna daripada bahan dasarnya (Hermana & Sutedja, 1971; Gandjar, 1977; Fardiaz, 1992).

Mutu tempe gembus pada penelitian ini selain ditentukan secara organoleptik juga berdasarkan mutu gizinya. Mutu gizi tempe gembus ditinjau dari kadar karbohidrat, lipid, protein, asam lemak, asam amino, serat, P, Fe, vitamin B1. Di samping itu juga berdasarkan NPU dan pencernaan protein. Kadar karbohidrat, lipid, protein, asam lemak, asam amino, merupakan parameter mutu tempe gembus karena zat-zat gizi tersebut adalah zat gizi makro yang berfungsi sebagai penghasil energi, digunakan untuk pertumbuhan, dan mempertahankan jaringan dari kerusakan. Kadar mineral dan vitamin juga merupakan parameter mutu tempe gembus karena zat-zat gizi tersebut adalah zat gizi mikro yang berperan pada mekanisme kimia untuk penggunaan energi dan sintesis berbagai senyawa yang diperlukan tubuh, misalnya hormon dan enzim. Kadar serat dipilih sebagai parameter karena serat penting bagi kesehatan, misalnya dapat mengurangi kadar kolesterol darah.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini dirancang untuk menjawab permasalahan sebagai berikut :

- (1) Apakah jenis substrat berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (2) Apakah jenis inokulum yang digunakan pada pembuatan tempe gembus menyebabkan terjadinya perbedaan mutu gizi pada tempe gembus.
- (3) Apakah fermentasi pada pembuatan tempe gembus berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (4) Apakah ada pengaruh interaksi jenis substrat dengan jenis inokulum pada pembuatan tempe gembus terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (5) Apakah ada pengaruh interaksi jenis substrat dengan fermentasi pada pembuatan tempe gembus terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (6) Apakah ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (7) Apakah ada pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (8) Apakah jenis substrat dan jenis inokulum pada pembuatan tempe gembus berpengaruh terhadap nilai organoleptik tempe gembus.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk mencapai tujuan berikut.

1.3.1 Tujuan Umum

Meneliti pengaruh komplementasi ampas tahu dengan bekatul beras, bekatul jagung, terhadap mutu tempe gembus oleh dua jenis *Rhizopus*.

1.3.2 Tujuan Khusus

- (1) Meneliti pengaruh substrat yang berbeda terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (2) Meneliti pengaruh penggunaan inokulum yang berbeda pada pembuatan tempe gembus terhadap mutu gizi tempe gembus yang dihasilkan.
- (3) Meneliti pengaruh fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (4) Meneliti pengaruh interaksi jenis substrat dan jenis inokulum terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (5) Meneliti pengaruh interaksi antara jenis substrat dan fermentasi pada pembuatan tempe gembus terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (6) Meneliti pengaruh interaksi jenis inokulum dan fermentasi pada pembuatan tempe gembus terhadap mutu gizi tempe gembus.

- (7) Meneliti pengaruh interaksi jenis substrat, jenis inokulum dan fermentasi pada pembuatan tempe gembus terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (8) Meneliti pengaruh jenis substrat dan jenis inokulum terhadap nilai organoleptik tempe gembus.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilaksanakan ini diharapkan akan meningkatkan pemahaman tentang : (a) bahan komplemen yang efektif untuk meningkatkan mutu tempe gembus, (b) inokulum yang efektif untuk substrat padat campuran.

Data penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar pemikiran untuk meningkatkan mutu tempe gembus secara sederhana, dan efektif dibandingkan tempe gembus yang sekarang telah dikenal penduduk.

Keberhasilan penelitian ini diharapkan juga ikut menunjang program pemerintah meningkatkan gizi masyarakat, terutama golongan masyarakat ekonomi lemah karena tempe gembus terutama dikonsumsi oleh golongan tersebut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ampas Tahu

Ampas tahu merupakan bahan sisa yang tinggal dalam saringan pada waktu dilakukan penyaringan bubur kedele untuk pembuatan tahu (Gandjar & Slamet, 1972).

2.1.1 Cara Mendapatkan Ampas Tahu

Ampas tahu didapat dengan cara sebagai berikut : kedele yang kering, direndam selama 8-12 jam. Selanjutnya dilakukan pengupasan sebelum digiling. Dalam proses penggilingan ditambahkan air panas (80-100°C). Hasil penggilingan kedele ini disebut bubur kedele. Bubur kedele selanjutnya disaring, filtratnya (susu kedele) diproses lebih lanjut untuk pembuatan tahu, sedangkan bahan sisa yang terdapat dalam saringan disebut ampas tahu (Gandjar & Slamet, 1972).

Proses penggilingan mempengaruhi kadar protein ampas tahu. Makin efisien mesin giling, makin banyak protein yang dapat diekstraksi dari kedele. Dengan demikian protein yang tersisa dalam ampas tahu makin sedikit (Somaatmadja, 1977).

2.1.2 Komposisi Kimia Ampas Tahu

Komposisi kimia dalam ampas tahu menurut Slamet & Tarwotjo (1980), dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 : Komposisi kimia ampas tahu dalam 100 g bahan makanan yang dapat dimakan

Komponen	Kadar
Protein (g)	5
Lipid (g)	2,1
Karbohidrat total (g)	8,1
Serat (g)	4,1
Abu (g)	0,6
Kalsium (mg)	460
Fosfor (mg)	88
Besi (mg)	1
Vitamin B ₁ (mg)	0,06
Air (g)	84,1

Sumber : Slamet & Tarwotjo, 1980.

Karbohidrat ampas tahu

Karbohidrat utama pada kedele terdiri atas golongan oligosakarida. Golongan oligosakarida tersebut terdiri dari sukrosa, stakiosa dan rafinosa yang larut dalam air.

Stakiosa dan rafinosa merupakan senyawa karbohidrat kedele yang menjadi salah satu faktor penghambat konsumsi kedele karena senyawa-senyawa tersebut dapat menimbulkan flatulensi. Kedua senyawa di atas tidak dapat dicerna, karena manusia tidak mempunyai enzim pencernanya yaitu α -galaktosidase, tetapi senyawa-senyawa tersebut difermentasi oleh mikroflora usus besar menghasilkan

berbagai senyawa yang berbentuk gas, antara lain karbondioksida, hidrogen dan sedikit metana. Adanya gas-gas ini menghasilkan suatu tekanan di dalam perut yang disebut flatulensi. (Calloway *et al.*, 1971; Wagner *et al.*, 1977; Mulyowidarso, 1988; Tranggono & Sudarmanto, 1988).

Lipid ampas tahu

Lipid yang terdapat dalam ampas tahu sama jenisnya dengan lipid yang terdapat dalam kedele, yaitu sebagian besar terdiri dari asam lemak tak jenuh, antara lain asam linoleat, asam oleat, asam linolenat dan asam heksadekanat. Asam-asam lemak jenuh yang terdapat dalam ampas tahu, yaitu asam palmitat, asam stearat, asam arakhidat dan asam laurat (Murata, *et al.*, 1967; Matsuo, 1990; Hering, *et al.*, 1990).

Protein ampas tahu

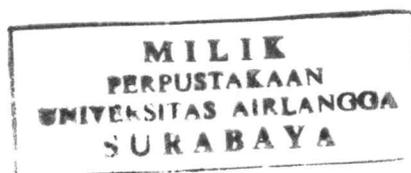
Ampas tahu seperti dijelaskan terdahulu, merupakan hasil samping pengolahan kedele menjadi tahu. Protein ampas tahu sebagian besar terdiri dari globulin (Wolf, 1970). Smith & Circle (1980) menemukan bahwa kelarutan minimum protein kedele terjadi pada pH 4 sampai 5 sedang pada pH 6,5 protein kedele hampir larut seluruhnya.

Komposisi asam-asam amino yang terdapat dalam ampas tahu dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 : Komposisi asam amino ampas tahu dalam 100 g bahan kering

Nama	kadar (mg/100 g bahan)
Aspartat	1899,91
Treonin	703,99
Serin	727,14
Glutamat	2937,78
Glisin	671,97
Alanin	756,89
Sistein	114,82
Valin	577,12
Metionin	77,67
Isoleusin	460,45
Leusin	1214,39
Tirosin	459,84
Fenilalanin	898,28
Lisin	656,06
Histidin	393,11
Arginin	817,79
Prolin	3613,19
Triptofan	306,748

Sumber : Nurul, 1993.



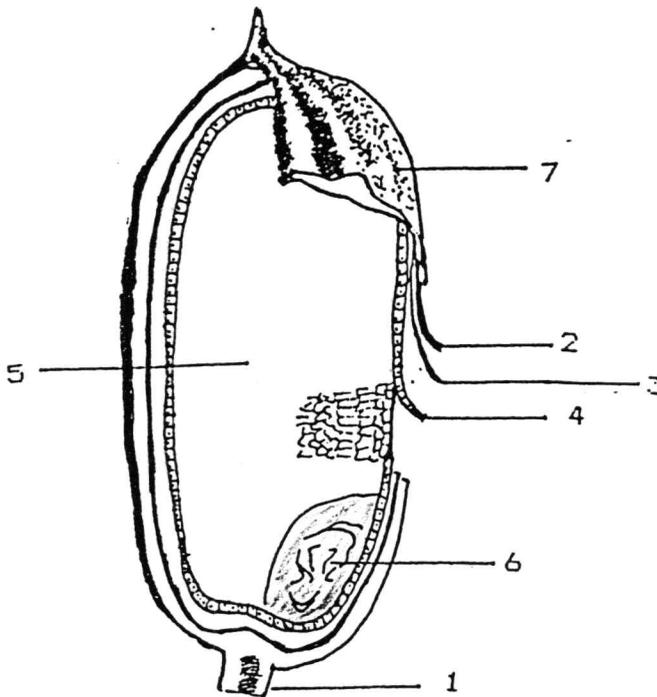
Serat ampas tahu

Serat makanan (dietary fiber) merupakan komponen jaringan tanaman meliputi sejumlah polisakarida dan lignin yang tahan terhadap proses hidrolisis oleh enzim dalam lambung dan usus kecil (Nyman, et al., 1990; Winarno, 1991; Fardiaz, 1994).

Serat makanan dibagi menjadi dua kelompok besar berdasarkan sifat kelarutannya dalam air, yaitu serat larut dan serat tidak larut. Termasuk serat larut adalah gum, musilase, pektin, dan sebagian hemiselulosa. Serat tidak larut meliputi komponen lignin, selulosa dan beberapa hemiselulosa. Pada umumnya serat larut telah dibuktikan dapat berpengaruh terhadap metabolisme lipid. Sedangkan serat tidak larut lebih berpengaruh pada volume feses (Ikeda, et al., 1989; Matsuo, 1990; Fardiaz, 1994).

2.2 Bekatul Beras

Menurut Inglet (1982), fraksi-fraksi penggilingan beras pecah kulit adalah beras giling (86-90%), bekatul beras (1,2-2,2%), dan dedak (8,8-11,5%). Bekatul beras berbeda dengan dedak, warna dedak lebih gelap dibanding warna bekatul beras. Bekatul beras lebih banyak mengandung bagian endosperm, lapisan aleuron, dan lembaga, sedangkan dedak lebih banyak mengandung lemma (sekam) dan perikarp. Gambar struktur biji padi dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 : Struktur biji padi

- Keterangan gambar :
1. Tangkai
 2. Perikarp
 3. Tegmen
 4. Lapisan aleuron
 5. Endosperm
 6. Embrio
 7. Lemma (sekam)

Sumber : Juliano, 1972

2.2.1 Cara Mendapatkan Bekatul Beras

Menurut Ciptadi & Nasution (1979) dedak dibagi dalam tiga jenis yaitu dedak kasar, dedak halus dan bekatul beras. Dedak kasar, terdiri dari pecahan-pecahan sekam yang agak kasar dan kulit ari yang terluar (perikarp); dedak ini diperoleh dari hasil penggilingan atau penumbukan gabah. Dedak halus dihasilkan dari penumbukan maupun penyosohan terdiri dari perikarp dan tegmen. Sedangkan bekatul beras, merupakan dedak yang paling halus, diperoleh dari hasil penumbukan terakhir dengan mesin polisher, terdiri dari lapisan aleuron, endosperm dan lembaga.

2.2.2 Komposisi Kimia Bekatul Beras

Komposisi kimia bekatul beras dapat dilihat pada Tabel 2.3. berikut ini.

Tabel 2.3 : Komposisi kimia bekatul beras dalam 100 g bahan

Komponen	kadar
Air (g)	12,55
Protein (g)	10,80
Lemak (g)	2,90
Karbohidrat (g)	65,60
Serat Kasar (g)	4,90
Kalsium (mg)	28
Fosfor (mg)	550
Besi (mg)	14,00
Thiamin (mg)	0,42

Sumber : Dei, 1980.

Karbohidrat bekatul beras

Dilihat dari komposisi kimianya, karbohidrat penyusun utama bekatul beras adalah pati. Pati dalam sel terdapat dalam bentuk granula dan ukurannya berkisar antara 2 -12 μ (Houston, 1972).

Lipid bekatul beras

Kurang lebih 80% lipid beras terdapat dalam aleuron dan lembaga, sehingga pada penggilingan akan masuk dalam fraksi bekatul beras dan dedak.

Dilihat dari macam lipid yang terdapat dalam beras, maka lemak netral merupakan senyawa penyusun utama lipid dalam dedak, yakni 85-90%, sedang pada endosperm kurang lebih 60%.

Asam lemak utama penyusun lipid dalam bekatul beras adalah asam palmitat, asam stearat, asam linoleat, asam oleat (Houston, 1972).

Protein bekatul beras

Berdasarkan kelarutannya, protein beras pecah kulit terdiri dari albumin (larut dalam air), globulin (larut dalam larutan garam), prolamin (larut dalam alkohol 70 persen) dan glutelin (larut dalam larutan asam atau basa encer). Proporsi albumin dan globulin pada bagian biji luar besar, makin ke dalam makin kecil (Gardjito & Hastuti, 1988).

Nilai protein padi tertinggi di antara serealia lain, walaupun tetap mempunyai asam amino pembatas lisin dan treonin (Kent, 1966).

Komposisi asam amino bekatul beras dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 : Asam amino pada bekatul beras dalam 100g bahan kering

Asam amino	Kadar (mg/100g)
Arginin	1322
Sistein	498
Histidin	562
Isoleusin	1123
Leusin	2034
Lisin	484
Metionin	765
Fenilalanin	1597
Treonin	482
Triptofan	1180
Tirosin	628
Valin	1611
Alanin	1205
Asam aspartat	2064
Asam glutamat	3201
Glisin	1035
Prolin	2208
Serin	982

Sumber : Nurul, 1995

Serat bekatul beras

Serat yang terdapat dalam bekatul beras berupa selulosa dan hemiselulosa. Kandungan hemiselulosa dalam bekatul beras berkisar antara 3,2 - 6,0%. Sedangkan selulosa yang jumlahnya kurang lebih 1% berat biji, tersebar dalam dedak 62%, lembaga 4%, bekatul beras 7%, dan beras giling 27% (Houston, 1972).

2.3 Bekatul Jagung

Bekatul jagung merupakan hasil samping penggilingan jagung. Bekatul jagung banyak mengandung endosperm berpati. Gambar biji jagung dapat dilihat pada Gambar 2.2.

2.3.1 Cara Mendapatkan Bekatul Jagung

Biji jagung kering, bila digiling akan menghasilkan tiga komponen, yaitu beras jagung, bekatul jagung, dan tumpi. Tumpi merupakan fraksi pertama yang dihasilkan dari penggilingan jagung, terdiri dari tip-cap. Bekatul jagung merupakan fraksi kedua yang terdiri dari endosperm endosperm, lapisan aleuron dan embrio. Fraksi ketiga adalah beras jagung, terdiri dari endosperm (Gardjito & Hastuti 1988).

2.3.2 Komposisi Kimia Bekatul Jagung

Komposisi kimia bekatul jagung dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 : Komposisi Kimia Bekatul Jagung dalam 100 g bahan

Komponen	kadar
Air (g)	12,0
Protein (g)	9,0
Lemak (g)	8,5
Karbohidrat (g)	64,5
Kalsium (mg)	20,0
Fosfor (mg)	500,0
Besi (mg)	10,0
Thiamin (mg)	1,20

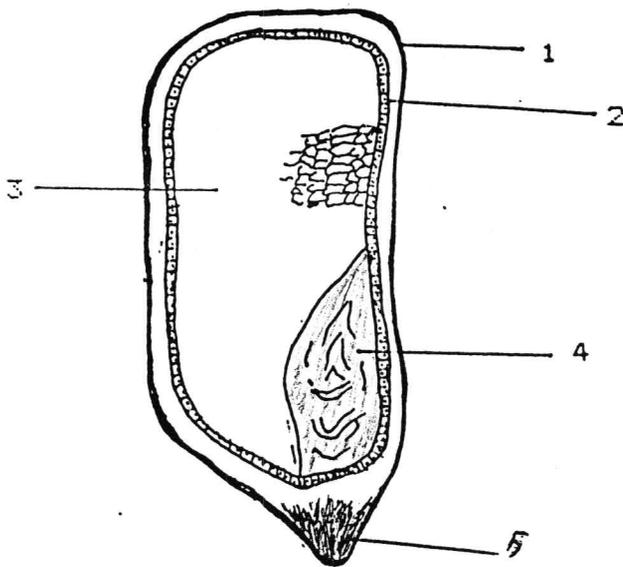
Sumber : Dei, 1980.

Karbohidrat bekatul jagung

Sebagian besar karbohidrat jagung berupa pati. Karbohidrat yang lain adalah gula. Gula total pada jagung terutama berupa sukrosa, berkisar antara 1-3%, atau rata-rata 2%. Gula lain berupa glukosa, fruktosa, dan rafinosa (Gardjito & Hastuti, 1988).

Lipid bekatul jagung

Lipid pada jagung hampir 85% terdapat dalam lembaga. Asam-asam lemak penyusun lipid antara lain asam linoleat, asam oleat, asam palmitat, asam stearat, asam linolenat, dan asam arakidat (Inglet & Maize, 1982).



Gambar 2.2 : Struktur biji jagung

- Keterangan gambar :
1. Pericarp
 2. Lapisan aleuron
 3. Endosperm
 4. Embrio
 5. Tip-cap

Sumber: Gardjito & Hastuti, 1988

Protein bekatul jagung

Berdasarkan kelarutannya protein jagung terdiri atas albumin sebanyak 3,2 %, globulin 1,5%, prolamin 47,2%, dan glutelin 35,1%. Asam amino penyusun protein pada jagung kekurangan lisin dan triptofan (Kent, 1966).

Komposisi asam amino pada jagung dapat dilihat pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 : Asam amino penyusun protein pada bekatul jagung dalam 100 g bahan

Asam amino	Kadar (mg/100 g)
Arginin	1300
Sistein	455
Histidin	645
Isoleusin	1152
Leusin	2546
Lisin	436
Metionin	946
Fenilalanin	1550
Treonin	1329
Triptofan	930
Tirosin	798
Valin	1602
Alanin	1654
Asam aspartat	2338
Asam glutamat	2784
Glisin	1027
Prolin	2528
Serin	923

Sumber : Nurul, 1995

Serat bekatul jagung

Selain pati dan gula, jagung juga mengandung serat kasar 2,1 - 2,3%. Serat yang terdapat dalam bekatul jagung terdiri dari selulosa dan hemiselulosa (Gardjito & Hastuti, 1988).

2.4. Fermentasi dan Teknologi Pembuatan Tempe Gembus

Fermentasi adalah proses penguraian substrat oleh aktivitas enzim mikroorganisme. Proses ini dapat berlangsung secara aerob maupun anaerob, tergantung dari mikroorganisme yang melakukannya (Hesseltine, 1965; Gandjar, 1977).

2.4.1 Inokulum untuk Pembuatan Tempe

Inokulum adalah sejumlah mikroorganisme tertentu yang dimasukkan ke dalam substrat secara sengaja, dan berfungsi sebagai pelaksana proses fermentasi. Dalam inokulum yang baik, tidak diperbolehkan adanya mikroorganisme yang dapat mengganggu proses fermentasi. Inokulum juga tidak boleh mengandung bahan beracun yang dapat masuk ke dalam substrat (Gandjar, 1977; Tanuwidjaja & Ambjah, 1979; Mulyowidarso, 1988).

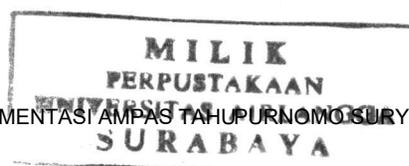
Inokulum tempe adalah bahan yang mengandung biakan kapang tempe, digunakan sebagai pengubah substrat menjadi tempe akibat tumbuhnya kapang tempe pada substrat dan melakukan kegiatan fermentasi yang menyebabkan substrat berubah sifat karakteristiknya (Mulyowidarso, 1988).

Kualitas tempe sangat dipengaruhi oleh kualitas inokulum yang digunakan untuk inokulusinya. Hesseltine et al. (1976) mengemukakan beberapa persyaratan atas kualitas inokulum tempe, antara lain :

- (i) mampu memproduksi spora dalam jumlah banyak,
- (ii) mampu bertahan beberapa bulan tanpa mengalami perubahan genetik maupun kehilangan kemampuan tumbuhnya,
- (iii) memiliki persentase perkecambahan spora yang tinggi segera setelah diinokulasikan,
- (iv) mengandung biakan kapang tempe yang murni, dan bila digunakan berupa kultur campuran harus mempunyai proporsi yang tepat,
- (v) Bebas dari mikroba kontaminan dan jika memungkinkan strain yang dipakai memiliki kemampuan untuk melindungi diri terhadap dominasi mikrobia kontaminan,
- (vi) mampu menghasilkan produk yang stabil berulang-ulang,
- (vii) pertumbuhan miselia setelah inokulasi harus kuat, lebat, berwarna putih bersih, memiliki aroma spesifik tempe yang enak, dan tidak mengalami sporulasi terlalu awal.

Inokulum buatan LKN-LIPI mampu bertahan selama 6 bulan tanpa mengalami perubahan kemampuan tumbuhnya (Tanuwidjaja & Ambjah, 1979).

Di alam, spesies Ordo Mucorales memegang peranan utama dalam mengurai bahan organik, karena pertumbuhannya yang cepat. Dalam waktu singkat miselium kapang-kapang ini



mengurai substrat, sebelum mikroorganisme lain seperti khamir atau bakteri mulai aktif. Kecepatan pertumbuhan species Ordo tersebut memberikan keuntungan kepada manusia, terutama dalam berbagai proses fermentasi tradisional (Gandjar, 1977).

Makanan hasil fermentasi tradisional Indonesia banyak menggunakan spesies *Rhizopus* sebagai mikroorganisme utama dalam inokulum, seperti pada pembuatan tempe kedelai, tempe gembus, kecap dan taoco (Gandjar, 1977; Fardiaz, 1992; Sudarmadji, et al., 1989).

Dalam penelitian ini digunakan *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* (UICC 116), dan *Rhizopus oryzae* (UICC 128).

Klasifikasi *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* sebagai berikut..

Regnum : Mycota
 Divisio : Amastigomycota
 Sub divisio : Zygomycotina
 Classis : Zygomycetes
 Ordo : Mucorales
 Familia : Mucoraceae
 Genus : *Rhizopus*
 Spesies : *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*
Rhizopus oryzae

Sumber : Alexopoulos & Mims, 1979.

Morfologi kapang *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* (UICC 116) sebagai berikut.

Rhizopus microsporus var. *oligosporus* pertama kali dideskripsi oleh Saito pada tahun 1905. Pertumbuhan pada Potato Dextrose Agar (PDA) 30°C : Koloni mula-mula putih, kemudian putih ke abu-abuan sampai abu-abu tua dengan tinggi 1 mm atau lebih. Miselium rebah pada permukaan agar, tidak berwarna, dengan diameter 2-12 μm . 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 . Sporangium : bulat, 50-105 μm , berwarna hitam, tidak berduri. Kolumela : *globose*, 35-50 μm , hialin, mempunyai kerah sesudah merekah, apofise lebar, dinding halus. Sporangiospora : bulat, 5,9-6,6 μm , hialin atau abu-abu muda bila berdiri sendiri, dalam gerombolan warnanya abu-abu coklat, tidak bergaris lurik. Klamidospora interkalar atau terminal, sendiri atau berantai, berdinding tebal (1-1,5 μm), bulat (15-18 μm), kadang-kadang semi bulat atau silindrik (8-10 μm x 14-18,5 μm), isi berwarna kuning. Rhizoid : menyerupai jari tunggal atau rozet pendek, mempunyai pseudoseptum (lihat Gambar 2.3) (Gandjar, 1977).

Morfologi kapang *Rhizopus oryzae* UICC 128 sebagai berikut.

Rhizopus oryzae pertama kali dideskripsi oleh Went & Geerligs.

Pertumbuhan pada Potato Dextrose Agar (PDA) (30°C) :

koloni mula-mula putih, kemudian coklat muda putih ke abu-abuan, memenuhi seluruh cawan petri. Miselium menyerupai kapas. Sporangiofor : lurus, kadang-kadang agak bengkok pada pangkal, berwarna coklat, permukaan kasar, panjang 300-865 μm , garis tengah 10-12 μm . Sporangium : bulat atau hampir bulat, 136,4-186 μm berwarna hitam permukaan berduri. Kolumela : *globose* atau *sub globose*, 67-100 μm , dinding halus. Sporangiospora : bulat (garis tengah 5,7-7,9 μm) atau bulat telur (6,8-7,6 $\mu\text{m} \times$ 8,2-10,3 μm), berwarna abu-abu, bergaris lurik, lurikan beranastomosa di sana-sini. Klamidospora : bulat (garis tengah 20 μm) atau silindrik (9-13 $\mu\text{m} \times$ 18-20 μm), tersebar dalam miselium. Rhizoid : menyerupai tangan, bercabang pada bagian yang menyerupai jari (lihat Gambar 2.4) (Gandjar, 1977).

Aktifitas enzimatik

Rhizopus microsporus var. *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* mampu menghasilkan enzim ekstraselular yang bersifat hidrolitik seperti protease, amilase, dan lipase.

Enzim Protease

Wang dan Hesseltine (1965) melaporkan bahwa *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* mampu menghasilkan 2 macam sistem enzim proteolitik ekstraselular. Sampai saat ini belum ada penelitian yang meneliti apakah enzim tersebut termasuk endopeptidase atau eksopeptidase.

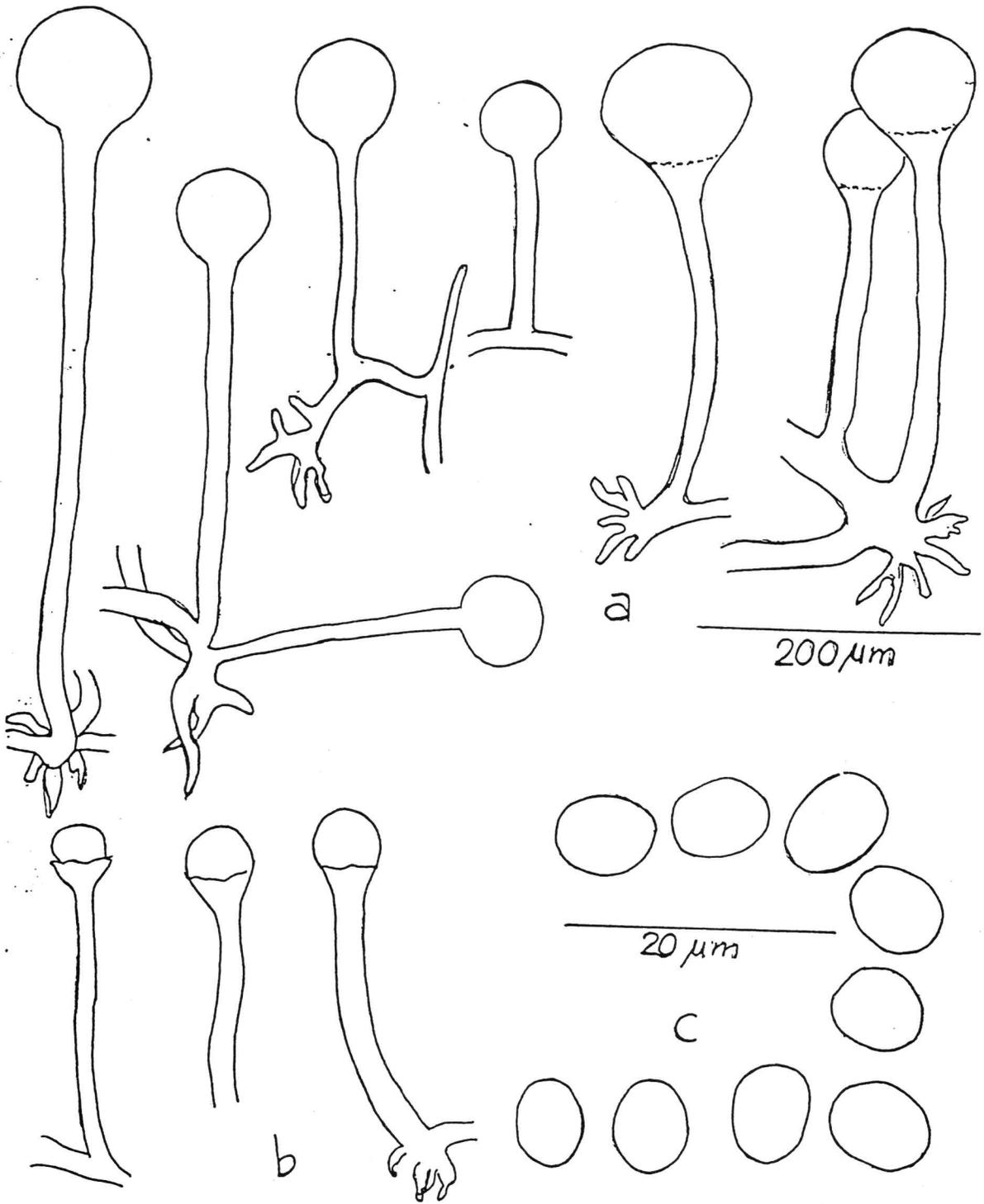
Salah satu dari sistem enzim tersebut mempunyai pH optimum 3,0 yang dilaporkan lebih kuat daya proteolitiknya dibandingkan dengan sistem enzim satunya, yang memiliki pH optimum 5,5. Kedua emzim tersebut memiliki suhu optimum yang sama, yaitu 50-55°C. Meskipun kedua sistem enzim tersebut memiliki pH optimum yang berbeda tetapi kedua-duanya sama-sama stabil pada pH antara 3,0-6,0.

Enzim protease dari kapang berdasarkan sifat kimia dari lokasi aktifnya termasuk golongan protease asam, yaitu enzim yang pada lokasi aktifnya terdapat dua gugus karboksil (Winarno, 1986; Timotius & Farley, 1990).

Rhizopus microsporus var. *oligosporus* dilaporkan mampu menghasilkan enzim protease yang lebih banyak dibandingkan *Rhizopus oryzae* (Wang & Hesseltine, 1965; Thimotius & Farley, 1990).

Enzim lipase

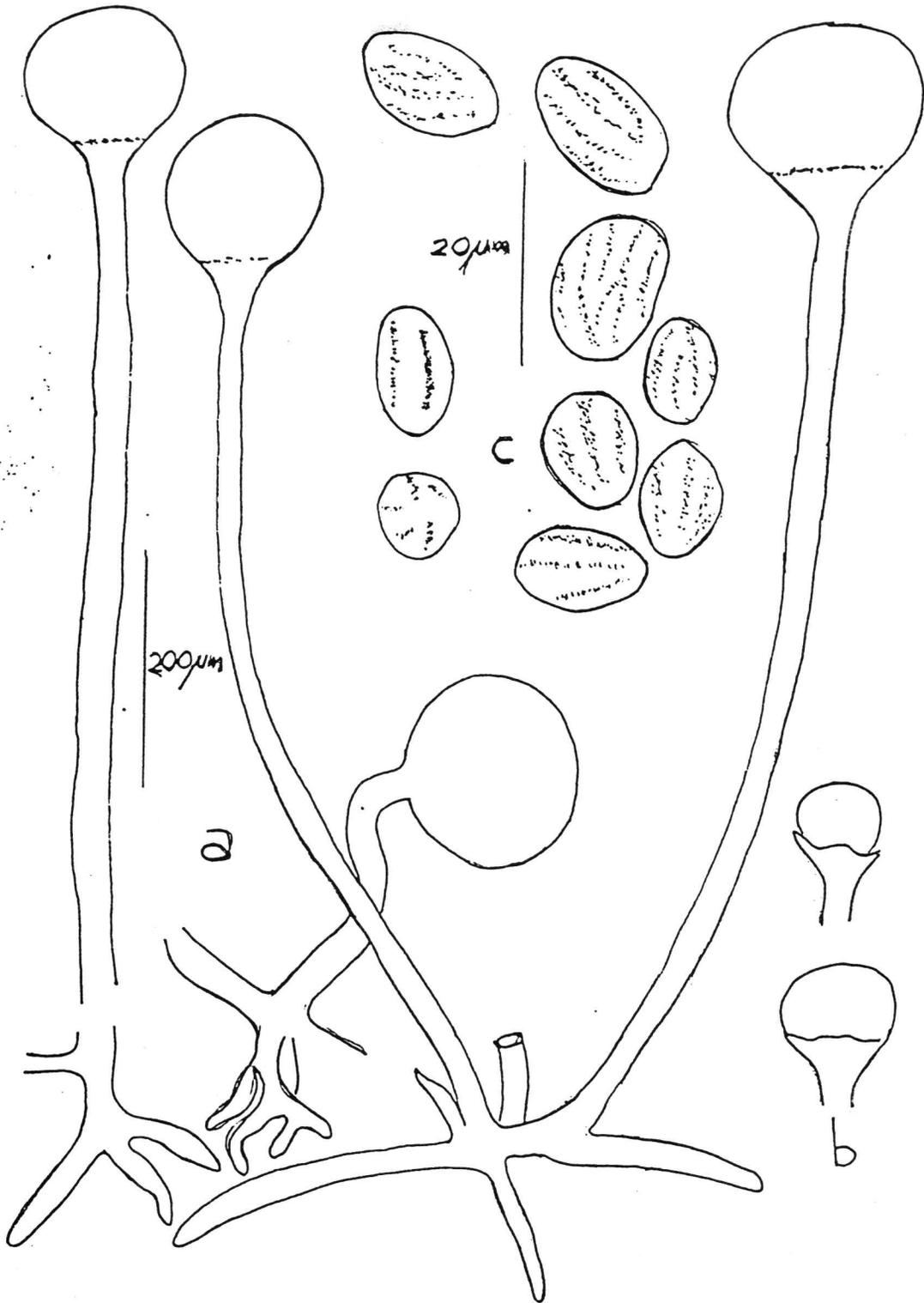
Karakteristik enzim ekstraselular yang dihasilkan *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*, baik dalam kultur cair maupun selama fermentasi tempe, telah dipelajari oleh Souser dan Miller (1977). Enzim lipase yang dihasilkan sama, enzim tersebut memiliki pH optimum ±7,0 dan suhu optimum 40°C. Aktifitas maksimum enzim lipase ini dicapai setelah 36 jam bila kulturnya diinkubasikan dengan goyangan pada suhu 28°C, tetapi dalam proses fermentasi tempe aktifitasnya mencapai puncak pada jam ke 24.



Gambar 2.3 : *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* UICC 116 pada PDA (30°)

Keterangan gambar : a,b : 200 μm; c : 20 μm

Sumber : Gandjar, 1977.



Gambar 2.4 : *Rhizopus oryzae* UICC 128 pada FDA (30°C)

Keterangan gambar : a,b : 200 µm; c: 20µm

Sumber : Gandjar, 1977.

Aktifitas enzim lipase dari *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* lebih tinggi dibanding dengan aktifitas dari *Rhizopus oryzae* atau campuran kedua kapang tersebut (Hermana & Karmini, 1996).

Enzim amilase

Enzim amilase hampir selalu diproduksi oleh kapang genus *Rhizopus* (Timotius & Farley, 1990).

Koesnoto (1986) lihat Timotius & Farley (1990) melaporkan bahwa *Rhizopus oligosporus* menghasilkan enzim α -amilase dan glukoamilase dalam perbandingan 66% : 34%. Enzim α -amilase menghidrolisis ikatan α -1,4 yang terdapat dalam amilum secara acak dari tengah atau dari bagian dalam molekul. Aktifitas α -amilase meningkat selama fase pertumbuhan logaritmik.

Enzim glukoamilase dapat menghidrolisis ikatan α -1,3, α -1,4 dalam amilum dari bagian luar dengan melepaskan unit-unit glukosa.

Aktifitas enzim amilase terjadi pada periode pemeraman 0-12 jam dan tertinggi tercapai pada waktu 12 jam. Aktifitas amilase tertinggi dihasilkan oleh *Rhizopus oryzae* (Hermana & Karmini, 1996).

2.4.2 S u b s t r a t

Substrat didefinisikan sebagai bahan alami yang akan digunakan untuk tempat tumbuh bagi mikroorganisme tertentu, sehingga dihasilkan rasa dan aroma makanan seperti yang dikehendaki (Fardiaz, 1992).

Kapang *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* membutuhkan nutrien untuk kehidupan dan pertumbuhannya yaitu sebagai : (i) sumber karbon, (ii) sumber nitrogen, (iii) sumber energi, dan (iv) faktor pertumbuhan, yaitu mineral dan vitamin. Nutrien tersebut dibutuhkan untuk membentuk energi dan menyusun komponen-komponen sel.

Sorensen & Hesseltine (1966) melaporkan bahwa xilosa, fruktosa, galaktosa, maltosa, manitol, dan glukosa adalah senyawa-senyawa sumber karbon yang dapat digunakan dengan sangat baik oleh kapang-kapang genus *Rhizopus*. Tetapi stakhiosa, rafinosa dan sukrosa yang banyak terdapat pada kacang-kacangan, tidak dapat digunakan oleh kapang-kapang genus *Rhizopus* sebagai satu-satunya sumber karbon. Senyawa-senyawa sumber nitrogen yang dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan kapang-kapang genus *Rhizopus* ialah garam-garam ammonium, asam-asam amino seperti glisin, asam aspartat, prolin dan leusin. Asam-asam amino lainnya kurang begitu cocok bahkan triptofan tidak dapat dimanfaatkan sama sekali.

Dalam penelitian ini akan digunakan sebagai substrat (1) ampas tahu, (2) campuran ampas tahu - bekatul beras, (3) campuran ampas tahu + bekatul jagung, (4) campuran ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung. Ketiga bahan dasar substrat yaitu ampas tahu, bekatul beras dan bekatul jagung mengandung karbohidrat dan asam-asam amino yang sesuai untuk sumber karbon dan nitrogen.

Boorsma (1900) melaporkan bahwa dalam proses fermentasi tempe hifa kapang tempe menembus substrat dan tumbuh dengan mengambil makanan dari substrat. Sudarmadji (1975) menyatakan bahwa perubahan kimiawi seterusnya dalam substrat disebabkan oleh aktivitas enzim ekstraselular yang diproduksi atau dilepaskan oleh ujung miselia.

2.4.3 Kondisi Lingkungan

Kondisi lingkungan adalah faktor biotik dan abiotik pada lingkungan tempat berlangsungnya proses fermentasi. Kontrol yang baik dari faktor biotik dan abiotik lingkungan, akan menentukan kestabilan produk dan hasil yang optimal. Salah satu kondisi lingkungan yang berperan dalam pertumbuhan mikroorganisme adalah suhu.

Masing-masing mikroorganisme mempunyai suhu optimum, minimum dan maksimum untuk pertumbuhannya, sehingga di bawah suhu minimum dan di atas suhu maksimum, aktivitas enzim akan berhenti, bahkan pada suhu yang terlalu tinggi akan terjadi denaturasi enzim (Fardiaz, 1992; Sudarmadji, et al., 1989).

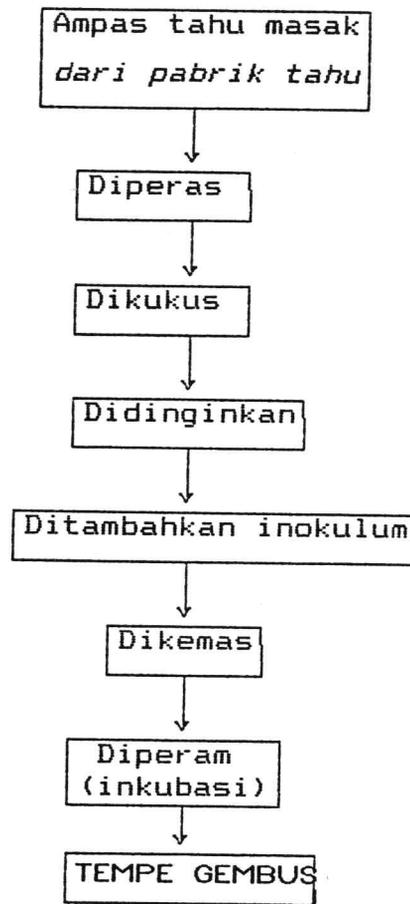
Dalam proses fermentasi, masing-masing mikroorganisme yang terdapat di dalam substrat berusaha untuk berkembang biak. Masing-masing sel akan mengeluarkan enzim yang diperlukan sehingga kondisi lingkungan untuk masing-masing sel selalu akan berubah. Akibat dari keadaan ini, kondisi lingkungan substrat dapat menjadi lebih sesuai bagi beberapa spesies mikroorganisme yang lain. Seluruh aktivitas yang berlangsung pada substrat ini merupakan proses dinamik, suatu kombinasi dari suksesi mikroorganisme dan suksesi dari kondisi lingkungan substrat. Kedua hal tersebut saling berinteraksi dan berakibat terjadinya kerawanan yang terus menerus (Arbianto, 1988; Gandjar, 1977).

2.4.4 Teknologi Pembuatan Tempe Gembus

Teknologi pembuatan tempe gembus sangat sederhana. Ampas tahu sebagai bahan tempe gembus diperoleh dari pabrik tahu. Teknologi pembuatan tempegembus yang umum dipraktekkan di masyarakat pada masa ini ditunjukkan pada Gambar 2.5.

Proses pemerasan

Proses pemerasan dilakukan untuk mengurangi kadar air substrat sampai $\pm 85\%$. Kadar air $> 85\%$ menghasilkan tempe gembus yang busuk, berbau basi dan hampir tidak ada miselium yang tumbuh (Gandjar & Slamet, 1972).



Gambar 2.5: Bagan Alir Teknologi Pembuatan Tempe Gembus (Gandjar & Slamet, 1972).

Pengukusan

Proses pengukusan bertujuan untuk menghindari kontaminasi dari mikroorganismen lain yang dapat mengganggu proses fermentasi dan juga untuk meyakinkan bahwa seluruh ampas benar-benar sudah masak. Tempe gembus yang baik diperoleh bila 1 kg ampas tahu masak dikukus sekurang-kurangnya 40 menit (sampai berbau kedelai masak) (Gandjar & Slamet, 1972; Hermana & Karmini, 1996).

Pendinginan

Pendinginan ampas tahu sampai suhu $30-35^{\circ}\text{C}$ setelah dikukus untuk mengkondisi suhu agar sesuai untuk pertumbuhan kapang.

Penambahan inokulum

Inokulum yang digunakan pada pembuatan tempe gembus sama dengan inokulum yang biasa digunakan untuk membuat tempe kedele.

Inokulum adalah bibit tempe yang berbentuk serbuk, merupakan campuran spora kapang dengan tepung beras, tepung singkong, tepung ampas singkong atau tepung terigu sebagai bahan pembawa (Hermana & Roedjito, 1971).

Bahan pembawa mempengaruhi waktu simpan spora dan kecepatan tumbuh pada waktu spora ditumbuhkan pada kedele. Bahan pembawa yang mengandung protein seperti tepung beras lebih baik dari pada tepung singkong yang tidak mengandung protein (Hermana & Karmini, 1996).

Pengemasan

Ampas tahu yang sudah dicampur dengan inokulum diperam dalam kemasan. Kemasan diperlukan karena kapang memerlukan sedikit oksigen untuk tumbuh. Jenis pengemas dan teknik pengemasan menentukan jangka waktu pemeraman (inkubasi). Terlalu banyak oksigen akan menyebabkan pertumbuhan kapang

yang terlalu pesat, sedangkan bila oksigen kurang, kapang tidak tumbuh baik.

Pemeraman (inkubasi)

Pemeraman dimaksudkan untuk memberikan kesempatan tumbuh kepada kapang. Pertumbuhan kapang yang baik akan terjadi pada suhu diantara 20-37° (Kasmidjo, 1995).

Jenis kapang dan waktu pemeraman menentukan produksi dan aktifitas enzim amilase, lipase, dan protease yang akan bekerja untuk mencernakan karbohidrat, lipid, dan protein yang terdapat dalam substrat (ampas tahu) sehingga menentukan mutu gizi tempe yang diproduksi. Berdasarkan hasil penelitian di Puslitbang Gizi yang menggunakan kapang *Rhizopus microsporus var. oligosporus*, *Rhizopus oryzae* dan campuran kapang tersebut menunjukkan bahwa aktivitas enzim yang diproduksi masing-masing kapang selalu lebih tinggi daripada campuran kapang (Hermana & Karmini, 1996).

2.5 Mutu Bahan Pangan

Nilai pangan dari luar ditentukan oleh indera manusia; pertama-tama, mata akan melihat apakah bentuk (rupa) dan warnanya menarik. Kedua, oleh indera pembau apakah aromanya merangsang selera. Ketiga, oleh indera perasa apakah rasanya enak, kekerasannya memenuhi selera (Soekarto, 1985).

Bagi tubuh, nilai suatu bahan pangan ditentukan oleh nutrien yang dikandungnya, sesuai dengan yang dibutuhkan

oleh tubuh. Apabila bahan pangan mengandung nutrien yang lengkap dan dapat digunakan oleh tubuh, maka bahan tersebut dikategorikan mempunyai nilai gizi yang tinggi atau mutu yang baik (Muchtadi, 1989).

Tempe gembus seperti telah diuraikan terdahulu mempunyai mutu protein yang rendah. Mutu protein dinilai dari perbandingan asam-asam amino yang terkandung dalam protein tersebut. Pada prinsipnya suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia, mempunyai mutu yang tinggi. Sebaliknya protein yang kekurangan satu atau lebih asam amino esensial dikatakan mempunyai mutu yang rendah. Jumlah asam amino yang nonesensial tidak dapat digunakan sebagai pedoman, karena asam-asam amino tersebut dapat disintesis dalam tubuh (Winarno, 1991).

Untuk keseimbangan tubuh orang dewasa dibutuhkan 8 macam asam amino esensial, yaitu isoleusin, leusin, lisin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan dan valin. Untuk anak-anak, di samping kedelapan asam amino esensial tersebut masih diperlukan juga asam amino histidin (Winarno, 1991).

Kualitas suatu protein dapat dinilai, antara lain dari susunan asam-asam aminonya, atau membandingkan asam-asam aminonya dengan suatu susunan asam amino yang dianggap sebagai standar.

Block dan Mitchell (1946) lihat Gandjar (1977) menggunakan sebagai standar susunan asam amino telur yang

nilai biologinya sama dengan 100. Mereka menganggap telur adalah protein terbaik.

FAO/WHO menyusun suatu pola susunan asam amino, yang dianggap lebih sesuai daripada menggunakan telur sebagai standar.

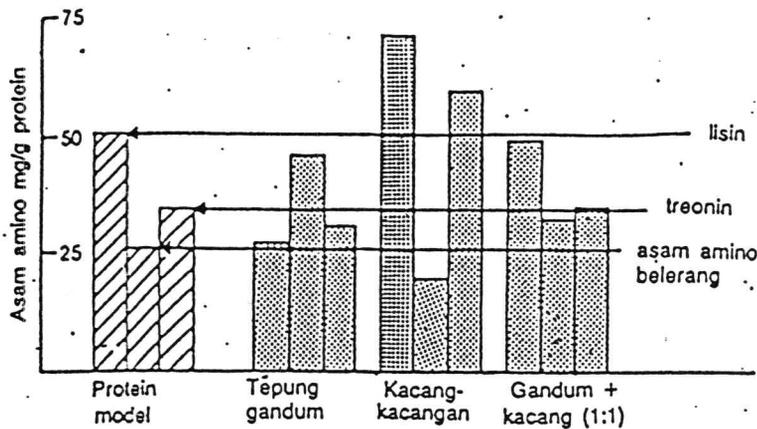
Tabel 2.7 : Pola susunan asam amino esensial yang sementara disarankan FAO/WHO

Asam amino	Jumlah yang disarankan	
	mg/g protein	mg/g nitrogen
Isoleusin	40	250
Leusin	70	440
Lisin	55	340
Metionin + sistein	35	220
Fenilalanin + tirosin	60	380
Treonin	40	250
Triptofan	10	60
Valin	50	310
total	360	2250

Sumber : FAO/WHO, 1973.

Salah satu cara meningkatkan mutu protein bahan pangan dapat dilakukan seperti contoh berikut : gandum maupun kacang-kacangan mempunyai kekurangan salah satu asam amino bila dibandingkan dengan protein model (lihat Gambar 2.5). Tepung gandum kekurangan asam amino lisin, tetapi asam amino sulfurnya berlebihan; sebaliknya kacang-kacangan kekurangan asam amino sulfur tetapi kelebihan asam amino lisin. Pencampuran 1:1 antara tepung gandum dan kacang-kacangan

akan membentuk bahan makanan dengan komposisi asam amino yang walaupun tidak sama dengan komposisi asam amino protein model, tetapi sudah mendekati protein model. Selain itu nilai biologik makanan juga akan meningkat bila dibuat campuran yang tepat (Winarno, 1991).



Gambar 2.6: Hubungan asam amino terhadap mutu protein campuran

Sumber : Read, 1981.

BAB 3

KERANGKA KONSEPTUAL DAN HIPOTESIS PENELITIAN

3.1 Kerangka Konseptual Penelitian

Tempe gembus tradisional mempunyai nilai gizi yang rendah, sehingga perlu ditingkatkan nilai gizinya dengan cara mengkomplementasi bahan baku tempe gembus yaitu ampas tahu dengan bahan lain yang nilai gizinya lebih tinggi, misalnya bekatul beras atau bekatul jagung.

Inokulum merupakan salah satu bahan yang penting pada pembuatan tempe gembus, karena inokulum pembawa kapang yang akan melakukan proses fermentasi. Kadar inokulum mempengaruhi lama inkubasi, sehingga menentukan keberhasilan pembuatan tempe gembus.

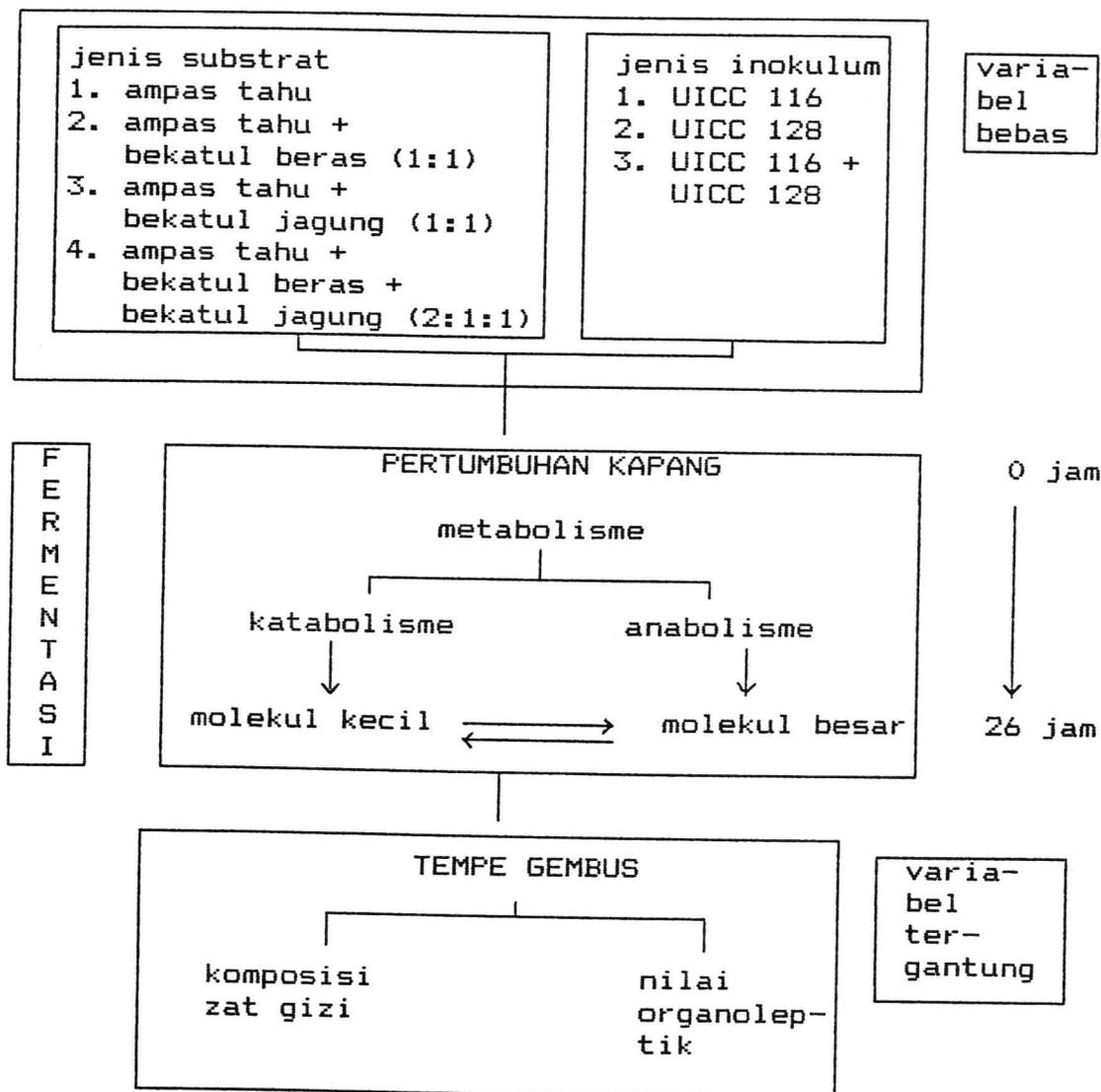
Fermentasi merupakan proses penguraian substrat oleh aktivitas mikroorganisme. Dalam setiap proses fermentasi, terdapat tiga hal yang perlu diperhatikan, yaitu substrat, inokulum, dan kondisi lingkungan. Selama berlangsungnya proses fermentasi, terjadi perubahan fisik, dan biokimia karena pada pertumbuhan kapang berlangsung proses katabolisme dan anabolisme.

Bergantung pada komposisi kimia substrat, kondisi lingkungan, tipe serta jumlah mikroorganisme pada awal proses dan selama proses fermentasi, maka substrat akan diubah menjadi tempe gembus.

Proses fermentasi tempe gembus oleh kapang *Rhizopus*

berdampak pada komposisi zat gizi. Komposisi zat gizi tempe gembus berbeda bila dibandingkan dengan bahan bakunya, dan zat-zat gizi tersebut lebih mudah dicerna usus.

Perubahan sifat fisik tempe gembus bila dibandingkan dengan bahan bakunya antara lain, merupakan produk yang kompak, warna putih, dengan aroma khas tempe gembus. Perubahan fisik dan perubahan biokimia yang terjadi selama fermentasi akan berpengaruh terhadap nilai organoleptik tempe gembus.



Gambar 3.1 Model kerangka konseptual penelitian

3.2 Hipotesis Penelitian

Dari uraian model teoritis pemecahan masalah tersebut terhadap masalah penelitian yang terinci pada Bab 1 diajukan hipotesis sebagai berikut .

- (1) Jenis substrat berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.

- (2) Jenis inokulum yang digunakan pada pembuatan tempe gembus berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (3) Fermentasi pada pembuatan tempe gembus berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (4) Ada pengaruh interaksi jenis substrat dan jenis inokulum terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (5) Ada pengaruh interaksi jenis substrat dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (6) Ada pengaruh interaksi jenis inokulum dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (7) Ada pengaruh interaksi jenis substrat, jenis inokulum dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (8) Jenis substrat dan jenis inokulum berpengaruh terhadap nilai organoleptik tempe gembus.

BAB 4

METODE PENELITIAN

4.1 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan ialah rancangan acak lengkap pola faktorial $4 \times 3 \times 2$ (Sudjana, 1991). Rancangan ini melibatkan tiga faktor yaitu faktor jenis inokulum, faktor jenis substrat dan faktor fermentasi. Rancangan lengkap penelitian digambarkan seperti Gambar 4.1

Jenis substrat	Jenis inokulum						Ulangan
	B1		B2		B3		
	C1	C2	C1	C2	C1	C2	
A1							1
							2
A2							1
							2
A3							1
							2
A4							1
							2

Gambar 4.1 : Rancangan Penelitian Faktorial $4 \times 3 \times 2$

Keterangan :

- A = jenis substrat
- A1 = ampas tahu
- A2 = ampas tahu + bekatul beras (1:1)
- A3 = ampas tahu + bekatul jagung (1:1)
- A4 = ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung (2:1:1)
- B = jenis inokulum
- B1 = UICC 116
- B2 = UICC 128
- B3 = UICC 116 + UICC 128 (1:1)

C = fermentasi
 C1 = 0 jam
 C2 = 26 jam
 1,2 = jumlah ulangan

Model matematis rancangan penelitian sebagai berikut.

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

$i = 1, 2, \dots, a$

$j = 1, 2, \dots, b$

$k = 1, 2, \dots, c$

$l = 1, 2, \dots, n$

Keterangan :

- Y_{ijkl} = variabel respon karena pengaruh bersama taraf ke i faktor A, taraf ke j faktor B, taraf ke k faktor C yang terdapat pada observasi ke l .
- μ = efek rata-rata yang sebenarnya (berharga konstan).
- α_i = efek faktor A pada taraf yang ke i
- β_j = efek faktor B pada taraf yang ke j
- γ_k = efek faktor C pada taraf yang ke k
- $(\alpha\beta)_{ij}$ = interaksi antara α_i dan β_j
- $(\alpha\gamma)_{ik}$ = interaksi antara α_i dan γ_k
- $(\beta\gamma)_{jk}$ = interaksi antara β_j dan γ_k
- $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$ = interaksi antara $\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$
- ε_{ijkl} = efek sebenarnya dari unit eksperimen ke l dalam kombinasi perlakuan (ijk)

4.2 Variabel Penelitian

4.2.1 Klasifikasi Variabel

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

Variabel tergantung. Variabel tergantung terdiri dari mutu gizi serta nilai organoleptik tempe gembus.

Variabel kendali. Sebagai variabel kendali adalah varietas padi dan jagung, suhu, dan kadar inokulum.

4.2.2 Definisi Operasional Variabel

Jenis substrat, ialah macam-macam substrat yang akan difermentasi. Jenis substrat ini terdiri dari empat macam, yaitu (1) ampas tahu, (2) ampas tahu + bekatul beras [1:1], (3) ampas tahu + bekatul jagung [1:1], (4) ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung [2:1:1].

Jenis inokulum, ialah komposisi kapang yang akan diinokulasikan kedalam substrat. Inokulum yang digunakan ada tiga jenis yaitu (1) inokulum UICC 116, inokulum ini mengandung *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*, (2) inokulum UICC 128, mengandung *Rhizopus oryzae*, (3) inokulum UICC 116 + UICC 128, mengandung campuran *Rhizopus microsporus* var, *oligosporus* dan *Rhizopus oryzae* dalam perbandingan [1:1].

Fermentasi ialah proses yang terjadi pada pembuatan tempe yaitu degradasi senyawa kompleks menjadi senyawa sederhana oleh enzim mikroorganismenya. Pengukuran lama

fermentasi pembuatan tempe gembus dalam penelitian ini, (1) 0 jam, pada saat inokulum pertama kali diinokulasikan pada substrat, (2) 26 jam, waktu inkubasi sampai terbentuk tempe gembus yang siap dikonsumsi.

Mutu gizi tempe gembus yaitu kualitas yang dinilai berdasarkan komposisi zat gizi dan kemudahan tubuh untuk memanfaatkan zat gizi yang terkandung dalam makanan tersebut. Mutu gizi ditinjau dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, asam amino.

Nilai organoleptik, yaitu penilaian kualitas tempe gembus yang diukur berdasarkan parameter : warna, aroma, tekstur, kekompakan, penampilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan.

Varietas padi yang digunakan sebagai bahan dasar bekatul beras adalah IR 64. Sedangkan varietas jagung yang digunakan sebagai bahan dasar bekatul jagung adalah Arjuna.

Kadar inokulum yang diinokulasikan per kg substrat pada semua jenis perlakuan yaitu 4 g/kg substrat.

Suhu fermentasi adalah suhu lingkungan selama proses fermentasi berlangsung. Suhu dibuat konstan yaitu 30°C.

Mutu tempe gembus adalah kualitas tempe gembus yang dinilai dari sudut gizi dan dari sudut organoleptik. Mutu tempe gembus dianggap baik apabila komposisi zat gizinya lebih tinggi dibandingkan komposisi zat gizi tempe gembus dengan substrat ampas tahu, secara visual memenuhi syarat

(baik dan atau sangat baik), dan dapat diterima oleh panelis.

Kriteria tempe gembus secara visual yang "sangat baik" ialah suatu produk yang kompak dimana seluruh substrat tertutup penuh dengan miselium kapang, berwarna putih dan belum menunjukkan pembentukan spora, beraroma khas tempe gembus dan mudah diiris-iris. Tempe gembus yang "baik" kondisi fisiknya seperti disebut di atas hanya jalinan miseliumnya tidak begitu lebat. Tempe gembus yang "kurang baik" pertumbuhan miseliumnya sedikit, substratnya kurang kompak dan mudah rusak kalau dipotong-potong. Tempe gembus "tidak baik", bila substratnya hampir tidak atau sama sekali tidak ditumbuhi kapang (Gandjar & Slamet, 1972).

Yang dimaksud dapat diterima panelis adalah : panelis mengemukakan respon suka terhadap tempe gembus yang diuji.

4.3 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan untuk membuat tempe gembus adalah ampas tahu, bekatul beras, bekatul jagung, inokulum serbuk biakan murni *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* UICC 116, *Rhizopus oryzae* UICC 128, UICC 116 + UICC 128 [1:1], aquades, asam laktat proanalisis.

Bahan-bahan kimia untuk analisis komposisi zat gizi menggunakan bahan proanalisis buatan Merck.

4.4 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk mempersiapkan sampel dalam penelitian ini adalah : alat kempa ampas tahu, pH meter, inkubator, termometer, oven, mesin pembuat tepung, saringan ukuran 60 mesh.

Alat untuk analisis komposisi zat gizi adalah: neraca analitis, kromatografi gas, satu set alat Kjeldahl, AAS, penganalisis asam amino otomatis, spektrofotometer (data opsional alat lihat Lampiran 4). Untuk menentukan NPU dan kecernaan digunakan tikus putih strain LMR asal Wistar (cara menghitung NPU dan kecernaan lihat Lampiran 5).

Alat pengumpul data untuk uji organoleptik adalah angket (lihat Lampiran 2).

4.5 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan dalam tiga tahap .

4.5.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilaksanakan di Laboratorium Biologi Universitas Mahasaraswati Denpasar pada bulan Agustus 1995 s/d Oktober 1995. Penelitian pendahuluan bertujuan membuat inokulum bubuk, menentukan komposisi *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* dengan *Rhizopus oryzae* untuk inokulum campuran, menentukan kadar inokulum, menentukan perbandingan antara ampas tahu dengan bahan komplemen, menentukan lama fermentasi untuk menghasilkan

tempe gembus yang siap dikonsumsi.

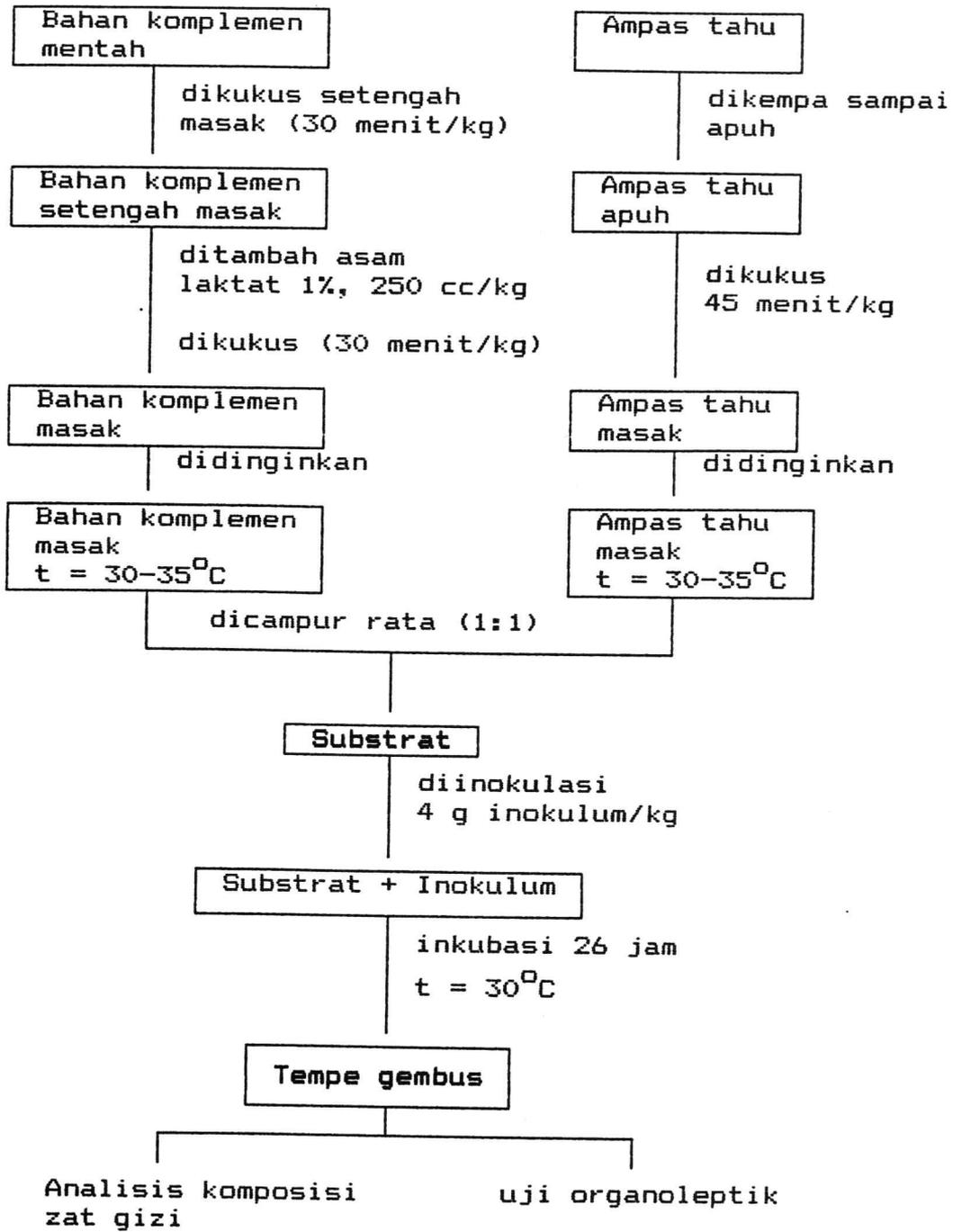
4.5.2 Penelitian Eksperimen

Penelitian eksperimen dilakukan setelah selesai penelitian pendahuluan. Penelitian komposisi zat gizi dilakukan di Laboratorium Gizi Penyakit tidak Menular Departemen Kesehatan RI di Jakarta Pada bulan Pebruari 1996 s/d bulan Juli 1997.

Penelitian eksperimen bertujuan meneliti pengaruh fermentasi yang bervariasi pada jenis substrat, jenis inokulum dan pengaruh fermentasi terhadap komposisi zat gizi dan nilai organoleptik tempe gembus. Secara garis besar penelitian eksperimen ditunjukkan pada Gambar 4.2.

4.5.3 Uji organoleptik

Uji organoleptik dilaksanakan di Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Departemen Perindustrian dan Perdagangan Surabaya pada bulan Agustus 1996. Uji organoleptik dilakukan oleh 8 (delapan) orang panelis terlatih dari laboratorium proses (syarat-syarat panelis terlatih lihat Lampiran 3).



Gambar 4.2. Prosedur Penelitian Eksperimen

4.6 Prosedur Pengumpulan Data

Data kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, asam amino diperoleh dari hasil penelitian laboratorium. Data kadar protein ditentukan dengan metode Kjeldahl. Kadar lipid ditentukan secara gravimetri. Kadar karbohidrat ditentukan dengan cara Luff Schoorl. Kadar Vitamin B1 dan fosfor ditentukan dengan Spektrofotometri. Kadar serat ditentukan menggunakan metode analisis AOAC (AOAC, 1995). Kadar Fe dengan AAS (spektrofotometri serapan atom), kadar asam lemak dengan Gas Kromatografi (Sudarmadji, 1996). Kadar asam amino dengan Penganalisis asam amino otomatis (Rianto, 1987). Sedangkan NPU dan pencernaan ditentukan dengan menggunakan tikus putih strain LMR asal Wistar, dengan metode Miller dan Bender (Miller, 1963).

Data nilai organoleptik diperoleh dari hasil pengisian angket oleh para panelis, setelah panelis mengamati dan mencicipi tempe gembus hasil penelitian.

4.7 Teknik Analisis Data

Data hasil penelitian dikelompokkan menjadi data skala rasio dan data skala ordinal.

4.7.1 Analisis Data Skala Rasio

Data skala rasio yang meliputi kadar : protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, Fe, P, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, asam amino, dianalisis menggunakan uji F (Anava 3

jalur) dilanjutkan dengan uji t ganda. Program analisis yang digunakan adalah seri program statistik Sutrisno Hadi & Yuni Pamardiningsih, UGM Yogyakarta (1997), program analisis variansi 3 jalur (Anava ABC).

4.7.2 Analisis Data Skala Ordinal

Data skala ordinal dari hasil angket, berupa skor hasil pengamatan panelis tentang warna, bau, tekstur, kekompakan, kesan umum pemaparan fisik, rasa, tingkat kesukaan dari tempe gembus hasil penelitian. Data tersebut dianalisis menggunakan uji beda jenjang Friedman dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda. Program analisis yang digunakan adalah seri program statistik Sutrisno Hadi & Yuni Pamardiningsih, UGM Yogyakarta (1997), program uji beda jenjang dari Friedman.

Uji perbandingan berganda adalah uji lanjut yang digunakan setelah uji beda jenjang Friedman. Rumus uji perbandingan berganda adalah sebagai berikut.

$$|\bar{R}_u - \bar{R}_v| \geq \frac{Z_\alpha}{k(k-1)} \sqrt{\frac{k(k+1)}{6N}}$$

Keterangan :

α = 0.05

k = Jumlah perlakuan (dalam penelitian ini = 12)

n = jumlah subyek (8 orang)

$|\bar{R}_u - \bar{R}_v|$ = selisih 2 mean peringkat (Daniel, 1989).

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan :

$$\frac{Z\alpha}{k(k-1)} \sqrt{\frac{k(k+1)}{6N}} = 6.04$$

Apabila selisih 2 mean peringkat ≥ 6.04 ----> berbeda

Apabila selisih 2 mean peringkat ≤ 6.04 ----> tidak berbeda

Ketentuan :

Hipotesis yang diajukan : Ho $\mu_1 = \mu_2$

Ha $\mu_1 \neq \mu_2$

Taraf signifikansi $\alpha = 0.05$

Apabila $p \leq 0,05$ ----> Ho ditolak; Ha diterima

Apabila $p \geq 0,05$ ----> Ho diterima; Ha ditolak

BAB 5**HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS HASIL PENELITIAN****5.1 Hasil Penelitian**

Proses fermentasi menyebabkan perubahan fisis dan biokimia pada substrat, sebagai hasil penguraian mikro-organisme. Dalam penelitian ini diperiksa perubahan fisis dan perubahan biokimia hasil fermentasi tempe gembus.

5.1.1 Perubahan Fisis

Substrat masak yang berupa ampas tahu, campuran ampas tahu + bekatul beras [1:1], campuran ampas tahu + bekatul jagung [1:1], campuran ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung [2:1:1] pada 0 jam fermentasi, pH nya $\pm 5,3$. Kadar air substrat 75-80%. Sesudah 13 jam inkubasi, dengan menggunakan mikroskop sejumlah kecil miselium mulai tampak, dan sesudah 20 jam inkubasi pertumbuhan kapang dapat dilihat dengan jelas pada permukaan atas substrat. Selama periode ini pH substrat yang semula $\pm 5,3$ turun menjadi 5,0 dan suhu naik di atas suhu inkubator, yaitu 35°C . Penurunan pH sesudah 20 jam inkubasi kemungkinan karena terbentuknya asam-asam organik hasil metabolisme kapang. Sesudah 24 jam inkubasi bau khas tempe gembus mulai tercium yaitu suatu bau campuran antara tempe kedele dan tahu. Suhu substrat meningkat sampai 39°C , pH naik menjadi $\pm 5,5$ dan miselium sudah menyebar ke seluruh substrat tetapi jalinan miselium

belum kuat, sehingga bila diiris butiran-butiran substrat masih lepas. Kenaikan pH sesudah 24 jam inkubasi kemungkinan karena kapang menggunakan asam amino sebagai sumber karbon sehingga terjadi deaminasi dari asam amino. Asam-asam organik hasil metabolisme bereaksi dengan alkohol membentuk ester. Meningkatnya suhu selama fermentasi karena proses respirasi oleh kapang. Setelah inkubasi 25 jam substrat sudah menggimbal, pertumbuhan miselium pada permukaan substrat masih tipis. Pada inkubasi 26 jam seluruh substrat tertutup dengan miselium kapang yang putih membentuk suatu masa yang kompak, mudah diiris-iris. Dalam bentuk ini tempe gembus siap dipakai untuk konsumsi. Dalam stadium ini belum ada pembentukan sporangia. Gambar tempe gembus inkubasi 26 jam dapat dilihat pada Lampiran 1. Pada inkubasi 27 jam substrat makin penuh dengan miselia yang berwarna putih, tetapi di beberapa bagian mulai tampak adanya pembentukan sporangia yang masih muda.

5.1.2 Perubahan Biokimia

Perubahan biokimiawi yang diteliti adalah perubahan zat-zat gizi yang meliputi perubahan kadar :protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, Fe, P, serat, NPU, pencernaan, asam-asam lemak, dan asam-asam amino.

Perubahan kadar protein, lipid dan karbohidrat setelah 0 jam dan 26 jam fermentasi disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Kadar rata-rata protein, lipid, karbohidrat, dalam g/100 g bahan kering

Inokulum / Substrat	protein		lipid		karbohidrat	
	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam
Inokulum UICC 116						
A T	10.560	13.190	10.518	8.564	40.743	30.493
A T + B B	17.590	20.180	12.428	10.474	48.332	38.080
A T + B J	18.090	20.615	15.042	13.094	49.285	39.084
A T + B B + B J	17.600	20.270	13.911	11.970	48.433	38.171
Inokulum UICC 128						
A T	10.585	13.205	10.536	8.570	40.477	30.330
A T + B B	17.585	20.145	12.457	10.520	48.384	38.107
A T + B J	18.115	20.625	14.990	13.094	49.338	39.104
A T + B B + B J	17.590	20.305	13.929	11.999	48.487	38.147
Inokulum UICC 116 + UICC 128						
A T	10.580	13.215	10.407	8.565	40.550	30.521
A T + B B	17.545	20.115	12.451	10.509	48.364	38.062
A T + B J	17.995	20.615	15.031	13.082	49.309	39.058
A T + B B + B J	17.455	20.230	13.941	11.952	48.230	38.162

Kadar vitamin B1, besi dan fosfor setelah 0 jam dan 26 jam fermentasi disajikan pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2 Kadar rata-rata vitamin B1 (mcg/100g bahan kering) Fe dan P (mg/100g bahan kering)

Inokulum / Substrat	vitamin B1		besi		fosfor	
	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam
Inokulum UICC 116						
A T	16.575	20.560	8.259	8.327	185.430	186.380
A T + B B	22.475	26.775	22.716	22.744	1515.254	1517.274
A T + B J	27.410	35.880	13.308	13.424	713.291	716.873
A T + B B + B J	35.180	45.735	17.102	17.153	1173.062	1174.831
Inokulum UICC 128						
A T	14.990	21.135	8.226	8.013	187.845	187.755
A T + BB	23.755	28.195	22.162	22.316	1514.689	1516.038
A T + B J	29.700	34.905	14.171	14.346	715.023	714.369
A T + B B + B J	37.005	44.825	17.339	17.441	1171.907	1173.446
Inokulum UICC 116 + UICC 128						
A T	15.335	19.270	8.275	8.236	184.603	185.205
A T + B B	25.085	28.325	22.831	22.903	1514.122	1516.655
A T + B J	31.065	36.845	13.216	13.311	717.693	718.878
A T + B B + B J	38.835	41.415	16.878	16.985	1172.008	1171.164

Kadar serat, NPU, pencernaan setelah 0 jam dan 26 jam fermentasi disajikan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 Kadar rata-rata serat (g/100g bahan kering), NPU, pencernaan

Inokulum / Substrat	serat		NPU		pencernaan	
	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam
Inokulum UICC 116						
A T	28.825	34.095	45	48.5	69	79.5
A T + B B	17.225	22.450	47	51.5	68	83.5
A T + B J	15.205	20.485	47	52	72	82.5
A T + B B + B J	16.775	22.100	47.5	52	72.5	83
Inokulum UICC 128						
A T	28.900	34.205	45.5	48.5	68.5	79
A T + B B	17.195	22.470	47	51.5	72.5	82.5
A T + B J	15.205	20.575	47	51.5	72.5	82
A T + B B + B J	16.800	22.145	47	52	73.5	82.5
Inokulum UICC 116 + UICC 128						
A T	28.885	34.205	45.5	48.5	68.5	79.5
A T + B B	17.210	22.480	47	51.5	72	82.5
A T + B J	15.210	20.515	46	50.5	73	83
A T + B B + B J	16.760	22.145	48	52.5	72	83

Kadar asam lemak yang diteliti meliputi asam palmitat, asam stearat, asam oleat dan asam linoleat. Kadar asam-asam lemak tersebut disajikan pada Tabel 5.4.

Tabel 5.4 Kadar rata-rata asam palmitat, asam stearat, asam oleat dan asam linoleat dalam g/100 g bahan kering

Inokulum / Substrat	Asam Palmitat		Asam Stearat		Asam Oleat		Asam Linoleat	
	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam
Inokulum UICC 116								
A T	1.445	1.050	0.520	0.330	2.170	1.680	4.855	4.260
A T + B B	1.690	1.305	0.895	0.700	3.775	3.280	5.535	4.940
A T + B J	1.890	1.595	0.720	0.580	3.790	3.450	7.730	7.290
A T + B B + B J	1.780	1.390	0.380	0.185	2.850	2.365	6.380	5.840
Inokulum UICC 128								
A T	1.445	1.055	0.505	0.305	2.185	1.685	4.870	4.280
A T + B B	1.710	1.325	0.890	0.695	3.780	3.290	5.540	4.955
A T + B J	1.895	1.605	0.725	0.575	3.790	3.395	7.675	7.265
A T + B B + B J	1.820	1.405	0.380	0.210	2.855	2.365	6.380	5.995
Inokulum UICC 116 + UICC 128								
A T	1.445	1.060	0.520	0.325	2.165	1.680	4.850	4.255
A T + B B	1.705	1.315	0.895	0.705	3.780	3.285	5.535	4.950
A T + B J	1.880	1.640	0.715	0.580	3.790	3.405	7.735	7.340
A T + B B + B J	1.790	1.395	0.385	0.215	2.855	2.415	6.385	5.945

Hasil penelitian kadar asam-asam amino esensial, non esensial dan asam amino total disajikan pada Tabel 5.5.

Tabel 5.5 Kadar rata-rata asam amino esensial, asam amino non esensial, asam amino total dalam mg/100g bahan kering

Inokulum / Substrat	A A Esensial		A A Non Esensial		A A Total	
	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam
Inokulum UICC 116						
A T	4056	5313.5	6247.5	7514.5	10300.5	12828
A T + B B	6891.5	8143	10099.5	11363.5	16991	19506.5
A T + B J	7208.5	8466.5	10407	11672	17615.5	20138
A T + B B + B J	6731	7975	10216	11482.5	16947	19457.5
Inokulum UICC 128						
A T	4055	5309	6251.5	7514.5	10306.5	12823.5
A T + B B	6893	8144.5	10096.5	11363.5	16989.5	19508
A T + B J	7210.5	8465	10402	11666.5	17612.5	20131.5
A T + B B + B J	6727	7979	10233	11481.5	16945	18960.5
Inokulum UICC 116 + UICC 128						
A T	4058	5314.5	6246	7518.5	10304	12833
A T + B B	6893	8138.5	10096.5	11370.5	16989.5	19509
A T + B J	7208	8462	10403	11669.5	17611	20131.5
A T + B B + B J	6726.5	7960.5	10216.5	11477	16945	19457.5

Kadar rata-rata masing-masing jenis asam amino disajikan pada Tabel 5.6 dan Tabel 5.7.

Tabel 5.6

		triptofan	
		7 jam	26 jam
Substrat			
Inokulum U	1		446.5
A T	U		828
A T + B B	7		694
A T + B J	7		671.5
Inokulum U	1.5	446.5	
A T	U 3.5		829
A T + B B	1		696
A T + B J	5.5		671.5
A T + B B			
Inokulum U	4	449	
+ UICC 12	4.5	827.5	
A T	29		695
A T + B B	5		671.5
A T + B J			
A T + B B			

Tabel 5.7

		stein		arginin		histidin	
		26 jam	0 jam	26 jam	0 jam	26 jam	26 jam
Substrat							
Inokulum U		186	502.5	805.5	247.5	360	
A T		365	952.5	1258	407	529	
A T + B B		349.5	903.5	1204.5	467.5	589	
A T + B J		359	928.5	1228	440	561	
A T + B B							
Inokulum U		186.5	503.5	805	247	360.5	
A T		367	957.5	1259	407.5	525.5	
A T + B B		348.5	903	1204.5	467	588.5	
A T + B J		350.5	929	1229	439	560	
A T + B B							
Inokulum U		186.5	502	805	248	370	
+ UICC 12		366.5	957	1258.5	407	529	
A T		353	904.5	1205.5	469	589.5	
A T + B B		357	929.5	1229.5	440.5	562	
A T + B J							
A T + B B							

5.2 Analisis Hasil Penelitian

Data hasil penelitian ada dua kelompok, yaitu data skala rasio dan data skala ordinal

5.2.1 Analisis Data Skala rasio

Data skala rasio dianalisis menggunakan program analisis variansi 3 jalur (ANAVA ABC).

Hasil uji F antar jenis substrat untuk parameter yang diteliti disajikan pada Tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Uji F Antar Jenis Substrat

Sumber variasi	Variabel	F	P
Antar jenis substrat	protein	6937.451	< 0.05
	lipid	719.173	< 0.05
	karbohidrat	22005.740	< 0.05
	vitamin B1	316.331	< 0.05
	besi	1589.567	< 0.05
	fosfor	771610.000	< 0.05
	serat	68622.950	< 0.05
	NPU	10.525	< 0.05
	kecernaan	8.043	< 0.05
	asam palmitat	94.406	< 0.05
	asam stearat	315.674	< 0.05
	asam oleat	768.857	< 0.05
	asam linoleat	753.363	< 0.05
	a.a esensial	764575.000	< 0.05
	a.a nonesensial	759848.600	< 0.05
	a.a total	6918.020	< 0.05
	treonin	91191.920	< 0.05
	leusin	126871.700	< 0.05
	isoleusin	357411.400	< 0.05
	valin	138620.200	< 0.05
	lisin	8698.672	< 0.05
	metionin	109099.900	< 0.05
	fenilalanin	123552.400	< 0.05
	triptofan	87958.020	< 0.05
	tirosin	21927.730	< 0.05
	alanin	144107.800	< 0.05
	aspartat	212384.100	< 0.05
	glutamat	545143.400	< 0.05
	glisin	25156.740	< 0.05
	prolin	229768.400	< 0.05
	serin	19493.180	< 0.05
sistein	14976.670	< 0.05	
arginin	99515.120	< 0.05	
histidin	21876.190	< 0.05	

Keterangan : (lihat hal 62)

A2 - A4		A3 - A4		
t	p	t	p	
0.05	-0.795	> 0.05	7.142	< 0.05
0.05	-14.294	< 0.05	10.695	< 0.05
0.05	-2.426	< 0.05	22.798	< 0.05
0.05	-19.273	< 0.05	-10.290	< 0.05
0.05	25.464	< 0.05	-16.410	< 0.05
0.05	369.535	< 0.05	-492.147	< 0.05
0.05	11.311	< 0.05	-46.764	< 0.05
0.05	-1.213	> 0.05	-1.516	> 0.05
0.05	-1.066	> 0.05	-0.291	> 0.05
0.05	-2.893	< 0.05	5.049	< 0.05
0.05	27.951	< 0.05	19.774	< 0.05
0.05	22.419	< 0.05	24.176	< 0.05
0.05	-13.883	< 0.05	20.634	< 0.05
0.05	69.666	< 0.05	205.284	< 0.05
0.05	-36.915	< 0.05	57.106	< 0.05
0.05	2.226	< 0.05	12.903	< 0.05
0.05	-165.254	< 0.05	171.296	< 0.05
0.05	-63.846	< 0.05	148.995	< 0.05
0.05	-22.905	< 0.05	41.835	< 0.05
0.05	115.940	< 0.05	102.921	< 0.05
0.05	10.206	< 0.05	-11.072	< 0.05
0.05	50.321	< 0.05	-42.551	< 0.05
0.05	82.891	< 0.05	61.125	< 0.05
0.05	208.791	< 0.05	30.948	< 0.05
0.05	-22.246	< 0.05	80.842	< 0.05
0.05	-111.161	< 0.05	115.672	< 0.05
0.05	-49.751	< 0.05	46.789	< 0.05
0.05	156.324	< 0.05	-88.455	< 0.05
0.05	4.946	< 0.05	-0.399	< 0.05
0.05	-109.750	< 0.05	65.123	< 0.05
0.05	21.982	< 0.05	-21.018	< 0.05
0.05	8.397	< 0.05	-8.480	< 0.05
0.05	29.336	< 0.05	-25.691	< 0.05
0.05	-34.949	< 0.05	29.729	< 0.05

Hipotesis 1

Jenis substrat berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.

Berdasarkan hasil uji F dari Tabel 5.8 dan uji t ganda dari Tabel 5.9, maka : hipotesis 1 diterima ($p < 0.05$).

Simpulan :

Jenis substrat berpengaruh signifikan terhadap mutu tempe gembus dilihat dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, pencernaan asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial dan asam amino total ($p < 0.05$), kecuali nilai NPU dan pencernaan antara substrat A2-A3; A2-A4; A3-A4 tidak terdapat perbedaan.

Hasil uji F untuk jenis inokulum disajikan pada Tabel 5.10.

Hasil analisis lanjutan dengan menggunakan uji t ganda ditunjukkan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.10 Hasil uji F antar jenis inokulum

Sumber variasi	Variasi	F	P
Antar jenis inokulum	protein	0.539	> 0.05
	lipid	0.025	> 0.05
	karbohidrat	0.422	> 0.05
	vitamin B1	0.586	> 0.05
	besi	0.456	> 0.05
	fosfor	0.052	> 0.05
	serat	1.095	> 0.05
	NPU	0.011	> 0.05
	kecernaan	0.202	> 0.05
	asam palmitat	0.159	> 0.05
	asam stearat	0.097	> 0.05
	asam oleat	0.006	> 0.05
	asam linoleat	0.080	> 0.05
	a.a esensial	0.023	> 0.05
	a.a nonesensial	0.093	> 0.05
	a.a total	1.043	> 0.05
	treonin	0.511	> 0.05
	leusin	0.629	> 0.05
	isoleusin	1.989	> 0.05
	valin	1.931	> 0.05
	lisin	2.058	> 0.05
	metionin	1.392	> 0.05
	fenilalanin	0.456	> 0.05
	triptofan	0.898	> 0.05
	tirosin	0.833	> 0.05
	alanin	0.159	> 0.05
	aspartat	0.025	> 0.05
	glutamat	0.109	> 0.05
	glisin	0.290	> 0.05
	prolin	0.794	> 0.05
	serin	0.050	> 0.05
	sistein	0.236	> 0.05
	arginin	0.976	> 0.05
histidin	1.691	> 0.05	

Keterangan:

Jenis inokulum : B1 = UICC 116
 B2 = UICC 128
 B3 = UICC 116 + UICC 128 (1:1)

Tabel 5.11 Hasil uji t ganda antar jenis inokulum

Variabel	Sumber Variasi					
	B1 - B2		B1 - B3		B2 - B3	
	t	p	t	p	t	p
protein	-0.142	> 0.05	0.819	> 0.05	0.962	> 0.05
lipid	-0.129	> 0.05	0.091	> 0.05	0.221	> 0.05
karbohidrat	0.915	> 0.05	0.385	> 0.05	-0.531	> 0.05
vitamin B1	-0.740	> 0.05	-1.055	> 0.05	-0.314	> 0.05
besi	-0.661	> 0.05	0.266	> 0.05	0.927	> 0.05
fosfor	0.206	> 0.05	0.319	> 0.05	0.113	> 0.05
serat	-1.424	> 0.05	-1.062	> 0.05	0.361	> 0.05
NPU	0.000	> 0.05	0.131	> 0.05	0.131	> 0.05
kecernaan	-0.504	> 0.05	-0.587	> 0.05	-0.084	> 0.05
asam palmitat	-0.544	> 0.05	-0.402	> 0.05	0.142	> 0.05
asam stearat	0.200	> 0.05	-0.240	> 0.05	-0.440	> 0.05
asam oleat	0.053	> 0.05	-0.053	> 0.05	-0.106	> 0.05
asam linoleat	-0.330	> 0.05	-0.363	> 0.05	-0.033	> 0.05
a.a esensial	0.092	> 0.05	0.214	> 0.05	0.123	> 0.05
a.a nonesensial	-0.289	> 0.05	0.133	> 0.05	0.423	> 0.05
a.a total	1.259	> 0.05	0.016	> 0.05	-1.243	> 0.05
treonin	1.010	> 0.05	0.551	> 0.05	-0.459	> 0.05
leusin	-0.561	> 0.05	-1.122	> 0.05	-0.561	> 0.05
isoleusin	0.164	> 0.05	1.803	> 0.05	1.639	> 0.05
valin	0.533	> 0.05	1.905	> 0.05	1.371	> 0.05
lisin	1.668	> 0.05	1.834	> 0.05	0.167	> 0.05
metionin	-1.495	> 0.05	-1.389	> 0.05	0.107	> 0.05
fenilalanin	-0.079	> 0.05	-0.864	> 0.05	-0.785	> 0.05
triptofan	-1.053	> 0.05	-1.244	> 0.05	-0.191	> 0.05
tirosin	1.118	> 0.05	1.118	> 0.05	0.000	> 0.05
alanin	0.156	> 0.05	0.547	> 0.05	0.391	> 0.05
aspartat	0.000	> 0.05	0.192	> 0.05	0.192	> 0.05
glutamat	0.441	> 0.05	0.088	> 0.05	-0.353	> 0.05
glisin	-0.691	> 0.05	-0.069	> 0.05	0.622	> 0.05
prolin	1.130	> 0.05	1.049	> 0.05	-0.081	> 0.05
serin	-0.303	> 0.05	-0.228	> 0.05	0.076	> 0.05
sistein	-0.654	> 0.05	-0.509	> 0.05	0.145	> 0.05
arginin	-1.127	> 0.05	-1.278	> 0.05	-0.150	> 0.05
histidin	0.919	> 0.05	-0.919	> 0.05	-1.839	> 0.05

Hipotesis 2

Jenis inokulum yang digunakan pada pembuatan tempe gembus berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.

Berdasarkan hasil dari Tabel 5.10 dan Tabel 5.11, maka : hipotesis 2 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Tidak ada perbedaan pengaruh jenis inokulum secara signifikan terhadap mutu tempe gembus dilihat dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor,

serat, NPU, pencernaan, asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial dan asam amino total ($p > 0.05$).

Hasil uji F yang bertujuan menguji perbedaan pengaruh fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus ditunjukkan pada Tabel 5.12.

Tabel 5.12 Hasil uji F antar fermentasi

Sumber variasi	Variabel	F	P
Antar waktu fermentasi	protein	3709.970	< 0.05
	lipid	702.760	< 0.05
	karbohidrat	140434.600	< 0.05
	vitamin B1	105.000	< 0.05
	besi	0.154	> 0.05
	fosfor	3.145	> 0.05
	serat	48814.670	< 0.05
	NPU	117.259	< 0.05
	pencernaan	310.122	< 0.05
	asam palmitat	282.527	< 0.05
	asam stearat	192.773	< 0.05
	asam oleat	251.757	< 0.05
	asam linoleat	121.224	< 0.05
	a.a esensial	565780.000	< 0.05
	a.a nonesensial	304006.800	< 0.05
	a.a total	3588.192	< 0.05
	treonin	102719.900	< 0.05
	leusin	82417.160	< 0.05
	isoleusin	218733.200	< 0.05
	valin	75007.900	< 0.05
	lisin	42834.640	< 0.05
	metionin	2532.240	< 0.05
	fenilalanin	170503.100	< 0.05
	triptofan	14980.020	< 0.05
	tirosin	9888.287	< 0.05
	alanin	85087.470	< 0.05
	aspartat	64676.330	< 0.05
glutamat	12282.420	< 0.05	
glisin	2734.564	< 0.05	
prolin	856720.900	< 0.05	
serin	1143.216	< 0.05	
sistein	5042.351	< 0.05	
arginin	197320.100	< 0.05	
histidin	33054.890	< 0.05	

Keterangan :

Fermentasi : C1 = 0 jam inkubasi
C2 = 26 jam inkubasi

Hasil uji lanjutan Anava dengan menggunakan uji t ganda antar fermentasi ditunjukkan pada Tabel 5.13.

Tabel 5.13 Hasil uji t ganda antar fermentasi

Variabel	Sumber Variasi	
	C1 - C2	
	t	p
protein	-60.910	< 0.05
lipid	26.510	< 0.05
karbohidrat	374.746	< 0.05
vitamin B1	10.247	< 0.05
besi	-0.393	> 0.05
fosfor	-1.773	> 0.05
serat	-220.940	< 0.05
NPU	-10.829	< 0.05
kecernaan	-17.610	< 0.05
asam palmitat	16.809	< 0.05
asam stearat	13.884	< 0.05
asam oleat	15.867	< 0.05
asam linoleat	11.010	< 0.05
a.a esensial	-752.183	< 0.05
a.a nonesensial	-551.368	< 0.05
a.a total	-59.902	< 0.05
treonin	-320.499	< 0.05
leusin	-287.084	< 0.05
isoleusin	-467.689	< 0.05
valin	-273.876	< 0.05
lisin	-206.965	< 0.05
metionin	-50.321	< 0.05
fenilalanin	-412.920	< 0.05
triptofan	-122.393	< 0.05
tirosin	99.440	< 0.05
alanin	-291.698	< 0.05
aspartat	-254.315	< 0.05
glutamat	110.826	< 0.05
glisin	52.293	< 0.05
prolin	-925.592	< 0.05
serin	33.811	< 0.05
sistein	-71.010	< 0.05
arginin	-444.207	< 0.05
histidin	-181.810	< 0.05

Hipotesis 3

Fermentasi pada pembuatan tempe gembus berpengaruh terhadap mutu gizi tempe gembus.

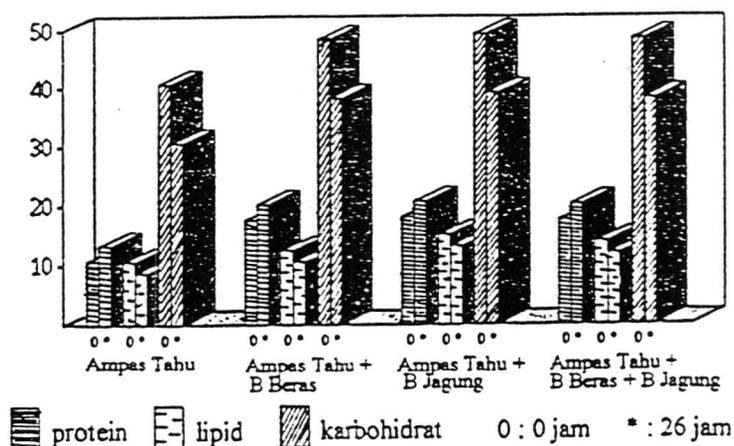
Berdasarkan hasil dari Tabel 5.12 dan Tabel 5.13, maka : hipotesis 3 diterima ($p < 0.05$), kecuali untuk kadar Fe dan P .

Simpulan :

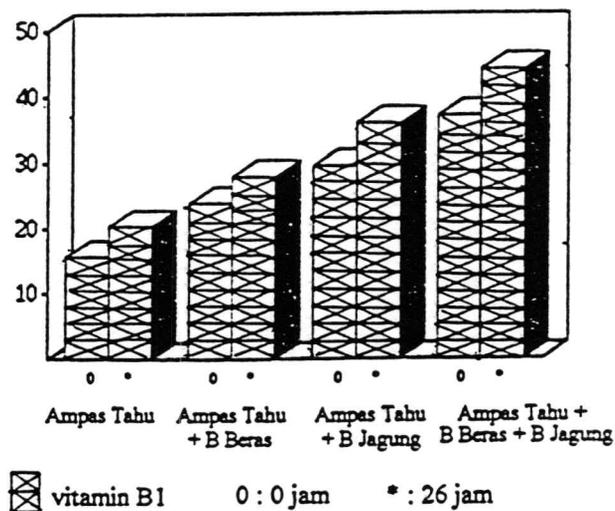
Fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap mutu gizi tempe gembus dilihat dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial, asam amino total ($p < 0.05$).

Fermentasi tidak memberikan pengaruh yang berbeda terhadap mutu gizi tempe gembus ditinjau dari kadar besi dan fosfor.

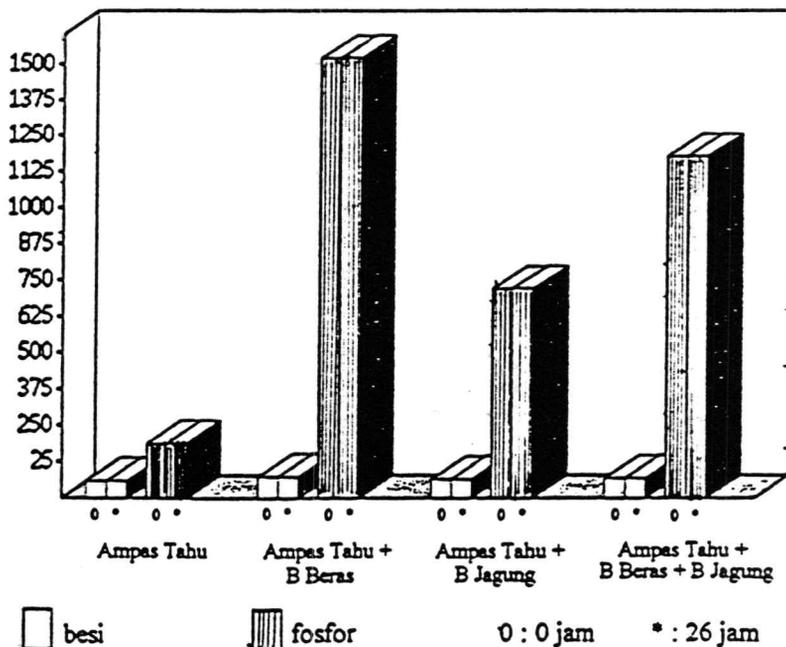
Visualisasi hasil proses fermentasi pembuatan tempe gembus dengan menggunakan empat jenis substrat (ampas tahu, ampas tahu + bekatul beras, ampas tahu + bekatul jagung, ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung); tiga jenis inokulum (UICC 116, UICC 128, UICC 116 + UICC 128); dua macam pengukuran fermentasi (0 jam, 26 jam) ditunjukkan pada Gambar 5.1 sampai dengan Gambar 5.18.



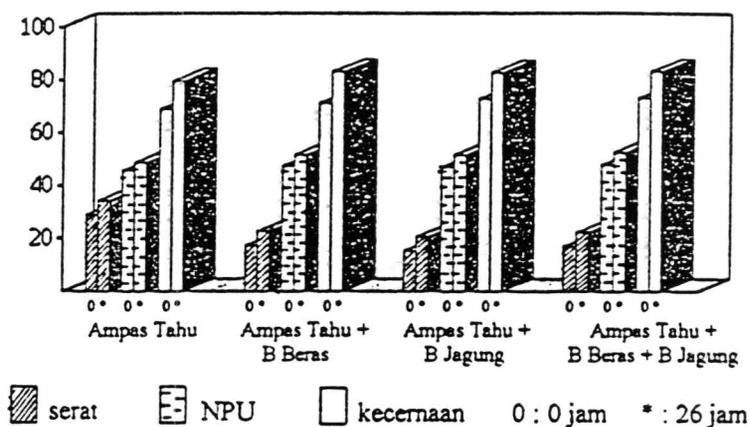
Gambar 5.1 Perbandingan perubahan protein, lipid, karbohidrat, dengan substrat yang berbeda



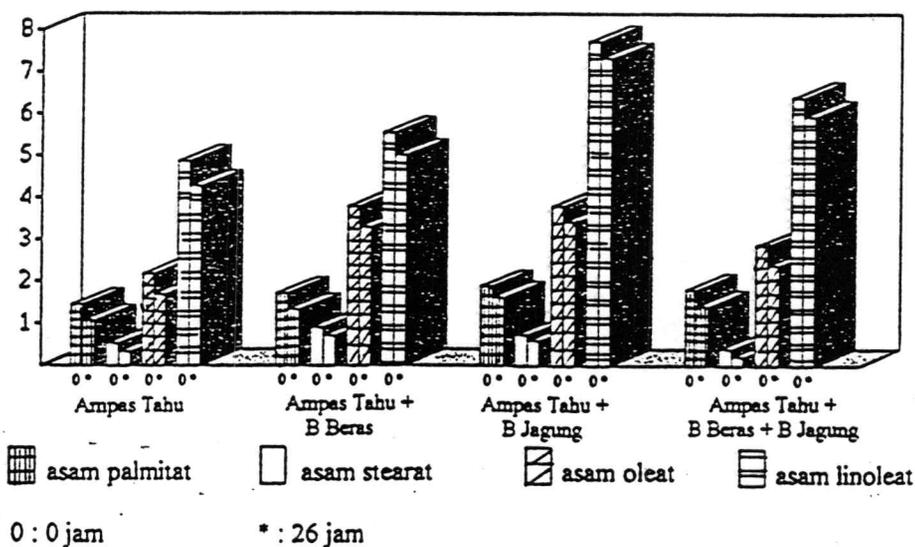
Gambar 5.2 Perbandingan perubahan vitamin B1, dengan substrat yang berbeda



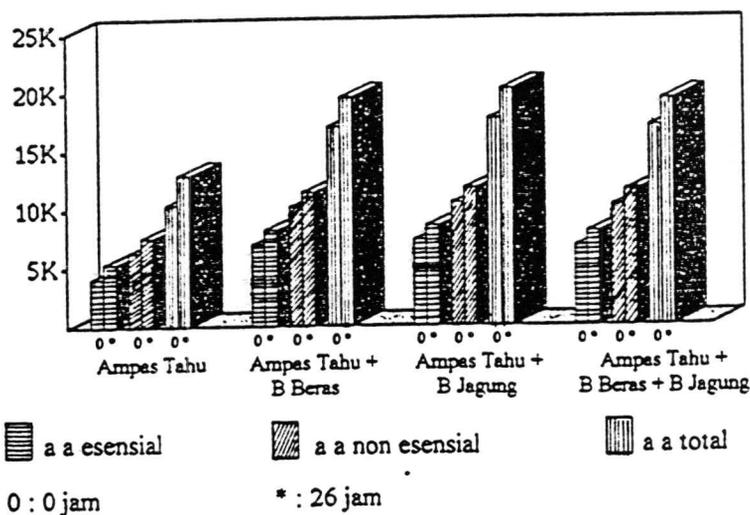
Gambar 5.3 Perbandingan perubahan besi, fosfor, dengan substrat yang berbeda



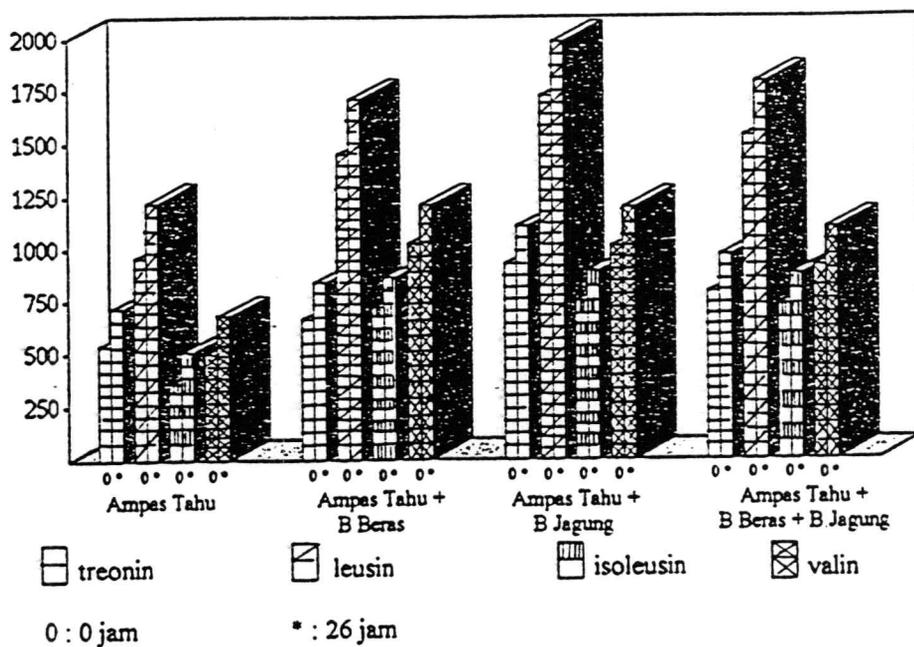
Gambar 5.4 Perbandingan perubahan serat, NPU, kecernaan dengan substrat yang berbeda



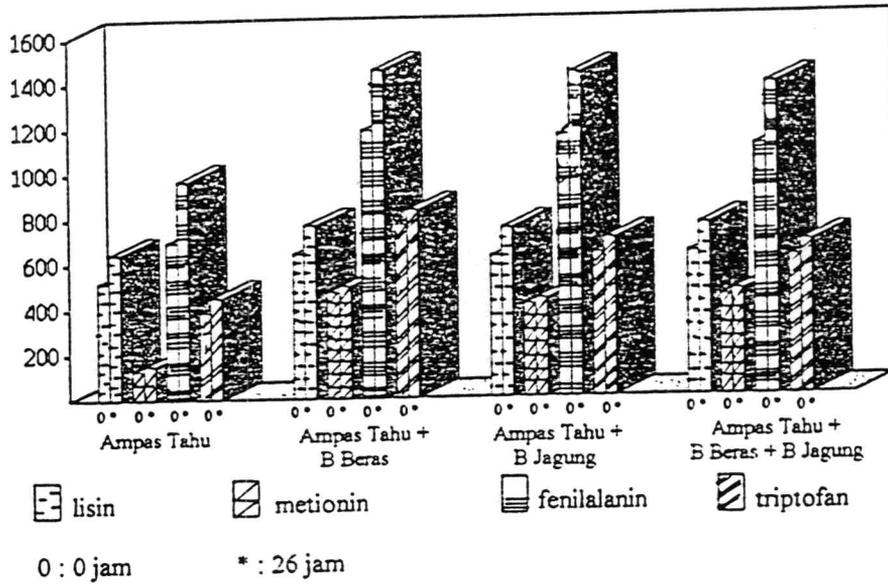
Gambar 5.5 Perbandingan perubahan asam palmitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat dengan substrat yang berbeda



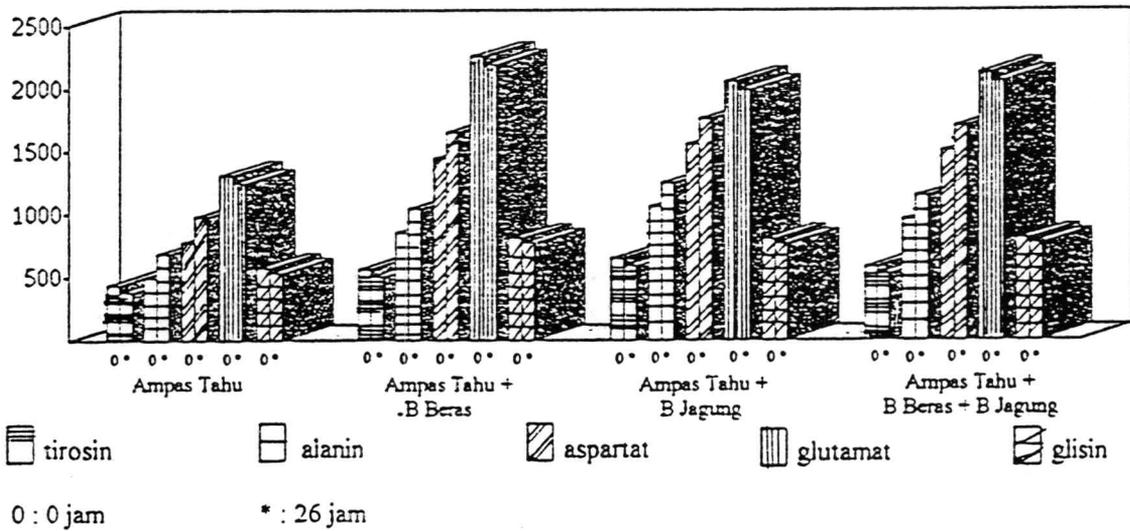
Gambar 5.6 Perbandingan perubahan asam amino esensial, asam amino nonesensial, asam amino total dengan substrat yang berbeda



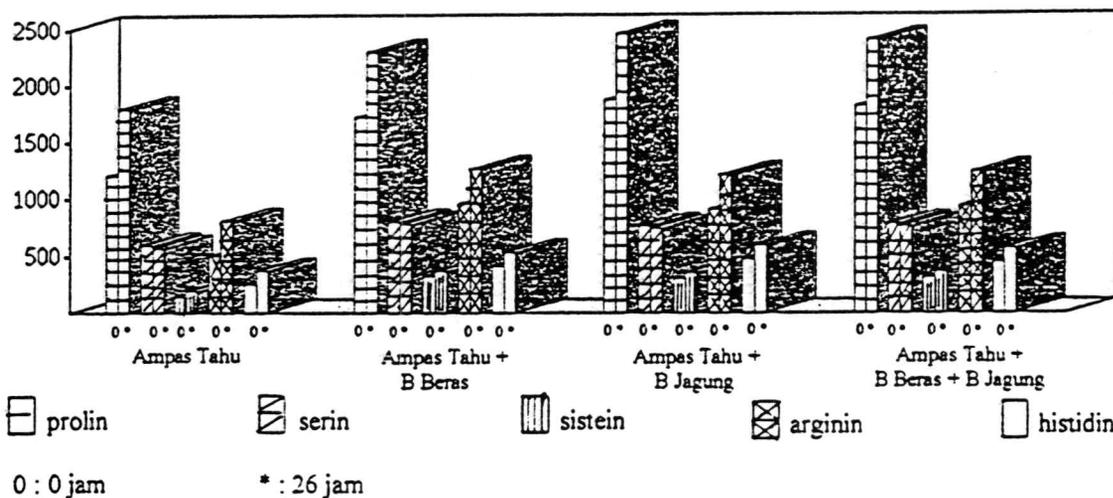
Gambar 5.7 Perbandingan perubahan treonin, leusin, isoleusin, valin, dengan substrat yang berbeda



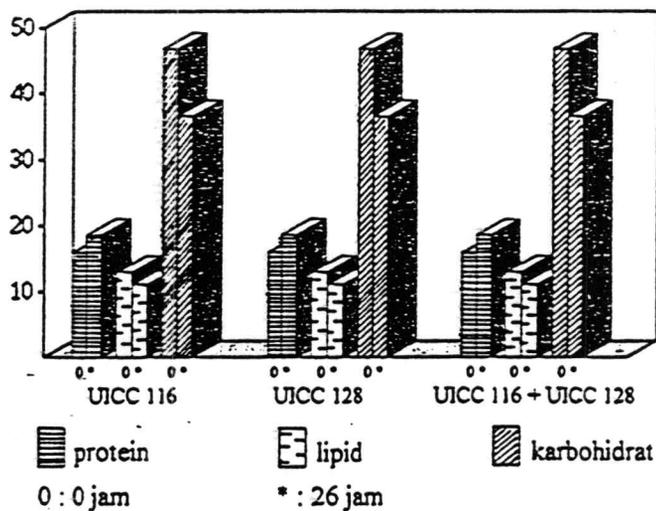
Gambar 5.8 Perbandingan perubahan lisin, metionin, fenilalanin, triptofan dengan substrat yang berbeda



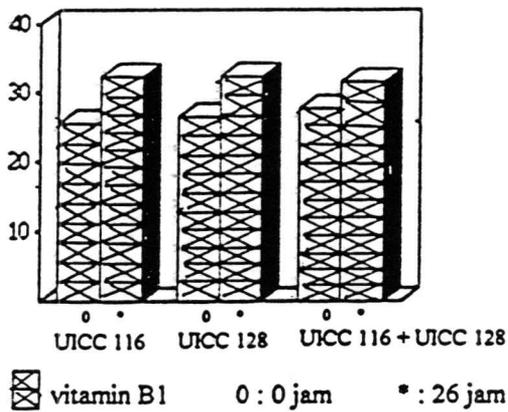
Gambar 5.9 Perbandingan perubahan tirosin, alanin, aspartat, glutamat, glisin, dengan substrat yang berbeda



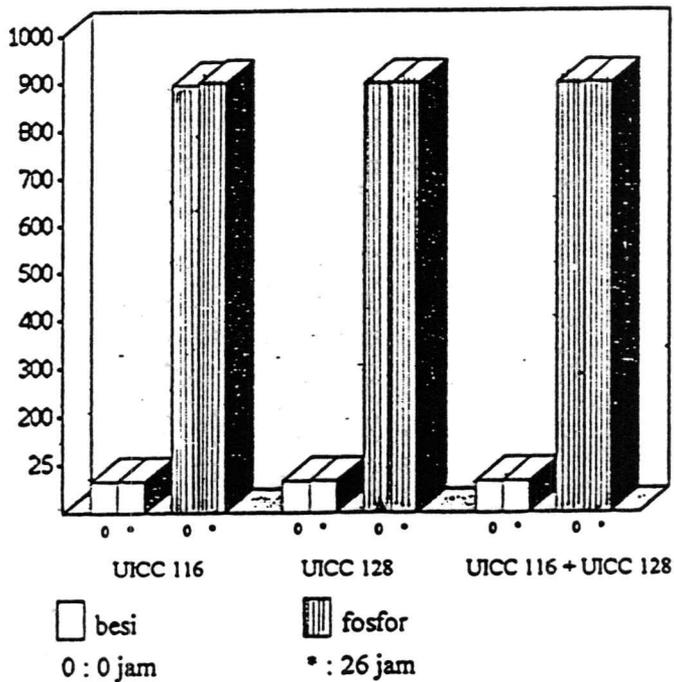
Gambar 5.10 Perbandingan perubahan prolin, serin, sistein, arginin, histidin, dengan substrat yang berbeda



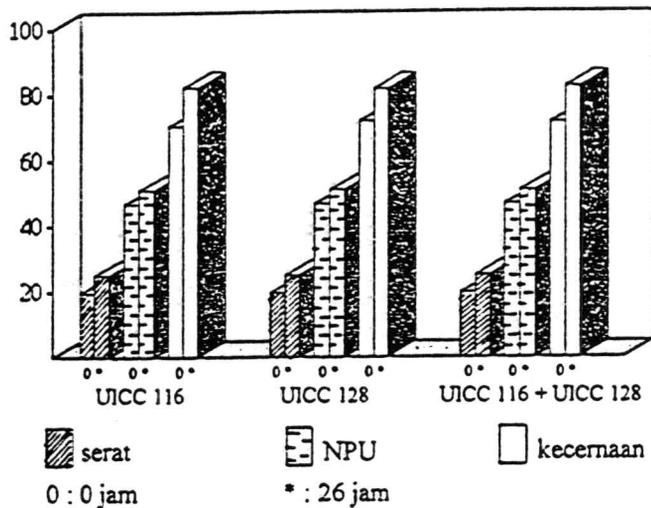
Gambar 5.11 Perbandingan perubahan protein, lipid, karbohidrat dengan inokulum yang berbeda



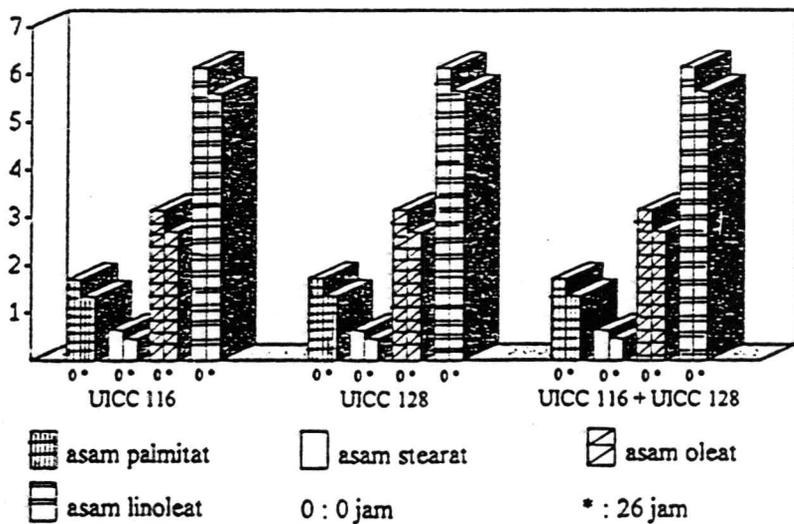
Gambar 5.12 Perbandingan perubahan vitamin B1, dengan inokulum yang berbeda



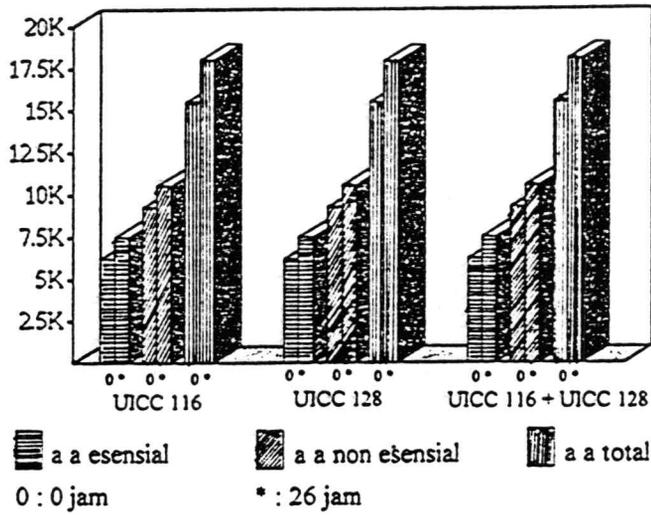
Gambar 5.13 Perbandingan perubahan besi, fosfor, dengan inokulum yang berbeda



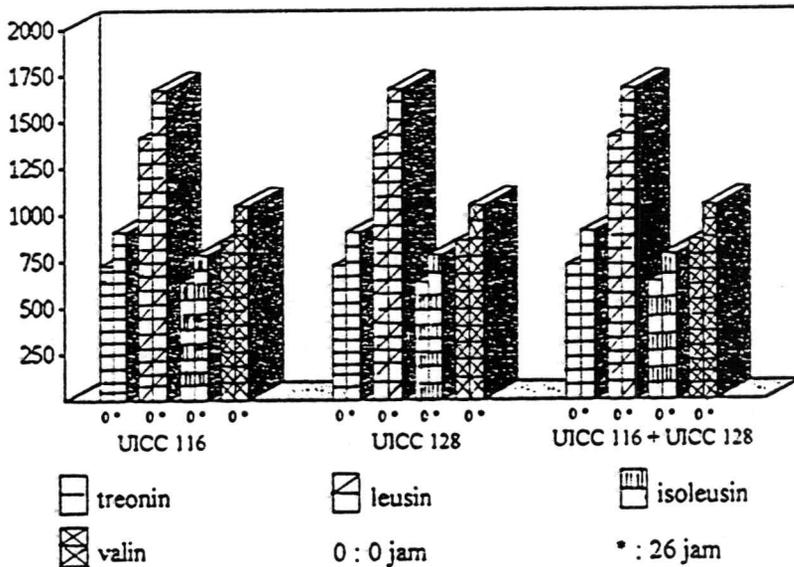
Gambar 5.14 Perbandingan perubahan seraf, NPU, pencernaan, dengan inokulum yang berbeda



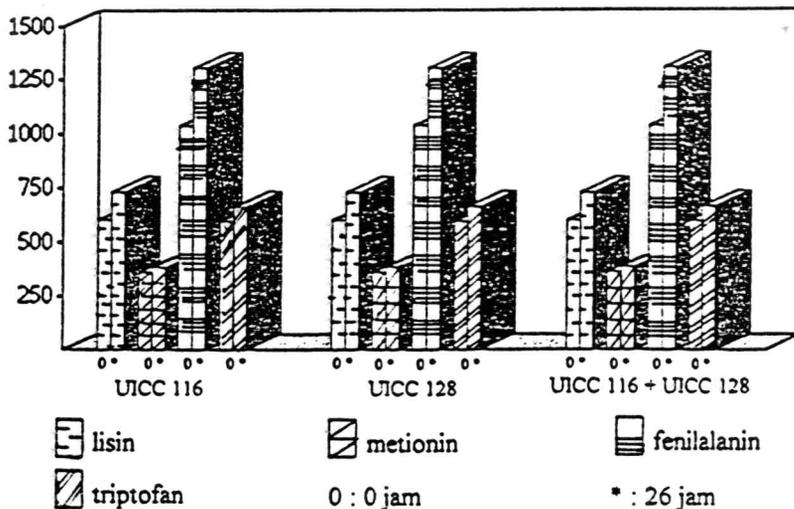
Gambar 5.15 Perbandingan perubahan asam paimitat, asam stearat, asam oleat, asam linoleat, dengan inokulum yang berbeda



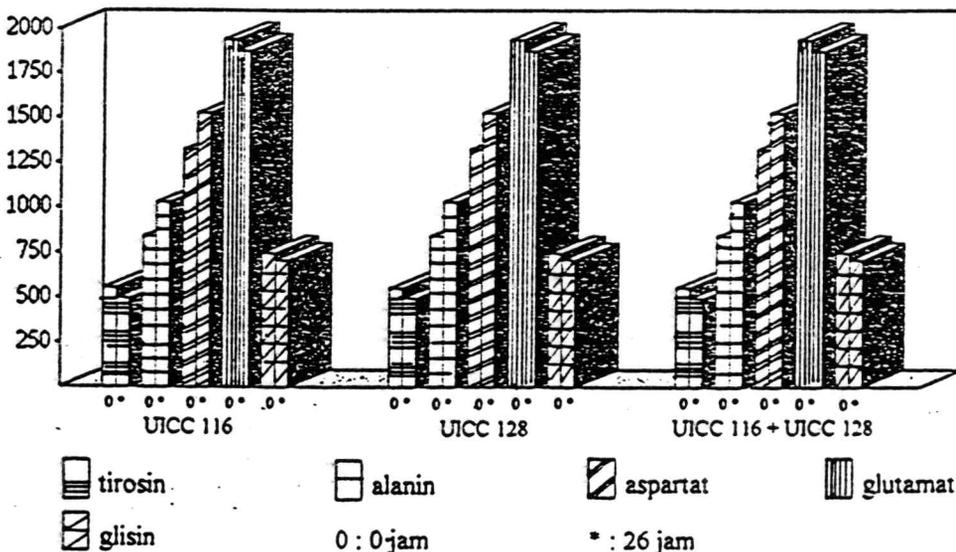
Gambar 5.16 Perbandingan perubahan asam amino esensial, asam amino nonesensial, asam amino total, dengan inokulum yang berbeda



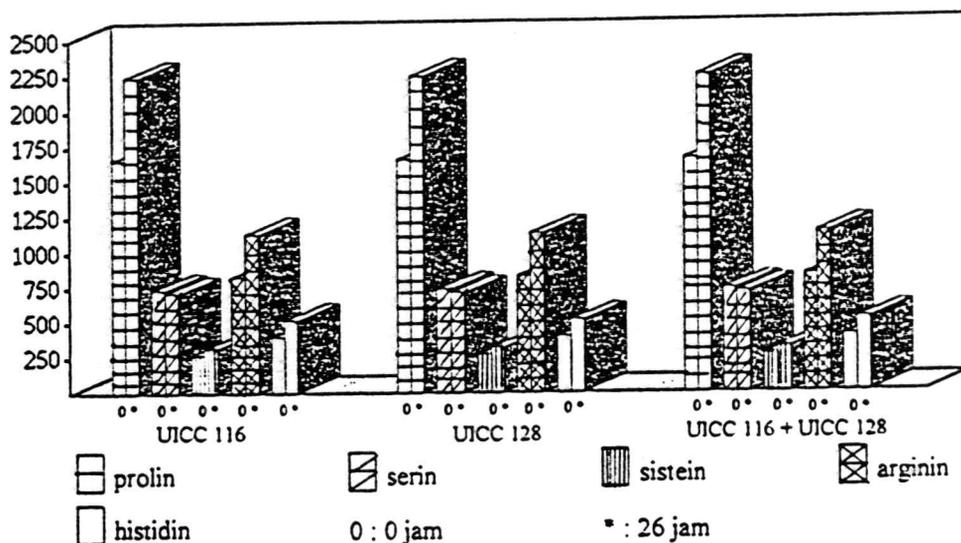
Gambar 5.17 Perbandingan perubahan treonin, leusin, isoleusin, valin, dengan inokulum yang berbeda



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



Gambar 5.19 Perbandingan perubahan tirosin, alanin, aspartat, glutamat, glisin, dengan inokulum yang berbeda



Gambar 5.20 Perbandingan perubahan prolin, serin, sistein, arginin, histidin, dengan inokulum yang berbeda

Pengujian untuk mengetahui interaksi jenis substrat dengan jenis inokulum memberikan hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 5.14

Hipotesis 4

Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dan jenis inokulum terhadap mutu gizi tempe gembus.

Dari data Tabel 5.14, maka hipotesis 4 ditolak ($p > 0.05$)

Simpulan :

Mutu gizi tempe gembus dilihat dari kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial dan asam amino total tidak dipengaruhi oleh interaksi jenis substrat dengan jenis inokulum ($p > 0.05$).

Tabel 5.14 Hasil uji F interaksi jenis substrat dengan jenis inokulum

Sumber variasi	Variabel	F	P
Inter jenis substrat X jenis inokulum	protein	0.142	> 0.05
	lipid	0.033	> 0.05
jenis inokulum	karbohidrat	1.767	> 0.05
	vitamin B1	0.981	> 0.05
	besi	2.116	> 0.05
	fosfor	1.968	> 0.05
	serat	0.310	> 0.05
	NPU	0.456	> 0.05
	kecernaan	0.296	> 0.05
	asam palmitat	0.039	> 0.05
	asam stearat	0.116	> 0.05
	asam oleat	0.066	> 0.05
	asam linoleat	0.106	> 0.05
	a.a esensial	0.358	> 0.05
	a.a nonesensial	0.755	> 0.05
	a.a total	0.996	> 0.05
	treonin	0.234	> 0.05
	leusin	1.887	> 0.05
	isoleusin	1.882	> 0.05
	valin	0.589	> 0.05
	lisin	0.587	> 0.05
	metionin	0.418	> 0.05
	fenilalanin	0.358	> 0.05
	triptofan	1.596	> 0.05
	tirosin	0.353	> 0.05
	alanin	0.669	> 0.05
	aspartat	0.248	> 0.05
	glutamat	1.369	> 0.05
	glisin	0.464	> 0.05
	prolin	0.638	> 0.05
	serin	0.653	> 0.05
	sistein	0.593	> 0.05
	arginin	0.534	> 0.05
	histidin	0.094	> 0.05

Pengujian pengaruh interaksi jenis substrat dengan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus, diperoleh hasil seperti ditunjukkan pada Tabel 5.15

Tabel 5.15 Hasil uji F interaksi jenis substrat dengan fermentasi

Sumber variasi	Variabel	F	P
Inter jenis substrat x waktu fermentasi	protein	0.762	> 0.05
	lipid	0.010	> 0.05
	karbohidrat	1.795	> 0.05
	vitamin B1	1.740	> 0.05
	besi	0.075	> 0.05
	fosfor	0.244	> 0.05
	serat	0.683	> 0.05
	NPU	0.839	> 0.05
	kecernaan	0.556	> 0.05
	asam palmitat	1.859	> 0.05
	asam stearat	0.943	> 0.05
	asam oleat	0.976	> 0.05
	asam linoleat	1.022	> 0.05
	a.a esensial	1.062	> 0.05
	a.a nonesensial	1.086	> 0.05
	a.a total	1.114	> 0.05
	treonin	0.375	> 0.05
	leusin	0.607	> 0.05
	isoleusin	0.024	> 0.05
	valin	0.148	> 0.05
	lisin	0.309	> 0.05
	metionin	0.434	> 0.05
	fenilalanin	1.890	> 0.05
	triptofan	0.562	> 0.05
	tirosin	0.132	> 0.05
	alanin	0.239	> 0.05
	aspartat	1.473	> 0.05
	glutamat	0.353	> 0.05
	glisin	0.232	> 0.05
	prolin	0.098	> 0.05
	serin	1.089	> 0.05
	sistein	0.517	> 0.05
	arginin	1.019	> 0.05
histidin	0.047	> 0.05	

Hipotesis 5

Ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus

Dari data Tabel 5.15 maka hipotesis 5 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Mutu gizi tempe gembus ditinjau dari parameter kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, kecernaan, asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial dan asam amino total tidak dipengaruhi

oleh interaksi jenis substrat dengan fermentasi ($p > 0.05$).

Pengujian untuk mencari pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan lama fermentasi ditunjukkan pada Tabel 5.16

Tabel 5.16 Hasil uji F interaksi jenis inokulum dengan fermentasi

Sumber variasi	Variabel	F	P
Inter jenis inokulum x waktu fermentasi	protein	0.136	> 0.05
	lipid	0.007	> 0.05
	karbohidrat	0.054	> 0.05
	vitamin B1	2.586	> 0.05
	besi	0.000	> 0.05
	fosfor	0.510	> 0.05
	serat	0.425	> 0.05
	NPU	0.01	> 0.05
	kecernaan	0.906	> 0.05
	asam palmitat	0.061	> 0.05
	asam stearat	0.033	> 0.05
	asam oleat	0.038	> 0.05
	asam linoleat	0.123	> 0.05
	a.a esensial	0.008	> 0.05
	a.a nonesensial	0.840	> 0.05
	a.a total	1.045	> 0.05
	treonin	0.376	> 0.05
	leusin	0.780	> 0.05
	isoleusin	0.233	> 0.05
	valin	0.027	> 0.05
	lisin	0.074	> 0.05
	metionin	0.053	> 0.05
	fenilalanin	0.078	> 0.05
	triptofan	0.018	> 0.05
	tirosin	0.104	> 0.05
	alanin	0.452	> 0.05
	aspartat	0.069	> 0.05
	glutamat	0.192	> 0.05
	glisin	0.296	> 0.05
	prolin	0.265	> 0.05
	serin	0.311	> 0.05
	sistein	0.384	> 0.05
arginin	0.252	> 0.05	
histidin	0.204	> 0.05	

Hipotesis 6

Ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus. Berdasarkan hasil uji F pada Tabel 5.16 maka hipotesis 6 ditolak ($p > 0.05$).

Simpulan :

Mutu gizi tempe gembus ditinjau dari parameter kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial, asam amino total tidak dipengaruhi oleh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi ($p > 0.05$).

Pengujian untuk mencari pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, lama fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus diperoleh hasil seperti pada Tabel 5.17

Tabel 5.17 Hasil uji F interaksi jenis substrat \times jenis inokulum \times fermentasi

Sumber variasi	Variabel	F	P
Inter jenis substrat \times jenis inokulum \times waktu fermentasi	protein	0.054	> 0.05
	lipid	0.032	> 0.05
	karbohidrat	0.553	> 0.05
	vitamin B1	1.181	> 0.05
	besi	0.032	> 0.05
	fosfor	0.295	> 0.05
	serat	0.075	> 0.05
	NPU	0.057	> 0.05
	kecernaan	0.499	> 0.05
	asam palmitat	0.047	> 0.05
	asam stearat	0.040	> 0.05
	asam oleat	0.044	> 0.05
	asam linoleat	0.049	> 0.05
	a.a esensial	0.466	> 0.05
	a.a nonesensial	0.414	> 0.05
	a.a total	0.984	> 0.05
	treonin	0.189	> 0.05
	leusin	0.908	> 0.05
	isoleusin	0.400	> 0.05
	valin	0.141	> 0.05
	lisin	0.049	> 0.05
	metionin	0.053	> 0.05
	fenilalanin	0.451	> 0.05
	triptofan	0.360	> 0.05
	tirosin	0.373	> 0.05
	alanin	0.332	> 0.05
	aspartat	0.774	> 0.05
	glutamat	0.234	> 0.05
	glisin	0.105	> 0.05
	prolin	0.155	> 0.05
	serin	0.188	> 0.05
	sistein	0.281	> 0.05
arginin	0.293	> 0.05	
histidin	0.329	> 0.05	

Hipotesis 7

Ada pengaruh interaksi antara Jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.

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

Simpulan :

Interaksi jenis substrat dengan jenis inokulum dan fermentasi tidak mempengaruhi mutu tempe gembus dilihat dari

parameter kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial dan asam amino total ($p > 0.05$).

5.2.1 Analisis Data Skala Ordinal

Data skala ordinal dianalisis menggunakan Uji Beda Jenjang dari Friedman dan dilanjutkan dengan uji Perbandingan Berganda. Hasil analisis Uji Beda Jenjang dari Friedman untuk menentukan nilai organoleptik tempe gembus ditunjukkan pada Tabel 5.18

Hasil uji lanjut dengan menggunakan Uji ganda ditunjukkan pada Tabel 5.19 sampai dengan Tabel 5.22

Tabel 5.18 Hasil uji beda jenjang Friedman (panelis terlatih)

Variabel	χ^2	p
Warna	4.731	> 0.05
	13.731	> 0.05
	8.192	> 0.05
Aroma	9.361	> 0.05
	9.909	> 0.05
	3.087	> 0.05
Tekstur	32.029	< 0.05
	36.957	< 0.05
	41.769	< 0.05
Kekompakan	12.000	> 0.05
	12.087	> 0.05
	16.154	> 0.05
Penampilan fisik	51.409	< 0.05
	49.168	< 0.05
	49.904	< 0.05
R a s a	55.558	< 0.05
	51.505	< 0.05
	48.000	< 0.05
Tingkat kesukaan	57.510	< 0.05
	58.096	< 0.05
	54.043	< 0.05

Tabel 5.19 Hasil uji perbandingan berganda tekstur tempe gembus

Variabel	$ \bar{R}_u - \bar{R}_v $		
Tekstur-1	$ A1B1-A2B1 $	= 6.875	> 6.04
	$ A1B1-A2B2 $	= 6.625	> 6.04
	$ A1B1-A2B3 $	= 6.062	> 6.04
Tekstur-2	$ A1B1-A2B1 $	= 6.688	> 6.04
	$ A1B1-A2B2 $	= 6.500	> 6.04
	$ A1B1-A2B3 $	= 6.063	> 6.04
Tekstur-3	$ A1B1-A2B1 $	= 6.313	> 6.04
	$ A1B1-A2B2 $	= 6.438	> 6.04
	$ A1B1-A2B3 $	= 6.500	> 6.04

Tabel 5.20 Hasil uji perbandingan berganda penampilan fisik tempe gembus

Variabel	$ \bar{R}_u - \bar{R}_v $
Penampilan fisik-1	$ A2B1-A3B1 = 6.875 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 7.312 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 7.875 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 7.438 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 7.250 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.875 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 7.438 > 6.04$
	$ A3B2-A2B3 = 6.687 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 7.250 > 6.04$
Penampilan fisik-2	$ A2B1-A3B1 = 7.313 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.750 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 6.750 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 7.313 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 7.313 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.750 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 6.750 > 6.04$
	$ A3B2-A2B3 = 6.750 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 6.750 > 6.04$
Penampilan fisik-3	$ A2B1-A3B1 = 7.188 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.625 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 6.625 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 7.500 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 6.625 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.937 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 6.937 > 6.04$
	$ A3B2-A2B3 = 6.062 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 6.062 > 6.04$

Tabel 5.21 Hasil uji perbandingan berganda rasa tempe gembus

Variabel	$ \bar{R}_u - \bar{R}_v $
Rasa-1	$ A2B1-A3B1 = 6.875 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.312 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 6.875 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 7.438 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 7.250 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.875 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 7.438 > 6.04$
	$ A3B2-A2B3 = 6.687 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 7.250 > 6.04$
Rasa-2	$ A2B1-A3B1 = 7.313 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.750 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 6.750 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 7.313 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 7.313 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.750 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 6.750 > 6.04$
	$ A3B2-A2B3 = 6.750 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 6.750 > 6.04$
Rasa-3	$ A2B1-A3B1 = 7.188 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.625 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 6.625 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 7.500 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 6.625 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.937 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 6.937 > 6.04$
	$ A3B2-A2B3 = 6.062 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 6.062 > 6.04$

Tabel 5.22 Hasil uji perbandingan berganda tingkat kesukaan tempe gembus

Variabel	$ \bar{R}_u - \bar{R}_v $
Suka-1	$ A2B1-A3B1 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B1-A4B1 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B1-A4B2 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 6.938 > 6.04$
	$ A2B1-A4B3 = 6.938 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 6.625 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 6.375 > 6.04$
	$ A4B1-A2B2 = 6.625 > 6.04$
	$ A4B1-A2B3 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.625 > 6.04$
	$ A2B2-A4B2 = 6.625 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 7.188 > 6.04$
	$ A2B2-A4B3 = 7.188 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 6.938 > 6.04$
$ A2B3-A4B3 = 6.938 > 6.04$	
Suka-2	$ A2B1-A3B1 = 6.437 > 6.04$
	$ A2B1-A4B1 = 6.437 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.437 > 6.04$
	$ A2B1-A4B2 = 6.437 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 7.000 > 6.04$
	$ A2B1-A4B3 = 6.437 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 6.812 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 6.437 > 6.04$
	$ A4B1-A2B2 = 6.812 > 6.04$
	$ A4B1-A2B3 = 6.437 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.812 > 6.04$
	$ A2B2-A4B2 = 6.812 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 7.375 > 6.04$
	$ A2B2-A4B3 = 6.812 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 7.000 > 6.04$
$ A2B3-A4B3 = 6.437 > 6.04$	

Lanjutan Tabel 5.22

Variabel	$ \bar{R}_u - \bar{R}_v $
Suka-3	$ A2B1-A3B1 = 6.688 > 6.04$
	$ A2B1-A4B1 = 6.125 > 6.04$
	$ A2B1-A3B2 = 6.125 > 6.04$
	$ A2B1-A4B2 = 6.125 > 6.04$
	$ A2B1-A3B3 = 7.250 > 6.04$
	$ A2B1-A4B3 = 6.125 > 6.04$
	$ A3B1-A2B2 = 6.938 > 6.04$
	$ A3B1-A2B3 = 6.688 > 6.04$
	$ A4B1-A2B2 = 6.375 > 6.04$
	$ A4B1-A2B3 = 6.125 > 6.04$
	$ A2B2-A3B2 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B2-A4B2 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B2-A3B3 = 7.500 > 6.04$
	$ A2B2-A4B3 = 6.375 > 6.04$
	$ A2B3-A3B3 = 7.250 > 6.04$
$ A2B3-A4B3 = 6.125 > 6.04$	

Hipotesis 8

Jenis substrat dan jenis inokulum pada pembuatan tempe gembus berpengaruh terhadap nilai organoleptik tempe gembus.

Berdasarkan data dari Tabel 5.18 dan Tabel 5.19 maka hipotesis 8 diterima ($p < 0.05$) untuk nilai organoleptik dilihat dari tekstur, penampilan fisik, rasa, dan tingkat kesukaan, kecuali dilihat dari warna, aroma, kekompakan.

Simpulan :

Jenis substrat dan jenis inokulum berpengaruh terhadap nilai organoleptik tempe gembus jika dilihat dari tekstur tempe gembus, penampilan fisik, rasa dan tingkat kesukaan ($p < 0.05$).

Nilai organoleptik tempe gembus ditinjau dari warna, aroma, dan kekompakan tidak dipengaruhi oleh jenis substrat dan jenis inokulum .

Hasil uji perbandingan berganda menunjukkan bahwa :
 tekstur tempe gembus A1B1-A2B1, A1B1-A2B2, A1B1-A2B3 berbeda secara signifikan ($|R_u - R_v| > 6.04$). Penampilan fisik A2B1-A3B1, A2B1-A3B2, A2B1-A3B3, A3B1-A2B2, A3B1-A2B3, A2B2-A3B2, A2B2-A3B3, A3B2-A2B3, A2B3-A3B3 berbeda secara signifikan ($|R_u - R_v| > 6.04$). Rasa tempe gembus A2B1-A3B1, A2B1-A3B2, A2B1-A3B3, A3B1-A2B2, A3B1-A2B3, A2B2-A3B2, A2B2-A3B3, A3B2-A2B3, A2B3-A3B3 berbeda secara signifikan ($|R_u - R_v| > 6.04$). Demikian pula tingkat kesukaan panelis antara tempe gembus A2B1-A3B1, A2B1-A4B1, A2B1-A3B2, A2B1-A4B2, A2B1-A3B3, A2B1-A4B3, A3B1-A2B2, A3B1-A2B3, A4B1-A2B2, A4B1-A2B3, A2B2-A3B2, A2B2-A4B2, A2B2-A3B3, A2B2-A4B3, A2B3-A3B3, A2B3-A4B3 berbeda secara signifikan ($|R_u - R_v| > 6.04$).

BAB 6

PEMBAHASAN

6.1 Pengaruh Jenis Substrat

Komplementasi ampas tahu dengan bekatul beras dan bekatul jagung memberikan hasil berupa adanya peningkatan secara signifikan beberapa parameter nilai gizi.

Kadar protein, lipid, karbohidrat, Vitamin B1, besi, fosfor, NPU, pencernaan, asam amino esensial, asam amino nonesensial, asam amino total, asam lemak dalam tempe gembus untuk jenis substrat ampas tahu + bekatul beras (1:1); ampas tahu + bekatul jagung (1:1); ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung (2:1:1) lebih tinggi dibandingkan kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, NPU, pencernaan, asam amino esensial, asam amino nonesensial, asam amino total, dan asam lemak dalam tempe gembus dengan substrat ampas tahu. Hal ini sesuai dengan hasil analisis bahan pada 0 jam fermentasi yang disajikan pada Tabel 5.1 sampai dengan Tabel 5.5. Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa kadar zat-zat gizi dalam substrat ampas tahu lebih rendah dibandingkan kadar zat-zat gizi dalam substrat yang dikomplementasi. Kecuali kadar serat, ampas tahu mengandung serat yang lebih tinggi dibandingkan substrat ampas tahu yang dikomplementasi dengan bekatul beras maupun bekatul jagung.

Perbedaan komposisi zat-zat gizi pada substrat akan mempengaruhi kandungan gizi tempe gembus yang dihasilkan.

6.2 Pengaruh Jenis Inokulum

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa penggunaan jenis inokulum : *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* (UICC 1116), *Rhizopus oryzae* (UICC 128) atau campuran *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus* + *Rhizopus oryzae* (1:1) (UICC 116 + UICC 128) pada pembuatan tempe gembus tidak menghasilkan perbedaan terhadap kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, besi, fosfor, serat, NPU, pencernaan, asam-asam lemak dan asam-asam amino. Keadaan ini mungkin disebabkan selama fermentasi 26 jam kemampuan metabolisme dari kapang-kapang tersebut adalah sama. Kemampuan yang sama dari kapang-kapang tersebut memetabolisme zat gizi karena faktor-faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan kapang seperti pH awal dari substrat, kadar air substrat, suhu dibuat sama sehingga kapang-kapang tersebut dapat tumbuh dengan baik.

6.3 Pengaruh Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fermentasi memberikan pengaruh yang berbeda secara signifikan terhadap nilai gizi tempe gembus dilihat dari parameter : kadar protein, lipid, karbohidrat, vitamin B1, serat, NPU, pencernaan, asam lemak, asam amino esensial, asam amino non esensial, asam amino total ($p < 0,05$). Kadar fosfor dan besi tidak dipengaruhi oleh fermentasi ($p > 0,05$).

6.3.1 Kadar protein

Kadar protein sesudah fermentasi 26 jam meningkat untuk semua jenis perlakuan. Kadar protein pada fermentasi 0 jam adalah 10,6 - 18,1%, setelah 26 jam fermentasi kadarnya menjadi 13,2 - 20,6%. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian dari Murata et al (1967) yang mengemukakan bahwa kadar protein kedele setelah fermentasi meningkat. Fardiaz & Markakis (1981) mengatakan bahwa dalam aktifitas kapang memfermentasi bahan, kapang mempunyai kemampuan untuk mensintesis protein baru sehingga kandungan protein hasil fermentasi lebih tinggi daripada bahan dasar. Demikian pula menurut Riani (1995), kadar protein tempe lebih tinggi dibandingkan kadar protein kedele, karena organel-organel sel seperti miselium, rhizoid, spora dan lain-lain dari penambahan biomasa sel yang tumbuh diketahui banyak mengandung protein. Fardiaz (1992) mengatakan bahwa kapang dapat mensintesis protein dengan mengambil sumber C dari karbohidrat (glukosa, sukrosa atau maltosa), sumber N dari bahan organik atau anorganik yang terdapat dalam substrat.

Dengan demikian peningkatan kadar protein setelah 26 jam inkubasi karena selama pertumbuhan kapang *Rhizopus* terjadi biosintesis untuk replikasi (penggandaan) sel. Disamping kapang menghasilkan enzim-enzim hidrolitik seperti protease, lipase dan amilase, juga untuk membentuk protein-protein lain baik protein struktural maupun

fungsional.

6.3.2 Kadar asam amino esensial, nonesensial, asam amino total

Kadar asam amino esensial, nonesensial dan asam amino total hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan setelah 26 jam inkubasi (data dapat dilihat dalam Tabel 5.5) Kadar masing-masing asam amino dalam tempe gembus sebagian meningkat, sebagian lagi menurun. Asam amino yang menurun kadarnya adalah tirosin, glutamat, glisin, serin, Asam-asam amino yang lain meningkat kadarnya. Hasil penelitian Hermana *et al* (1996) , mengatakan bahwa beberapa asam amino antara lain tirosin, glutamat, glisin dan serin kadarnya menurun setelah 24 jam fermentasi.

Meningkatnya asam-asam amino setelah 26 jam fermentasi kemungkinan karena terjadi biosintesis oleh kapang dari senyawa antara pada siklus Krebs, untuk membentuk protein struktural maupun protein fungsional.

Penurunan beberapa asam amino kemungkinan karena asam amino tersebut diubah menjadi asam amino lain, misalnya asam amino glutamat dapat diubah menjadi prolin, arginin dan histidin (Lehninger, 1988). Penurunan kadar asam amino glisin, tirosin dan serin kemungkinan karena ketiga asam amino tersebut digunakan oleh kapang sebagai senyawa antara pembentukan prekursor metabolit sekunder (Martin & Liras, 1981).

6.3.3 Kadar lipid

Kadar lipid hasil penelitian disajikan dalam Tabel 5.1, yaitu pada 0 jam inkubasi 10,5 - 15,1%, setelah 26 jam inkubasi kadar lipid menurun menjadi 8,6 - 13,1%. Hasil penelitian sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Murata et al (1967) yang mengatakan bahwa kadar lipid tempe lebih kecil dibandingkan kadar lipid kedele sebelum fermentasi. Demikian juga hasil penelitian Astuti (1996) mengungkapkan bahwa kadar lipid selama proses fermentasi menurun \pm 26%. Menurunnya kadar lipid karena lipid total dihidrolisis oleh kapang sehingga terbentuk asam lemak bebas (Wagenknecht et al, 1961). Pendapat ini didukung oleh Hermana et al (1996) yang menyatakan bahwa dengan adanya aktifitas enzim lipolitik yang dihasilkan oleh kapang maka lipid yang terdapat dalam substrat akan diuraikan menjadi asam-asam lemak bebas.

6.3.4 Kadar asam lemak

Kadar asam lemak dalam tempe gembus hasil penelitian menurun bila dibandingkan dengan asam lemak dalam substrat 0 jam inkubasi (data disajikan pada Tabel 5.4). Menurut Sorenson & Hesseltine (1966), asam lemak yang dibebaskan selama fermentasi tempe merupakan sumber energi utama bagi kapang. Astuti (1996) mengatakan, kadar asam-asam lemak yang terdapat dalam tempe yaitu asam palmitat, asam stearat, asam oleat, dan asam linoleat setelah fermentasi 24 jam

kadarnya turun. Penurunan kadar asam lemak setelah fermentasi disebabkan asam-asam lemak tersebut digunakan sebagai sumber energi oleh kapang *Rhizopus*.

6.3.5 Kadar karbohidrat

Kadar karbohidrat hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.1. Kadar karbohidrat pada 0 jam inkubasi berkisar antara 40,8 - 49,3%, setelah 26 jam fermentasi kadarnya menurun menjadi 30,5 - 39,1%. Hasil penelitian ini sama dengan pendapat Hesseltine (1965) yaitu, senyawa karbohidrat kadarnya menurun setelah fermentasi. Menurut Timotius & Farley (1990) kapang genus *Rhizopus* menghasilkan enzim α -amilase dan glucoamilase. Enzim-enzim tersebut akan menghidrolisis senyawa-senyawa karbohidrat menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti glukosa, maltosa. Sorensen & Hesseltine (1966) menyatakan, senyawa karbohidrat yang mengalami metabolisme tercepat adalah golongan heksosa, antara lain glukosa, fruktosa, galaktosa. Senyawa-senyawa tersebut digunakan sebagai sumber energi oleh kapang *R. microsporus* var. *oligosporus* dan *R. oryzae*. Selanjutnya Sorensen & Hesseltine (1966) mengemukakan bahwa xilosa, fruktosa, galaktosa, maltosa, manitol dan glukosa merupakan senyawa yang dapat digunakan sebagai sumber karbon oleh *Rhizopus*. Menurut Tanuwidjaja (1975), kapang genus *Rhizopus* untuk menghasilkan energi, memetabolisme senyawa karbohidrat melalui siklus Krebs.

Berdasarkan pendapat di atas, penurunan kadar karbohidrat setelah 26 jam inkubasi pada pembuatan tempe gembus karena senyawa karbohidrat dihidrolisis oleh enzim α -amilase dan glukoamilase menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selanjutnya senyawa tersebut dimetabolisme oleh kapang melalui siklus Krebs untuk menghasilkan energi bagi pertumbuhan kapang. Selain sebagai sumber energi, karbohidrat juga digunakan sebagai sumber karbon bagi senyawa-senyawa lain yang diperlukan oleh kapang.

6.3.6 Kadar vitamin B1

Kadar vitamin B1 setelah 26 jam fermentasi berkisar antara 19,2 - 45,7 mcg/100g. Kadar tersebut lebih tinggi dibandingkan kadar vitamin B1 pada 0 jam fermentasi yaitu 14,9 - 38,8 mcg/100g. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Roelofsen & Talens (1964) yang menyatakan, kadar thiamin dalam tempe lebih tinggi dibandingkan dalam kedelai. Pendapat ini didukung oleh Murata et al (1967) yaitu kandungan thiamin meningkat pada awal fermentasi 24 jam.

Peningkatan kadar thiamin pada 26 jam fermentasi tempe gembus kemungkinan karena kapang *Rhizopus* mensintesis thiamin untuk keperluan metabolisme karbohidrat. Fungsi thiamin dalam metabolisme karbohidrat sebagai koenzim pemecahan glukosa dalam sel, yaitu pada proses dehidrogenasi piruvat, dekarboksilasi piruvat dan dehidrogenasi α -ketoglutarat (Lehninger, 1988).

6.3.7 Kadar mineral

Kadar mineral yang diteliti dalam penelitian ini adalah kadar Fe dan P. Kadar Fe pada 0 jam inkubasi adalah 8,3 - 22,8 mg/100g, pada 26 jam inkubasi kadarnya 8,3 - 22,9 mg/100g. Kadar P pada 0 jam inkubasi 187,8 - 1515,3 mg/100g, setelah 26 jam inkubasi 187,8 - 1517,2 mg/100g. Hasil penelitian ini sesuai dengan pendapat yang mengatakan bahwa kadar mineral (Fe, Cu, Zn) selama fermentasi adalah konstan (Van der Riet, et al, 1987). Astuti (1994) juga menyatakan, kadar mineral Fe, Cu dan Zn relatif tetap tidak berubah selama proses fermentasi, tetapi kelarutannya meningkat tajam setelah fermentasi, yaitu kelarutan Fe dalam kedele \pm 24,29%, dan kelarutan Fe dalam tempe (24 jam fermentasi) menjadi 26,33%. Kadar (Fe dan P) hasil penelitian relatif tetap selama fermentasi. Kapang hanya mampu mengubah kelarutan mineral-mineral tersebut.

6.3.8 Kadar serat

Kadar serat hasil penelitian ini tercantum dalam Tabel 5.3, yaitu pada 0 jam inkubasi adalah 15,2 - 28,9%, setelah 26 jam inkubasi meningkat menjadi 20,5 - 30,4%. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian Murata et al (1967) yaitu kadar serat meningkat setelah 24 jam dan 48 jam fermentasi. Menurut Gandjar (1977), kadar serat kasar tempe benguk meningkat dengan meningkatnya waktu fermentasi. Pada pembuatan tempe kedelai diketahui bahwa kadar serat tempe

lebih tinggi dibandingkan kadar serat kedelai (Hermana et al, 1996). Peningkatan kadar serat kasar disebabkan oleh miselium dan sporangia kapang. Dinding sel dan sporangia pada Mucorales terdiri terutama dari zat kitin (Fardiaz, 1992). Kitin adalah suatu senyawa yang mempunyai fungsi sama seperti selulosa dalam sel tumbuh-tumbuhan. Zat kitin juga sukar dicerna manusia. Shurtleff dan Aoyagi (1979) melaporkan bahwa hampir semua peneliti menemukan peningkatan kadar serat tempe selama fermentasi berlangsung, yang diakibatkan karena adanya pertumbuhan miselium kapang.

6.3.9 NPU dan Kecernaan

NPU dan kecernaan setelah 26 jam inkubasi lebih tinggi dibandingkan NPU dan kecernaan pada 0 jam inkubasi. Hasil penelitian ini disajikan dalam Tabel 5.3. Hasil penelitian Steinkraus et al (1961) menyebutkan bahwa NPU dan nilai biologi tempe lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai. Demikian pula menurut Hermana et al (1996), kecernaan tempe kedele lebih tinggi dibandingkan kecernaan kedelai rebus. Meningkatnya NPU dan kecernaan setelah 26 jam inkubasi pada pembuatan tempe gembus kemungkinan karena selama fermentasi kapang *R. oligosporus* dan *R. oryzae* menghasilkan enzim protease yang memecah protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana misalnya peptida-peptida dan asam-asam amino yang kelarutannya lebih besar dibandingkan protein sehingga senyawa-senyawa tersebut lebih mudah dicerna.

NPU dan pencernaan protein cenderung lebih tinggi pada tempe gembus yang bahannya dicampur dengan bekatul beras atau bekatul jagung, atau campuran bekatul beras - bekatul jagung dibandingkan tempe gembus yang bahannya hanya terdiri dari ampas tahu. Hal ini berarti komplementasi ampas tahu dengan bekatul beras atau bekatul jagung pada pembuatan tempe gembus dapat meningkatkan jumlah asam amino yang diserap oleh tubuh. Hal ini penting, karena dengan semakin banyaknya asam amino suatu protein dapat diserap tubuh maka pemanfaatan asam-asam amino pada protein tersebut juga semakin maksimal sehingga meningkatkan nilai protein bahan pangan yang dikonsumsi.

Perbandingan komposisi zat gizi antara tempe gembus (substrat ampas tahu) dan tempe gembus (substrat ampas tahu + bekatul jagung 1:1) dengan tempe kedele disajikan pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1 : Komposisi zat gizi tempe gembus (substrat ampas tahu), tempe gembus (substrat ampas tahu + bekatul jagung 1:1), dan tempe kedele dalam 100 g bahan kering

	Tempe gembus (ampas tahu)	Tempe gembus (ampas tahu + bekatul jagung)	Tempe kedele *
protein (g)	13.203	20.618	39.708
lipid (g)	8.566	13.090	16.816
karbohidrat (g)	30.448	39.082	18.025
vitamin B1 (mcg)	20.322	35.877	33.952
besi (mg)	8.192	13.693	9.529
fosfor (mg)	186.447	716.707	592.526
serat (g)	34.168	20.525	11.563
a.a esensial (mg)	5312.334	8464.333	13570.170
a.a non - esensial (mg)	7515.834	11669.330	24241.840
a.a total (mg)	12828.170	20133.670	37462.000
asam palmitat (g)	1.055	1.613	1.365
asam stearat (g)	0.320	0.578	0.502
asam oleat (g)	1.682	3.417	3.808
asam linoleat (g)	4.265	7.305	8.907
NPU	48.500	51.333	53.000
kecernaan	79.333	82.500	83.833

*Sumber : Tjandra, 1995

Berdasarkan tabel tersebut di atas, terlihat bahwa komposisi zat gizi tempe gembus substrat ampas tahu + bekatul jagung masih lebih rendah bila dibandingkan komposisi zat gizi tempe kedele, kecuali kadar karbohidrat, vitamin B1, Fe, P, serat dan asam palmitat, lebih tinggi bila dibandingkan dengan zat-zat gizi serupa dalam tempe kedele. Bila dibandingkan dengan tempe gembus (substrat ampas tahu) komposisi zat gizi tempe gembus substrat ampas tahu + bekatul jagung lebih tinggi, kecuali serat kadarnya lebih rendah.

6.3.10 Nilai organoleptik

Nilai organoleptik yang diamati dalam penelitian ini meliputi warna, aroma, tekstur, kekompakan, penampilan fisik, rasa, tingkat kesukaan.

Warna tempe gembus untuk semua perlakuan menurut pengamatan panelis adalah sama yaitu berwarna putih. Warna putih dari tempe gembus ini karena seluruh substrat tertutup penuh dengan miselium kapang dan belum terjadi sporulasi.

Aroma khas tempe gembus tidak berbeda antara perlakuan yang satu dengan perlakuan yang lain. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa aroma khas tempe gembus yang berasal dari fermentasi substrat ampas tahu sama dengan aroma khas tempe gembus yang substratnya campuran ampas tahu + bekatul beras atau campuran ampas tahu + bekatul jagung atau campuran ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung. Aroma tempe gembus hasil fermentasi 26 jam menurut panelis berkisar antara sedang dan sangat kuat.

Hasil pengamatan terhadap tekstur tempe gembus oleh panelis menyatakan bahwa tekstur tempe gembus campuran ampas tahu dengan bekatul beras lebih keras bila dibandingkan dengan tekstur tempe gembus dari ampas tahu atau dari campuran ampas tahu dengan bekatul jagung, maupun dari campuran ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung. Untuk ketiga perlakuan tersebut teksturnya cukup empuk sampai sangat empuk.

Kekompakan masing-masing tempe dari semua perlakuan menurut hasil pengamatan berkisar antara cukup kompak sampai sangat kompak. Kekompakan produk tempe gembus hasil penelitian ini tidak dipengaruhi oleh jenis bahan yang dicampurkan ke dalam ampas tahu.

Kesan panelis terhadap penampilan fisik tempe gembus yang dibuat dari bahan baku ampas tahu pada umumnya menyatakan cukup menarik. Kesan terhadap tempe gembus dengan bahan baku ampas tahu + bekatul beras adalah tidak menarik, kurang menarik, cukup menarik. Tempe gembus dengan bahan baku ampas tahu + bekatul jagung pada umumnya dinyatakan sangat menarik. Sedangkan tempe gembus yang bahan bakunya ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung, kesan panelis berkisar antara cukup menarik sampai sangat menarik.

Kesan kurang menarik yang diberikan panelis terhadap tempe gembus dengan bahan baku ampas tahu + bekatul beras, kemungkinan karena penampang irisan berwarna kecoklatan, warna ini berbeda dengan warna tempe gembus yang diperdagangkan.

Rasa tempe gembus yang paling enak menurut para panelis adalah tempe gembus dengan bahan baku campuran ampas tahu + bekatul jagung. Senyawa - senyawa yang berperan dalam pembentukan rasa tempe gembus belum dapat dipastikan pada tingkat hasil penelitian ini.

Tingkat kesukaan terhadap produk tempe gembus hasil penelitian pada umumnya lebih menyukai tempe gembus dengan

bahan baku campuran ampas tahu + bekatul jagung atau campuran ampas tahu + bekatul beras + bekatul jagung.

Dari uji organoleptik ini skor tertinggi diperoleh produk tempe gembus dengan bahan baku campuran ampas tahu + bekatul jagung.

BAB 7

SIMPULAN DAN SARAN

7.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian fermentasi 26 jam (30°C), analisis data, uji hipotesis dan pembahasan, maka dapat diajukan simpulan sebagai berikut.

- (1) Ada perbedaan pengaruh jenis substrat terhadap mutu gizi tempe gembus. Tempe gembus substrat ampas tahu + bekatul jagung (1:1) mempunyai mutu gizi lebih tinggi dibandingkan tempe gembus yang lain.
- (2) Tidak terdapat perbedaan pengaruh penggunaan inokulum UICC 116, UICC 128 maupun UICC 116 + UICC 128 (1:1) terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (3) Fermentasi meningkatkan kadar protein, asam amino esensial, asam amino nonesensial, asam amino total, vitamin B1, serat, NPU, dan pencernaan. Kadar lipid, asam lemak, dan karbohidrat menurun. Kadar Fe dan P tidak mengalami perubahan.
- (4) Dalam fermentasi tempe gembus tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat dengan jenis inokulum terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (5) Tidak ada pengaruh interaksi jenis substrat dengan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.

- (6) Tidak ada pengaruh interaksi antara jenis inokulum dengan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (7) Dalam fermentasi tempe gembus tidak ada pengaruh interaksi antara jenis substrat, jenis inokulum, dan fermentasi terhadap mutu gizi tempe gembus.
- (8) Jenis substrat dan jenis inokulum berpengaruh terhadap nilai organoleptik tempe gembus. Tempe gembus substrat ampas tahu + bekatul jagung (1:1) mempunyai penampilan fisik lebih menarik, rasanya enak, walaupun teksturnya lebih keras dibandingkan tempe gembus substrat ampas tahu.
- (9) Tempe gembus substrat ampas tahu + bekatul jagung (1:1) merupakan tempe gembus terbaik dibandingkan jenis tempe gembus lainnya dari hasil penelitian.

7.2 S a r a n

- (1) Perajin tempe gembus tradisional perlu diberi penyuluhan tentang manfaat komplementasi ampas tahu dengan bekatul jagung untuk meningkatkan nilai gizi tempe gembus tradisional.
- (2) Agar dihasilkan tempe gembus yang bermutu baik, dapat digunakan *R. microsporus* var. *oligosporus*, atau *R. oryzae*,

- (3) Limbah pengolahan hasil pertanian yang masih berpotensi untuk diproses lebih lanjut, hendaknya diolah menjadi produk lain yang bermanfaat, untuk mengurangi pencemaran lingkungan.

DAFTAR ACUAN

- Alexopoulos CJ & Mims CM, 1979. Introductory mycology. 3rd ed, New York: John Wiley & Sons, pp 191-205.
- AOAC, 1995. Official methods of analysis of the association of official chemists. Eleventh edition. Horwitz W., Chichilo P, and Reynolds H (eds). Washington, DC: AOAC.
- Arbianto P, 1975. Arah-arrah baru dalam proses fermentasi tempe. Bandung: laporan penelitian, Departemen Kimia ITB.
- Arbianto P, 1988. The microbial ecological approach in the traditional fermentation processes. Simposium bioproses dalam industri pangan. ITB Bandung.
- Astuti M, 1994. Iron bioavailability of tradisional Indonesian soybean tempe. Ph.D thesis. Japan : Tokyo University of Agriculture.
- Astuti M, 1996. Biochemical changes and development of tempe products. Seminar on tempe, Japan Tempe Society, Okayama Prefecture Japan.
- Baumann U, Bisping B, and Rehm HJ, 1990. Content and release of amino acids during the fermentation of tempe by several strains of *Rhizopus* sp. Jakarta: Second Asian symposium on non-salted soybean fermentation, pp 33-47
- Boorsma P.A., 1900. Scheikundig onderzoek van in Ned-Indie Inheemsche Voedingsmiddelen. De sojaboon [Chemical analysis of some indigenous foodstuffs in the Netherlands - Indie (Indonesia). The Soybeans]. *Geneesk.Tijdschr.Ned.Indie* 40:247-257.
- Calloway DH, Hickey CA, and Murphy EL, 1971. Reduction of intestinal gas-forming properties of legumes by traditional and experimental food processing methods. *J Food Sci* Vol 36, 251-255.

- Ciptadi W, & Nasution Z, 1979. Dedak padi dan manfaatnya. Bogor: Fatemeta, Institut Pertanian Bogor, hal 1-65.
- Daniel WW, 1989. Statistik nonparametrik terapan. Jakarta : Penerbit PT Gramedia.
- FAO/WHO, 1973. Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO ad Hoc. Expert Committee. WHO Technical Report Series No 522. FAO Nutrition Meetings Report Series No 52. WHO. Geneva.
- Fardiaz P & Markakis P, 1981. Oligosacharides and protein efficiency ratio of oncom. *J Food Sci*, 46:1970-1971.
- Fardiaz D, 1994. Benefit of soluble fiber for health. *Bul. Teknol dan Industri Pangan*, Vol V, 2:82-86.
- Fardiaz S, 1992. Mikrobiologi pangan I. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, hal 189-222.
- Gandjar I & Slamet DS, 1972. Tempe gembus hasil fermentasi ampas tahu. *Penelitian Gizi dan Makanan*. Bogor: Balai Penelitian Gizi Unit Sembodja, , Jilid 2 hal 70-79.
- Gandjar I & Hermana, 1973. Some Indonesian Fermented Foods from Waste Products. *Gizi Indonesia*. Jilid V (3-4):1-5
- Gandjar I, 1977. Fermentasi biji Mucuna Pruriens DC. dan pengaruhnya terhadap kualitas protein. Disertasi. ITB Bandung.
- Gardjito M & Hastuti P, 1988. Teknologi pengolahan serealia. Yogyakarta: Laporan Penelitian Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada, hal 25-94.
- Hering L, Bisping B, Rehm HJ, 1990. Fatty acid composition 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 Unit Sembodja, jilid 1:52-59.
- Hermana & Sutedja, 1971 . Cara baru pembuatan tempe. **Penelitian Gizi dan Makanan**. Bogor : Balai Penelitian Gizi Unit Sembodja, ilid 1:68-71.
- Hermana, Karmini M, Karyadi D, 1996. Komposisi dan nilai gizi tempe serta manfaatnya dalam peningkatan mutu gizi makanan. Dalam: (Sapuan & Soetrisno N, eds) **Bunga Rampai Tempe Indonesia**, Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia, hal 61-67.
- Hermana & Karmini M, 1996. Pengembangan teknologi pembuatan tempe. Dalam: (Sapuan & Soetrisno N, ed) **Bunga Rampai Tempe Indonesia**, Jakarta : Yayasan Tempe Indonesia, hal 151-168.
- Hesseltine CW, 1965. A millennium of fungi, food, and fermentation. **Mycologia** Vol 57, 2:149-197.
- Hesseltine C.W, Swain E.W, Wang H.L, 1976. Production of fungal spores as inocula for oriental fermented foods. **Develop. Ind. Microbiol** 17:101-115.
- Houston DF, 1972. Rice chemistry and technology. Minnesota American Association of Cereal Chemist Inc, pp 65-125.
- Ikedo I, Tomari Y, Sugano M, 1989. Interrelated effects of dietary fiber and fat on lymphatic cholesterol and triglyceride absorption in rats. **J Nutr** 119:1383-1387.
- Inglett & Maize G.E., 1982. Recent progress in chemistry and technology. Academic Press. pp 20-50
- Juliano B.O., 1972. The rice caryopsis and its composition. American Association of Cereal Chemist. Inc. St. Paul, Minnesota, hal 16-63.

- Kasmidjo RB, 1995. Teknologi pembuatan tempe sebagai dasar pengembangan industri tempe. Dalam: Prosiding simposium nasional "Pengembangan tempe dalam industri pangan modern". Yogyakarta: Yayasan Tempe Indonesia, hal 89-103.
- Kent NL, 1966. Technology of cereals. Pergamon Press, pp 25-58.
- Ko Swan Djien & Hesseltine CW, 1961. Indonesian fermented food. *Soybean Digest* 22:14-15.
- Lehninger AL, 1988. Dasar-dasar biokimia. Alih bahasa Maggy Thenawijaya. Jakarta: Penerbit Erlangga, hal 73-344.
- Martin JF & Liras P, 1981. Biosynthetic pathways of secondary metabolites in industrial microorganisms. Dalam: *Biotechnology*, vol 1. Microbial fundamentals (Rehmn HJ & Reed G., eds). Verlag Chemie, Weinheim.
- Matsuo M, 1990. Development of a high-fiber foodstuff by fermentation with *Rhizopus oligosporus*. Jakarta: Second Asian symposium on non-salted soybean fermentation, pp 46-56.
- Miller DS & Bender AE, 1955. The determination of the net utilization of proteins by a Shortened method. *British Journal of Nutrition* 9:382-388.
- Miller DS, 1963. A procedure for determination of NPU using rats body N technique. In National Academy of 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 112-150.
- Mulyowidarso RK, 1988. The microbiology and biochemistry of soybean soaking for tempe fermentation. Thesis, The University of New South Wales.

- Murata K, Ikehata H, Miamoto T, 1967. Studies on the nutritional value of tempeh. *J of Food Sci* 32:580-585
- Nurul FS, 1993. Pengaruh fermentasi dan kadar inokulum terhadap kandungan karbohidrat, lipid dan protein serta pengaruh kadar inokulum terhadap mutu organoleptik produk fermentasi pada pembuatan tempe gembus dari ampas tahu. Tesis Magister. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Nurul FS, 1995. Komposisi asam amino bekatul beras dan bekatul jagung (Penelitian pendahuluan), tidak dipublikasikan.
- Nyman M, Schweizer TF, Tyren S, Reinmann S, Nils-Georg ASP, 1990. Fermentation of vegetable fiber in the intestinal tract of rats and effects on fecal bulking and bile acid excretion. *J Nutr* 120:459-466.
- Dei KN, 1980. Daftar analisis bahan makanan. Jakarta: Universitas Indonesia, hal 10-11.
- Read R.S.D., 1981. Protein. In: (Food & nutrition in Australia. (Wahlqvist ML, eds), Cassell, Australia Inst, Melbourne, Australia.
- Riani H, 1995. Pengaruh penyinaran ultraviolet terhadap kemampuan *Rhizopus 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 Surabaya, hal 5-30.
- Roelofson PA & A. Talens, 1964. Changes in some B vitamins during molding of soybean by *Rhizopus oryzae* in production of tempeh kedele. *J. Food Sci.* 29:224-226.
- Saono S, 1974. Pemanfaatan jasad renik dalam pengolahan hasil sampingan atau sisa-sisa produksi pertanian. Bogor: Kertas kerja pada seminar penerapan teknologi madya pada industri pertanian.

- Shurtleff W & Aoyagi A, 1979. The book of tempeh. London: Harper and Row Publishers, pp 85-96.
- Slamet DS & Tarwotjo I, 1980. Komposisi zat gizi makanan Indonesia. Penelitian Gizi dan Makanan, Bogor: Balai Penelitian dan Pengembangan Gizi, Jilid 4, 21-36.
- Smith AK & Circle SJ, 1980. Soybeans: Chemistry and technology. Protein Revised Vol 1, 246-247.
- Soekarto ST, 1985. Penilaian organoleptik untuk industri pangan dan hasil pertanian. Jakarta: Penerbit Bhratara Karya Aksara, hal 43-84.
- Somaatmadja D, 1977. Pengolahan bahan makanan sumber protein nabati di Indonesia. Bogor: Balai Penelitian Kimia, Departemen Perindustrian.
- Sorensen WG & Hesseltine CW, 1966. Carbon and nitrogen utilization by *Rhizopus oligosporus*. Mycologia 58:681-689.
- Souser M.L. & Miller L, 1977. Characterization of the lipase produced by *Rhizopus oligosporus*, the tempeh fungus. Abs. Ann. Meeting Am. Soc. Microbiol. p. 258.
- Steinkraus KH, Cullen RE, Pederson CS, Gavitt BK, 1983. Handbook of indigenous fermented foods. New York and Basel: Marcel Dekker Inc, Vol 9.
- Sudarmadji S, 1975. Certain chemical and nutritional aspects of soybean tempe. PhD Dissertation Michigan State University.
- Sudarmadji S, 1996. Teknik analisa biokimiawi. Yogyakarta: Liberty, hal 128-270.
- Sudarmadji S, Kasmidjo R, Sardjono, Wibowo D, Margino S, Rahayu ES, 1989. Mikrobiologi pangan. Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada.

- Sudjana, 1991. Disain dan analisis eksperimen. Edisi III. Bandung: Penerbit Tarsito, hal 52-181.
- Sutrisno H, 1997. Manual SPS paket midi. Yogyakarta : Universitas Gajah Mada.
- Tanuwidjaja L, 1975. Pengendalian proses fermentasi, Laporan ceramah ilmiah, LKN-LIFI, Bandung.
- Tanuwidjaja L & Ambjah K, 1979. Pembuatan inokulum tempe dengan kultur campuran. Bogor: Seminar teknologi pangan IV, Balai Penelitian Kimia Departemen Perindustrian, hal 189-199.
- Timotius KH & Farley P, 1990. Extracellular enzymes of *Rhizopus oligosporus*. A review. Jakarta : Second Asian symposium on non-salted soybean fermentation, pp 57-63
- Tjandra P, 1995. Komposisi zat-zat gizi tempe kedele (Penelitian pendahuluan), tidak dipublikasikan.
- Tranggono & Sudarmanto, 1988. Perubahan-perubahan senyawa fitat dan oligosakarida selama fermentasi tempe bengkuk, tempe bungkil dan tempe gembus. Yogyakarta: Laporan penelitian Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Universitas Gadjah Mada.
- Vaidehi MP, Annapurna ML and 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 and 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 and Steinkraus KH, 1961. Changes in soybean lipid during tempeh fermentation. *J Food Sci*, 26:273-276.

Wagner JR, Carson JF, Becker R, Gumbmann MR, Danhof IE, 1977. Comparative flatulence activity of beans and bean fractions for man and the rat. *J Nutr* 107:680-689

Wahyuningsih NE, 1985. Pengaruh waktu fermentasi dan campuran bekatul terhadap kadar thiamin tempe gembus. *Skripsi*, Universitas Indonesia, Jakarta.

Wang HL & Hesseltine CW, 1965. Studies on the extracellular proteolytic enzymes of *Rhizopus Oligosporus*. *Can J Microbiol* 11:727-732.

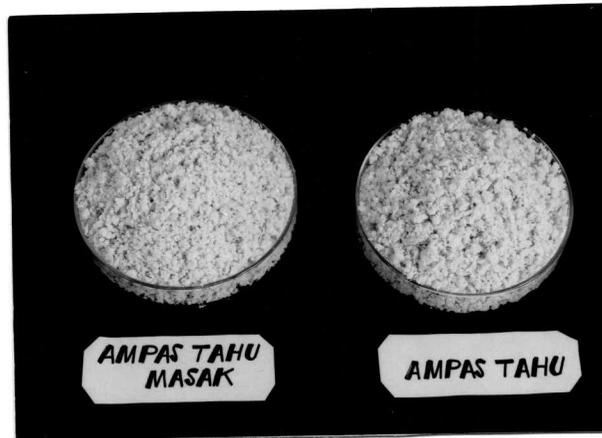
Winarno FG, 1986. Enzim pangan. Jakarta: Penerbit PT Gramedia, hal 57-79.

Winarno FG, 1991. Kimia pangan dan gizi. Jakarta: Penerbit PT Gramedia, hal 69-76.

Wolf WJ, 1970. Soybean protein: their functional, chemical and properties. *J Agr Food Chem* Vol 18, 6:969-976.

LAMPIRAN 1 : FOTO FOTO TEMPE HASIL PENELITIAN

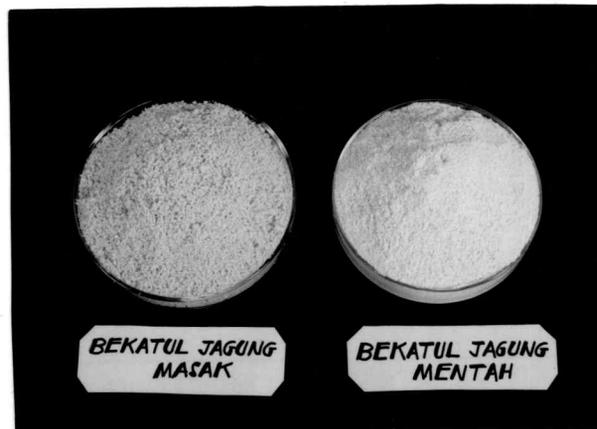
1. BAHAN BAKU TEMPE GEMBUS



1.1 : Ampas tahu : ampas tahu dari pabrik yang sudah dikempa airnya
 Ampas tahu masak: ampas tahu yang sudah dikukus
 ϕ cawan petri : 10 cm



1.2 : Bekatul beras mentah : bekatul beras dari pabrik
 Bekatul beras masak : bekatul beras yang sudah dikukus
 ϕ cawan petri : 10 cm



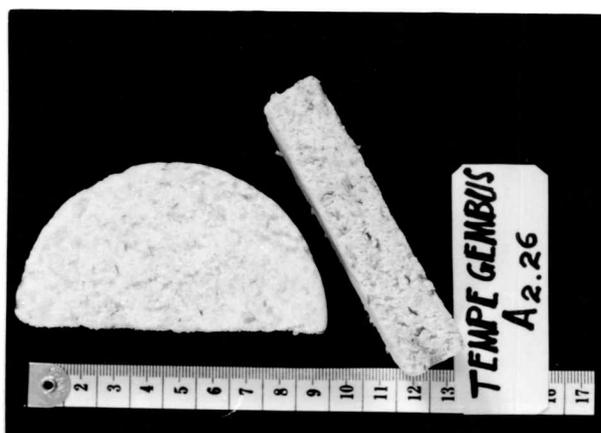
- 1.3 : Bekatul jagung mentah : bekatul jagung dari pabrik
Bekatul jagung masak : bekatul jagung yang sudah dikukus
 ϕ cawan petri : 10 cm

2. TEMPE GEMBUS HASIL PENELITIAN



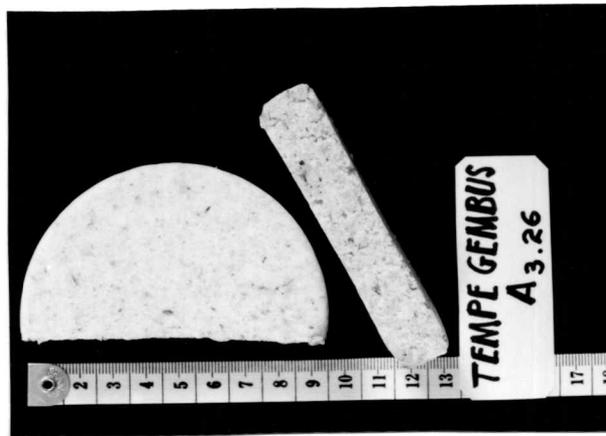
2.1 : Tempe $A_{1.26}$ = tempe A_1B_1

Substrat : ampas tahu
 Inokulum : UICC 116
 Inkubasi : 26 jam



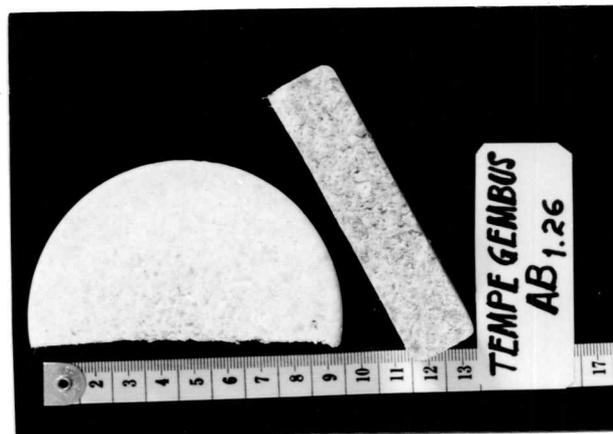
2.2 : Tempe $A_{2.26}$ = tempe A_1B_2

Substrat : ampas tahu
 Inokulum : UICC 128
 Inkubasi : 26 jam



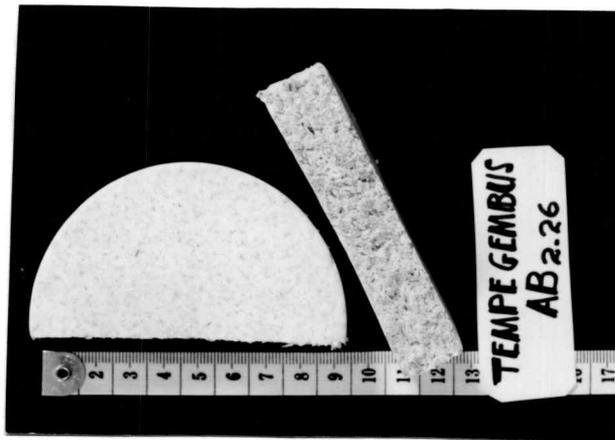
2.3 : Tempe $A_{3.26}$ = tempe A_1B_3

Substrat : ampas tahu
 Inokulum : UICC 116 + UICC 128
 Inkubasi : 26 jam



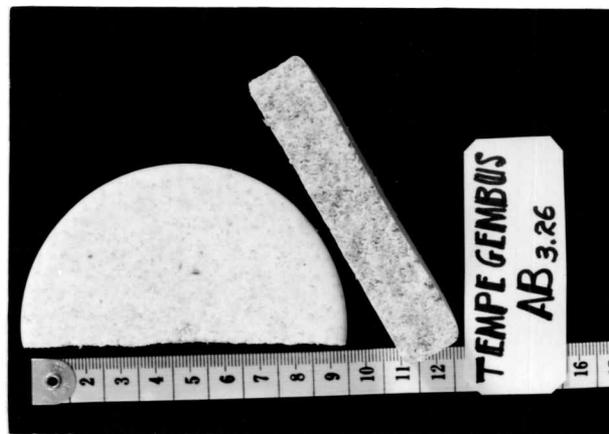
2.4 : Tempe $AB_{1.26}$ = tempe A_2B_1

Substrat : ampas tahu + bekatul beras
 Inokulum : UICC 128
 Inkubasi : 26 jam



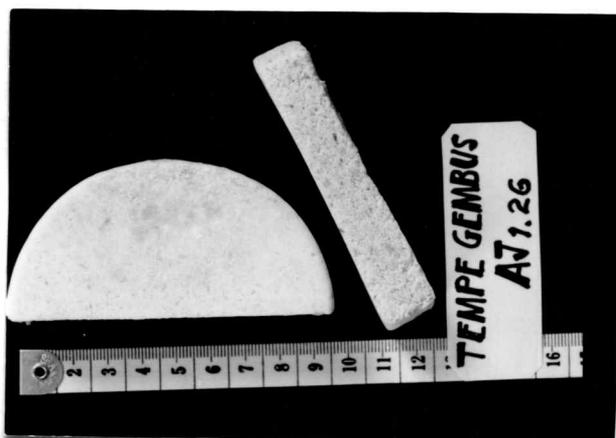
2.5 : Tempe $AB_{2.26} = \text{tempe } A_2B_2$

Substrat : ampas tahu + bekatul beras
 Inokulum : UICC 128
 Inkubasi : 26 jam



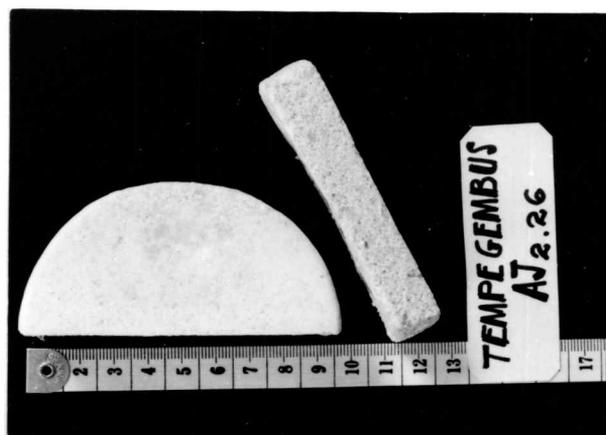
2.6 : Tempe $AB_{3.26} = \text{tempe } A_2B_3$

Substrat : ampas tahu + bekatul beras
 Inokulum : UICC 116 + UICC 128
 Inkubasi : 26 jam



2.7 : Tempe $AJ_{1.26} = \text{tempe } A_3B_1$

Substrat : ampas tahu + bekatul jagung
 Inokulum : UICC 116
 Inkubasi : 26 jam



2.8 : Tempe $AJ_{2.26} = \text{tempe } A_3B_2$

Substrat : ampas tahu + bekatul jagung
 Inokulum : UICC 128
 Inkubasi : 26 jam

MILIK
PERPUSTAKAAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA



2.9 : Tempe AJ_{3.26} = tempe A₃B₃

Substrat : ampas tahu + bekatul jagung
Inokulum : UICC 116 + UICC 128
Inkubasi : 26 jam



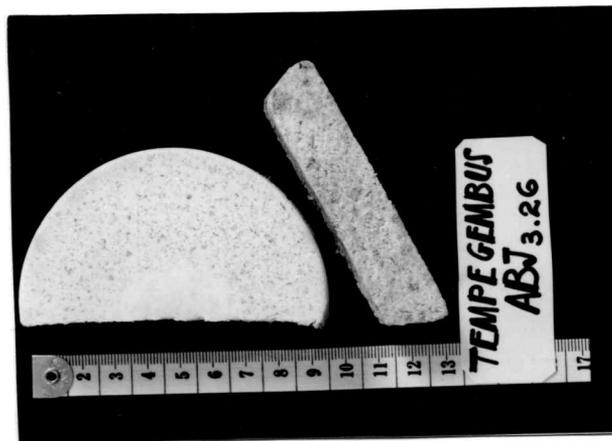
2.10 : Tempe ABJ_{1.26} = tempe A₄B₁

Substrat : ampas tahu + bekatul beras +
bekatul jagung
Inokulum : UICC 116
Inkubasi : 26 jam



2.11 : Tempe ABJ_{2.26} = tempe A₄B₂

Substrat : ampas tahu + bekatul beras +
bekatul jagung
Inokulum : UICC 128
Inkubasi : 26 jam



2.12 : Tempe ABJ_{3.26} = tempe A₄B₃

Substrat : ampas tahu + bekatul beras +
bekatul jagung
Inokulum : UICC 116 + UICC 128
Inkubasi : 26 jam

MBUS					
AJ			ABJ		
26	2.26	3.26	1.26	2.26	3.26

LAMPIRAN 3: SYARAT SYARAT PANELIS TERLATIH DI BALAI
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA

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

LAMPIRAN 4: DATA OPERASIONAL ALAT**1. Kromatografi gas**

Model	: HP 5890 Series II
Kolom	: capillary column OV [0]
Panjang kolom	: 30 m
Diameter kolom	: 0,32 mm
Detektor	: FID
Suhu detektor	: 220 ^o C
Suhu oven	: suhu program 150-200 ^o C Initial time 3 menit rate 10 ^o /menit
Final time	: 30 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
Kecepatan alir larutan Buffer	: 0,45 ml/menit
Tekanan kolom	: 80 kg/cm ²
Larutan Buffer 1	: pH 3,3
Larutan Buffer 2	: pH 3,3
Larutan Buffer 3	: pH 4,3
Larutan Buffer 4	: pH 4,9

3. Spektrofotometer serapan atom (AAS)

Model : Beckman DB-6
Panjang gelombang : 248,3 nm
Gas pembakar : asetilen
Suhu pembakar : 2300^oC

4. Spektrofotometer sinar tampak

Model : Spectronic 505
Panjang gelombang : 482,5 nm (untuk penentuan P)
515 nm (untuk penentuan vit.B1)

LAMPIRAN 5: CARA MENGHITUNG KECERNAAN DAN NPU

Binatang percobaan	: tikus putih strain Wistar
Umur	: 30 ± 1 hari
Jenis kelamin	: jantan atau betina
Lama percobaan	: 10 hari
Akhir percobaan	: tikus dibunuh, dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai bobot konstan, untuk menghitung kadar air.

Cara menghitung pencernaan :

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

Keterangan :

I : jumlah N yang dimakan tikus dengan makanan percobaan

F : N tinja tikus dengan makanan percobaan

F_k : N tinja metabolik (dari tinja tikus dengan makanan tanpa N

D : pencernaan

Cara menghitung NPU

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

Keterangan :

B : N tubuh tikus dengan makanan 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

LAMPIRAN 6: DATA HASIL PENELITIAN ZAT GIZI TEMPE GEMBUS

No.	Kode Sampel	Protein g/100 g	Lipid g/100 g	Karbohidrat g/100 g	Vitamin B1 mcg/100 g
1.	A 1.0.1	10.600	10.448	40.661	14.880
2.	A 1.0.2	10.520	10.589	40.825	18.270
3.	A 2.0.1	10.500	10.787	40.410	13.270
4.	A 2.0.2	10.670	10.284	40.543	16.710
5.	A 3.0.1	10.610	10.425	40.599	16.550
6.	A 3.0.2	10.550	10.389	40.500	14.120
7.	AB 1.0.1	17.600	12.129	48.344	20.930
8.	AB 1.0.2	17.580	12.726	48.319	24.020
9.	AB 2.0.1	17.590	12.211	48.469	22.840
10.	AB 2.0.2	17.580	12.702	48.299	24.670
11.	AB 3.0.1	17.660	12.421	48.319	23.760
12.	AB 3.0.2	17.430	12.480	48.408	26.410
13.	AJ 1.0.1	18.130	15.147	49.272	25.580
14.	AJ 1.0.2	18.050	14.937	49.297	29.240
15.	AJ 2.0.1	18.100	15.112	49.504	28.330
16.	AJ 2.0.2	18.130	14.867	49.172	31.070
17.	AJ 3.0.1	18.120	14.949	49.205	29.240
18.	AJ 3.0.2	17.870	15.112	49.412	32.890
19.	ABJ 1.0.1	17.860	13.876	48.453	33.810
20.	ABJ 1.0.2	17.340	13.946	48.412	36.550
21.	ABJ 2.0.1	17.500	13.607	48.587	34.720
22.	ABJ 2.0.2	17.680	14.250	48.387	39.290
23.	ABJ 3.0.1	17.340	14.145	48.513	36.550
24.	ABJ 3.0.2	17.570	13.756	48.470	41.120

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Protein g/100 g	Lipid g/100 g	Karbohidrat g/100 g	Vitamin B1 mcg/100 g
1.	A 1.26.1	13.230	8.459	30.461	20.100
2.	A 1.26.2	13.150	8.670	30.525	21.020
3.	A 2.26.1	13.110	8.798	30.326	21.720
4.	A 2.26.2	13.300	8.342	30.534	20.550
5.	A 3.26.1	13.290	8.471	30.481	20.150
6.	A 3.26.2	13.140	8.658	30.561	18.390
7.	AB 1.26.1	20.210	10.187	38.144	26.450
8.	AB 1.26.2	20.150	10.760	38.017	27.100
9.	AB 2.26.1	20.100	10.292	38.159	27.410
10.	AB 2.26.2	20.190	10.748	38.056	28.980
11.	AB 3.26.1	20.260	10.491	38.019	27.410
12.	AB 3.26.2	19.970	10.526	38.104	29.240
13.	AJ 1.26.1	20.530	13.217	39.052	36.500
14.	AJ 1.26.2	20.700	12.971	39.115	35.260
15.	AJ 2.26.1	20.680	13.147	39.155	34.120
16.	AJ 2.26.2	20.570	13.041	39.053	35.690
17.	AJ 3.26.1	20.710	13.006	39.005	35.430
18.	AJ 3.26.2	20.520	13.158	39.111	38.260
19.	ABJ 1.26.1	20.450	11.946	38.130	44.820
20.	ABJ 1.26.2	20.090	11.993	38.211	46.650
21.	ABJ 2.26.1	20.170	11.712	38.139	43.910
22.	ABJ 2.26.2	20.440	12.285	38.155	45.740
23.	ABJ 3.26.1	20.070	12.191	38.210	40.260
24.	ABJ 3.26.2	20.390	11.712	38.115	42.570

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Besi mg/100 g	Fosfor mg/100 g	Serat g/100 g	NPU	Kecernaan
1.	A 1.0.1	8.405	186.366	28.800	46	68
2.	A 1.0.2	8.112	184.493	28.650	44	70
3.	A 2.0.1	7.541	184.189	28.850	46	67
4.	A 2.0.2	8.911	191.500	28.950	45	70
5.	A 3.0.1	8.782	186.998	28.900	45	69
6.	A 3.0.2	7.768	182.207	28.870	46	68
7.	AB 1.0.1	22.721	1515.020	17.150	48	62
8.	AB 1.0.2	22.710	1515.487	17.300	46	74
9.	AB 2.0.1	21.705	1513.525	17.120	46	73
10.	AB 2.0.2	22.609	1515.853	17.270	48	72
11.	AB 3.0.1	22.898	1515.528	17.250	46	73
12.	AB 3.0.2	22.764	1512.706	17.170	48	71
13.	AJ 1.0.1	13.286	714.378	15.240	48	73
14.	AJ 1.0.2	13.329	712.204	15.170	46	71
15.	AJ 2.0.1	13.932	715.564	15.260	46	73
16.	AJ 2.0.2	14.410	714.482	15.150	48	72
17.	AJ 3.0.1	13.263	720.585	15.270	47	72
18.	AJ 3.0.2	13.150	714.801	15.150	45	74
19.	ABJ 1.0.1	17.038	1170.873	16.720	47	74
20.	ABJ 1.0.2	17.165	1175.251	16.830	48	71
21.	ABJ 2.0.1	17.852	1170.270	16.900	46	74
22.	ABJ 2.0.2	16.825	1173.543	16.700	48	73
23.	ABJ 3.0.1	16.044	1172.615	16.720	48	71
24.	ABJ 3.0.2	17.711	1171.401	16.800	48	73

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Besi mg/100 g	Fosfor mg/100 g	Serat g/100 g	NPU	Kecernaan
1.	A 1.26.1	8.432	186.567	34.090	49	79
2.	A 1.26.2	8.221	186.193	34.100	48	80
3.	A 2.26.1	7.804	187.232	34.150	49	78
4.	A 2.26.2	8.222	188.279	34.260	48	80
5.	A 3.26.1	8.269	187.202	34.140	48	80
6.	A 3.26.2	8.203	183.207	34.270	49	79
7.	AB 1.26.1	22.768	1517.669	22.350	52	83
8.	AB 1.26.2	22.719	1516.879	22.550	50	84
9.	AB 2.26.1	21.930	1515.702	22.420	50	83
10.	AB 2.26.2	22.701	1516.374	22.520	53	82
11.	AB 3.26.1	22.943	1517.332	22.490	51	83
12.	AB 3.26.2	22.863	1515.977	22.470	52	82
13.	AJ 1.26.1	13.092	718.060	20.560	53	83
14.	AJ 1.26.2	13.755	715.686	20.410	51	82
15.	AJ 2.26.1	14.076	715.050	20.660	50	83
16.	AJ 2.26.2	14.615	713.688	20.490	53	81
17.	AJ 3.26.1	13.489	721.847	20.530	51	82
18.	AJ 3.26.2	13.132	715.909	20.500	50	84
19.	ABJ 1.26.1	17.096	1174.209	22.120	51	84
20.	ABJ 1.26.2	17.210	1175.452	22.080	53	82
21.	ABJ 2.26.1	18.041	1173.382	22.240	50	83
22.	ABJ 2.26.2	16.840	1173.510	22.050	54	82
23.	ABJ 3.26.1	16.249	1170.423	22.130	53	82
24.	ABJ 3.26.2	17.721	1171.944	22.160	52	84

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Palmitat g/100 g	Stearat g/100 g	Oleat g/100 g	Linoleat g/100 g
1.	A 1.0.1	1.460	0.560	2.180	4.730
2.	A 1.0.2	1.430	0.480	2.160	4.980
3.	A 2.0.1	1.450	0.520	2.170	5.080
4.	A 2.0.2	1.440	0.490	2.200	4.660
5.	A 3.0.1	1.440	0.570	2.140	4.760
6.	A 3.0.2	1.450	0.470	2.190	4.940
7.	AB 1.0.1	1.620	0.850	3.670	5.500
8.	AB 1.0.2	1.760	0.940	3.880	5.570
9.	AB 2.0.1	1.630	0.870	3.660	5.550
10.	AB 2.0.2	1.790	0.910	3.900	5.530
11.	AB 3.0.1	1.810	0.860	3.700	5.520
12.	AB 3.0.2	1.600	0.930	3.860	5.550
13.	AJ 1.0.1	1.880	0.700	3.940	7.700
14.	AJ 1.0.2	1.900	0.740	3.640	7.760
15.	AJ 2.0.1	1.850	0.730	3.830	7.780
16.	AJ 2.0.2	1.940	0.720	3.750	7.570
17.	AJ 3.0.1	1.920	0.710	3.690	7.730
18.	AJ 3.0.2	1.840	0.720	3.890	7.740
19.	ABJ 1.0.1	1.870	0.350	2.830	6.310
20.	ABJ 1.0.2	1.690	0.410	2.870	6.450
21.	ABJ 2.0.1	1.770	0.360	2.850	6.150
22.	ABJ 2.0.2	1.870	0.400	2.860	6.610
23.	ABJ 3.0.1	1.750	0.450	2.820	6.570
24.	ABJ 3.0.2	1.830	0.320	2.890	6.200

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Palmitat	Stearat	Oleat	Linoleat
		g/100 g	g/100 g	g/100 g	g/100 g
1.	A 1.26.1	1.060	0.360	1.680	4.130
2.	A 1.26.2	1.040	0.300	1.680	4.390
3.	A 2.26.1	1.050	0.320	1.670	4.480
4.	A 2.26.2	1.060	0.290	1.700	4.080
5.	A 3.26.1	1.050	0.370	1.650	4.170
6.	A 3.26.2	1.070	0.280	1.710	4.340
7.	AB 1.26.1	1.240	0.650	3.180	4.910
8.	AB 1.26.2	1.370	0.750	3.380	4.970
9.	AB 2.26.1	1.250	0.680	3.180	4.960
10.	AB 2.26.2	1.400	0.710	3.400	4.950
11.	AB 3.26.1	1.410	0.680	3.210	4.940
12.	AB 3.26.2	1.220	0.730	3.360	4.960
13.	AJ 1.26.1	1.590	0.570	3.540	7.320
14.	AJ 1.26.2	1.600	0.590	3.360	7.260
15.	AJ 2.26.1	1.570	0.580	3.430	7.380
16.	AJ 2.26.2	1.640	0.570	3.360	7.190
17.	AJ 3.26.1	1.620	0.570	3.320	7.340
18.	AJ 3.26.2	1.660	0.590	3.490	7.340
19.	ABJ 1.26.1	1.470	0.160	2.350	5.830
20.	ABJ 1.26.2	1.310	0.210	2.380	5.850
21.	ABJ 2.26.1	1.390	0.180	2.360	5.780
22.	ABJ 2.26.2	1.420	0.240	2.370	6.210
23.	ABJ 3.26.1	1.360	0.250	2.340	6.070
24.	ABJ 3.26.2	1.430	0.180	2.490	5.820

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Treonin mg/100 g	Leusin mg/100 g	Iso leusin mg/100 g	Valin mg/100 g
1.	A 1.0.1	534	956	357	492
2.	A 1.0.2	533	955	359	495
3.	A 2.0.1	535	953	358	491
4.	A 2.0.2	533	955	358	496
5.	A 3.0.1	533	956	359	491
6.	A 3.0.2	532	957	356	493
7.	AB 1.0.1	659	1443	717	1023
8.	AB 1.0.2	660	1444	716	1022
9.	AB 2.0.1	661	1440	719	1021
10.	AB 2.0.2	658	1443	716	1025
11.	AB 3.0.1	657	1442	716	1022
12.	AB 3.0.2	662	1445	715	1023
13.	AJ 1.0.1	923	1718	746	1009
14.	AJ 1.0.2	924	1716	744	1013
15.	AJ 2.0.1	925	1719	745	1012
16.	AJ 2.0.2	922	1714	745	1009
17.	AJ 3.0.1	926	1715	744	1008
18.	AJ 3.0.2	921	1717	746	1008
19.	ABJ 1.0.1	790	1526	728	914
20.	ABJ 1.0.2	788	1525	727	913
21.	ABJ 2.0.1	787	1525	726	913
22.	ABJ 2.0.2	789	1528	727	911
23.	ABJ 3.0.1	790	1526	725	913
24.	ABJ 3.0.2	788	1528	726	912

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Treonin	Leusin	Iso leusin	Valin
		mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g	mg/100 g
1.	A 1.26.1	713	1219	503	676
2.	A 1.26.2	714	1216	504	679
3.	A 2.26.1	712	1215	500	673
4.	A 2.26.2	709	1217	502	681
5.	A 3.26.1	712	1217	505	673
6.	A 3.26.2	711	1218	504	674
7.	AB 1.26.1	836	1705	863	1207
8.	AB 1.26.2	838	1706	861	1205
9.	AB 2.26.1	837	1703	864	1202
10.	AB 2.26.2	836	1705	862	1209
11.	AB 3.26.1	835	1703	862	1206
12.	AB 3.26.2	838	1706	860	1206
13.	AJ 1.26.1	1101	1980	891	1192
14.	AJ 1.26.2	1103	1979	890	1197
15.	AJ 2.26.1	1102	1982	891	1196
16.	AJ 2.26.2	1101	1977	890	1194
17.	AJ 3.26.1	1105	1978	889	1192
18.	AJ 3.26.2	1099	1977	892	1193
19.	ABJ 1.26.1	969	1769	873	1098
20.	ABJ 1.26.2	966	1787	873	1096
21.	ABJ 2.26.1	965	1787	872	1097
22.	ABJ 2.26.2	968	1791	873	1094
23.	ABJ 3.26.1	969	1789	871	1097
24.	ABJ 3.26.2	967	1790	871	1095

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Lisin mg/100 g	Metionin mg/100 g	Fenil- alanin mg/100 g	Triptofan mg/100 g
1.	A 1.0.1	517	126	695	382
2.	A 1.0.2	514	124	693	380
3.	A 2.0.1	516	125	691	380
4.	A 2.0.2	515	127	694	383
5.	A 3.0.1	515	126	690	385
6.	A 3.0.2	517	128	695	383
7.	AB 1.0.1	639	469	1179	763
8.	AB 1.0.2	640	468	1176	765
9.	AB 2.0.1	636	471	1181	765
10.	AB 2.0.2	641	469	1178	762
11.	AB 3.0.1	638	468	1185	763
12.	AB 3.0.2	637	470	1177	766
13.	AJ 1.0.1	622	407	1160	629
14.	AJ 1.0.2	620	404	1157	625
15.	AJ 2.0.1	619	405	1159	630
16.	AJ 2.0.2	620	408	1157	632
17.	AJ 3.0.1	621	405	1160	629
18.	AJ 3.0.2	619	409	1159	629
19.	ABJ 1.0.1	630	436	1101	606
20.	ABJ 1.0.2	632	435	1103	608
21.	ABJ 2.0.1	631	437	1104	605
22.	ABJ 2.0.2	628	435	1102	606
23.	ABJ 3.0.1	630	434	1101	607
24.	ABJ 3.0.2	628	437	1105	603

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Lisin mg/100 g	Metionin mg/100 g	Fenil- alanin mg/100 g	Triptofan mg/100 g
1.	A 1.26.1	645	150	965	448
2.	A 1.26.2	641	147	962	445
3.	A 2.26.1	644	149	963	444
4.	A 2.26.2	642	150	965	449
5.	A 3.26.1	642	149	962	450
6.	A 3.26.2	646	152	966	448
7.	AB 1.26.1	765	494	1446	827
8.	AB 1.26.2	767	492	1445	829
9.	AB 2.26.1	762	495	1449	830
10.	AB 2.26.2	768	494	1445	828
11.	AB 3.26.1	766	492	1446	827
12.	AB 3.26.2	762	495	1445	828
13.	AJ 1.26.1	747	432	1428	695
14.	AJ 1.26.2	749	430	1425	693
15.	AJ 2.26.1	746	430	1427	695
16.	AJ 2.26.2	745	432	1425	697
17.	AJ 3.26.1	749	430	1429	696
18.	AJ 3.26.2	743	432	1426	694
19.	ABJ 1.26.1	756	459	1370	670
20.	ABJ 1.26.2	760	459	1372	673
21.	ABJ 2.26.1	756	460	1371	671
22.	ABJ 2.26.2	755	459	1367	672
23.	ABJ 3.26.1	755	457	1369	673
24.	ABJ 3.26.2	754	461	1373	670

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Tirosin mg/100g	Alanin mg/100g	Aspartat mg/100g	Glu- tamat mg/100g	Glisin mg/100g
1.	A 1.0.1	434	489	773	1307	565
2.	A 1.0.2	436	486	773	1304	569
3.	A 2.0.1	434	490	771	1308	569
4.	A 2.0.2	436	487	775	1305	564
5.	A 3.0.1	431	488	773	1306	565
6.	A 3.0.2	435	484	774	1309	569
7.	AB 1.0.1	561	847	1448	2255	804
8.	AB 1.0.2	558	650	1445	2252	808
9.	AB 2.0.1	559	851	1447	2250	803
10.	AB 2.0.2	555	848	1443	2254	806
11.	AB 3.0.1	557	848	1443	2254	807
12.	AB 3.0.2	560	852	1445	2251	805
13.	AJ 1.0.1	645	1060	1557	2055	801
14.	AJ 1.0.2	647	1057	1554	2052	797
15.	AJ 2.0.1	642	1061	1554	2051	788
16.	AJ 2.0.2	645	1059	1556	2055	802
17.	AJ 3.0.1	645	1060	1553	2054	797
18.	AJ 3.0.2	647	1052	1558	2050	801
19.	ABJ 1.0.1	579	954	1503	2125	800
20.	ABJ 1.0.2	576	950	1501	2127	787
21.	ABJ 2.0.1	578	948	1506	2126	800
22.	ABJ 2.0.2	578	953	1502	2122	802
23.	ABJ 3.0.1	579	953	1503	2124	803
24.	ABJ 3.0.2	575	952	1506	2127	798

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Tirosin mg/100g	Alanin mg/100g	Aspartat mg/100g	Glu- tamat mg/100g	Glisin mg/100g
1.	A 1.26.1	374	679	976	1242	528
2.	A 1.26.2	378	677	976	1238	532
3.	A 2.26.1	372	680	972	1243	532
4.	A 2.26.2	378	678	977	1240	626
5.	A 3.26.1	375	679	975	1242	527
6.	A 3.26.2	376	677	977	1244	529
7.	AB 1.26.1	501	1039	1651	2190	764
8.	AB 1.26.2	499	1040	1648	2187	767
9.	AB 2.26.1	501	1040	1650	2189	765
10.	AB 2.26.2	498	1037	1649	2190	768
11.	AB 3.26.1	498	1039	1656	2192	768
12.	AB 3.26.2	502	1039	1647	2188	764
13.	AJ 1.26.1	586	1251	1759	1991	763
14.	AJ 1.26.2	587	1249	1755	1988	759
15.	AJ 2.26.1	587	1250	1757	1989	760
16.	AJ 2.26.2	585	1247	1759	1991	765
17.	AJ 3.26.1	586	1251	1754	1989	758
18.	AJ 3.26.2	585	1247	1760	1985	761
19.	ABJ 1.26.1	520	1143	1706	2063	761
20.	ABJ 1.26.2	517	1142	1704	2062	759
21.	ABJ 2.26.1	518	1140	1707	2061	761
22.	ABJ 2.26.2	519	1142	1704	2059	763
23.	ABJ 3.26.1	518	1144	1705	2060	762
24.	ABJ 3.26.2	516	1141	1697	2062	761

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Prolin mg/100g	Serin mg/100g	Sistein mg/100g	Argi- nin mg/100g	Histi- din mg/100g
1.	A 1.0.1	1202	590	135	503	248
2.	A 1.0.2	1205	588	139	502	247
3.	A 2.0.1	1206	588	137	503	245
4.	A 2.0.2	1201	592	139	504	249
5.	A 3.0.1	1204	591	139	504	246
6.	A 3.0.2	1202	586	136	500	250
7.	AB 1.0.1	1713	793	314	956	410
8.	AB 1.0.2	1710	795	318	949	404
9.	AB 2.0.1	1709	797	319	957	406
10.	AB 2.0.2	1712	793	317	958	409
11.	AB 3.0.1	1711	794	315	959	407
12.	AB 3.0.2	1708	797	318	955	407
13.	AJ 1.0.1	1867	754	301	903	469
14.	AJ 1.0.2	1870	758	297	904	466
15.	AJ 2.0.1	1868	756	297	905	466
16.	AJ 2.0.2	1865	753	302	901	468
17.	AJ 3.0.1	1869	755	299	902	470
18.	AJ 3.0.2	1865	755	299	907	468
19.	ABJ 1.0.1	1810	773	307	929	441
20.	ABJ 1.0.2	1808	775	310	928	439
21.	ABJ 2.0.1	1808	777	310	928	441
22.	ABJ 2.0.2	1811	772	307	930	437
23.	ABJ 3.0.1	1810	770	306	931	439
24.	ABJ 3.0.2	1807	775	309	928	442

Lanjutan data hasil penelitian

No.	Kode Sampel	Prolin mg/100g	Serin mg/100g	Sistein mg/100g	Argi- nin mg/100g	Histi- din mg/100g
1.	A 1.26.1	1788	567	184	806	369
2.	A 1.26.2	1789	566	188	805	367
3.	A 2.26.1	1790	565	186	805	367
4.	A 2.26.2	1788	568	187	805	370
5.	A 3.26.1	1789	570	188	807	368
6.	A 3.26.2	1787	567	185	803	372
7.	AB 1.26.1	2299	770	364	1257	530
8.	AB 1.26.2	2296	772	366	1259	528
9.	AB 2.26.1	2295	774	369	1258	528
10.	AB 2.26.2	2297	771	365	1260	523
11.	AB 3.26.1	2298	772	366	1261	527
12.	AB 3.26.2	2294	776	367	1256	531
13.	AJ 1.26.1	2453	730	351	1203	590
14.	AJ 1.26.2	2454	733	348	1206	588
15.	AJ 2.26.1	2451	731	347	1206	587
16.	AJ 2.26.2	2449	729	350	1203	590
17.	AJ 3.26.1	2456	730	350	1203	591
18.	AJ 3.26.2	2452	729	356	1208	588
19.	ABJ 1.26.1	2395	751	357	1230	562
20.	ABJ 1.26.2	2394	752	361	1226	560
21.	ABJ 2.26.1	2394	755	361	1227	562
22.	ABJ 2.26.2	2395	750	356	1231	558
23.	ABJ 3.26.1	2395	749	355	1232	560
24.	ABJ 3.26.2	2393	754	359	1227	564

LAMPIRAN 7: HASIL ANALISIS DATA MENGGUNAKAN SERI PROGRAM STATISTIK

Paket : SPS (Seri Program Statistik)
 Modul : Anava 6 (Pilihan)
 Program : Analisis Variansi 3-Jalur (Anava ABC)
 Egisi : Sutrisno Hadi dan Yuni Pambardiningasih
 Universitas Gadjan Mada, Yogyakarta, Indonesia
 Versi IBM/IN, Hak Cipta (c) 1977 Dilindungi UU

Nama Pemilik : M u r u l
 Nama Lembaga : Universitas Airlangga
 A l i a n t : Jl. Selanet 4, Surabaya

=====
 Nama Peneliti : SITI NURUL FATIMAH
 Nama Lembaga : PASCASARJANA UNAIR
 Tgl. Analisis : 05-23-1997
 Nama Berkas : ANAPLK

Nama Jalur A : JENIS SUBSTRAT
 Nama Klasifikasi A1 : AMPAS TAHU
 Nama Klasifikasi A2 : AMPAS TAHU + BEKATUL BERAS
 Nama Klasifikasi A3 : AMPAS TAHU + BEKATUL JAGUNG
 Nama Klasifikasi A4 : AMPAS TAHU + BEKATUL BERAS + BEKATUL JAGUNG

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

Nama Jalur C : FERMENTASI
 Nama Klasifikasi C1 : FERMENTASI 0 JAM
 Nama Klasifikasi C2 : FERMENTASI 26 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 Semua : 48
 Jumlah Data Hilang : 0
 Jumlah Kasus Jalan : 48

II TABEL STATISTIK INDUK

Sumber	Variabel	n	EX	EX ²	Rerata	SB
A1	X1	12	142.670	1,717.005	11.889	1.374
	X2	12	114.320	1,100.456	9.527	1.017
	X3	12	426.226	15,447.760	35.519	5.298
A2	X1	12	226.320	4,288.343	18.860	1.347
	X2	12	137.673	1,591.400	11.473	1.041
	X3	12	518.557	22,733.950	43.221	5.367
A3	X1	12	232.110	4,509.211	19.343	1.336
	X2	12	168.664	2,381.927	14.055	1.013
	X3	12	530.353	23,753.490	44.196	5.342
A4	X1	12	226.900	4,312.859	18.908	1.432
	X2	12	155.400	2,024.457	12.950	1.046
	X3	12	519.782	22,833.390	43.315	5.385
B1	X1	16	276.190	4,950.205	17.262	3.489
	X2	16	192.001	2,365.682	12.000	2.027
	X3	16	665.238	28,270.130	41.577	6.384
B2	X1	16	276.310	4,953.521	17.269	3.482
	X2	16	192.186	2,369.653	12.012	2.020
	X3	16	664.748	28,242.100	41.547	6.450
B3	X1	16	275.500	4,923.691	17.219	3.463
	X2	16	191.970	2,362.905	11.992	2.033
	X3	16	665.032	28,256.360	41.565	6.401
C1	X1	24	382.580	6,330.311	15.941	3.174
	X2	24	311.276	4,107.390	12.970	1.747
	X3	24	1,120.380	52,602.600	46.683	3.614
C2	X1	24	445.420	8,497.106	18.559	3.166
	X2	24	264.781	2,990.850	11.033	1.740
	X3	24	874.638	32,165.990	36.443	3.559
A1B1	X1	4	47.500	570.986	11.875	1.519
	X2	4	38.166	368.011	9.541	1.133
	X3	4	142.472	5,179.646	35.618	5.918

(bersambung)

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX^2	Rerata	SB
A1B2	X1	4	47.580	572.861	11.895	1.516
	X2	4	38.211	369.114	9.553	1.168
	X3	4	141.613	5.116.521	35.403	5.858
A1B3	X1	4	47.590	573.158	11.898	1.523
	X2	4	37.943	363.331	9.486	1.067
	X3	4	142.141	5.151.595	35.535	5.790
A2B1	X1	4	75.540	1.433.283	18.885	1.496
	X2	4	45.802	528.616	11.451	1.178
	X3	4	172.824	7.572.125	43.206	5.919
A2B2	X1	4	75.460	1.430.111	18.865	1.478
	X2	4	45.953	531.894	11.488	1.151
	X3	4	172.983	7.586.407	43.246	5.934
A2B3	X1	4	75.320	1.424.949	18.830	1.491
	X2	4	45.918	530.889	11.480	1.122
	X3	4	172.850	7.575.420	43.213	5.946
A3B1	X1	4	77.410	1.504.470	19.353	1.460
	X2	4	56.272	795.482	14.068	1.132
	X3	4	176.736	7.912.967	44.184	5.890
A3B2	X1	4	77.480	1.507.094	19.370	1.450
	X2	4	56.167	792.312	14.042	1.100
	X3	4	176.884	7.926.783	44.221	5.910
A3B3	X1	4	77.220	1.497.646	19.305	1.518
	X2	4	56.225	794.134	14.056	1.129
	X3	4	176.733	7.913.739	44.183	5.919
A4B1	X1	4	75.740	1.441.466	18.935	1.563
	X2	4	51.761	673.573	12.940	1.121
	X3	4	173.206	7.605.393	43.302	5.925
A4B2	X1	4	75.790	1.443.455	18.948	1.573
	X2	4	51.855	676.334	12.964	1.169
	X3	4	173.268	7.612.386	43.317	5.970
A4B3	X1	4	75.370	1.427.938	18.842	1.610
	X2	4	51.784	674.550	12.946	1.177
	X3	4	173.308	7.615.610	43.327	5.964

(bersambung)

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX^2	Rerata	SB
A1C1	X1	6	63.450	671.004	10.575	0.063
	X2	6	62.922	660.020	10.487	0.177
	X3	6	243.538	9,885.229	40.590	0.143
A1C2	X1	6	79.220	1,046.001	13.203	0.081
	X2	6	51.398	440.436	8.566	0.170
	X3	6	182.688	5,562.532	30.448	0.098
A2C1	X1	6	105.440	1,852.961	17.573	0.076
	X2	6	74.669	929.545	12.445	0.246
	X3	6	290.158	14,031.970	48.360	0.066
A2C2	X1	6	120.880	2,435.381	20.147	0.102
	X2	6	63.004	661.855	10.501	0.233
	X3	6	228.499	8,701.984	38.083	0.063
A3C1	X1	6	108.400	1,958.478	18.067	0.101
	X2	6	90.124	1,353.791	15.021	0.117
	X3	6	295.862	14,589.140	49.310	0.127
A3C2	X1	6	123.710	2,550.733	20.618	0.088
	X2	6	78.540	1,028.136	13.090	0.098
	X3	6	234.491	9,164.354	39.082	0.056
A4C1	X1	6	105.290	1,847.868	17.548	0.202
	X2	6	83.561	1,164.034	13.927	0.243
	X3	6	290.822	14,096.270	48.470	0.075
A4C2	X1	6	121.610	2,464.990	20.268	0.178
	X2	6	71.839	860.423	11.973	0.238
	X3	6	228.960	8,737.122	38.160	0.040
B1C1	X1	8	127.680	2,116.002	15.960	3.343
	X2	8	103.798	1,369.931	12.975	1.820
	X3	8	373.583	17,541.210	46.698	3.697
B1C2	X1	8	148.510	2,834.203	18.564	3.323
	X2	8	88.203	995.751	11.025	1.824
	X3	8	291.655	10,728.930	36.457	3.705

(bersambung)

(samongan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX^2	Rerata	SB
B2C1	X1	8	127.750	2,117.703	15.969	3.352
	X2	8	103.821	1,370.211	12.978	1.807
	X3	8	373.371	17,529.270	46.671	3.846
B2C2	X1	8	148.560	2,835.818	18.570	3.318
	X2	8	88.365	999.442	11.046	1.828
	X3	8	291.377	10,712.820	36.422	3.784
B3C1	X1	8	127.150	2,096.607	15.894	3.289
	X2	8	103.657	1,367.247	12.957	1.857
	X3	8	373.426	17,532.120	46.678	3.803
B3C2	X1	8	148.350	2,827.084	18.544	3.298
	X2	8	88.213	995.657	11.027	1.811
	X3	8	291.606	10,724.240	36.451	3.684
A1B1C1	X1	2	21.120	223.030	10.560	0.057
	X2	2	21.037	221.288	10.518	0.100
	X3	2	81.486	3,319.998	40.743	0.116
A1B1C2	X1	2	26.380	347.955	13.190	0.057
	X2	2	17.129	146.724	8.564	0.149
	X3	2	60.986	1,859.648	30.493	0.046
A1B2C1	X1	2	21.170	224.099	10.585	0.120
	X2	2	21.071	222.120	10.536	0.356
	X3	2	80.953	3,276.703	40.477	0.091
A1B2C2	X1	2	26.410	348.762	13.205	0.134
	X2	2	17.140	146.994	8.570	0.322
	X3	2	60.660	1,839.818	30.330	0.011
A1B3C1	X1	2	21.160	223.875	10.580	0.042
	X2	2	20.814	216.612	10.407	0.026
	X3	2	81.099	3,288.529	40.550	0.070
A1B3C2	X1	2	26.430	349.284	13.215	0.106
	X2	2	17.129	146.719	8.565	0.132
	X3	2	61.042	1,863.066	30.521	0.057

(bersambung)

(saabungan)

Sumber	Variabel	n	ΣX	ΣX^2	Rerata	SB
A2B1C1	X1	2	35.180	618.816	17.590	0.014
	X2	2	24.855	309.064	12.428	0.422
	X3	2	96.663	4,671.868	48.332	0.000
A2B1C2	X1	2	40.360	814.467	20.180	0.041
	X2	2	20.947	219.553	10.474	0.405
	X3	2	76.161	2,900.257	38.080	0.091
A2B2C1	X1	2	35.170	618.465	17.585	0.011
	X2	2	24.913	310.449	12.457	0.347
	X3	2	96.768	4,682.038	48.384	0.119
A2B2C2	X1	2	40.290	811.646	20.145	0.063
	X2	2	21.040	221.445	10.520	0.322
	X3	2	76.215	2,904.369	38.107	0.075
A2B3C1	X1	2	35.090	615.681	17.545	0.163
	X2	2	24.901	310.032	12.451	0.042
	X3	2	96.727	4,678.061	48.364	0.063
A2B3C2	X1	2	40.230	809.268	20.115	0.205
	X2	2	21.017	220.858	10.509	0.025
	X3	2	76.123	2,897.360	38.062	0.061
A3B1C1	X1	2	36.180	654.499	18.090	0.056
	X2	2	30.084	452.546	15.042	0.149
	X3	2	98.569	4,857.925	49.285	0.022
A3B1C2	X1	2	41.230	849.971	20.615	0.120
	X2	2	26.188	342.936	13.094	0.174
	X3	2	78.167	3,055.042	39.084	0.044
A3B2C1	X1	2	36.230	656.307	18.115	0.022
	X2	2	29.979	449.400	14.990	0.173
	X3	2	98.676	4,868.532	49.338	0.236
A3B2C2	X1	2	41.250	850.787	20.625	0.078
	X2	2	26.188	342.911	13.094	0.075
	X3	2	78.208	3,058.251	39.104	0.073
A3B3C1	X1	2	35.990	647.671	17.995	0.177
	X2	2	30.061	451.845	15.031	0.115
	X3	2	98.617	4,862.678	49.309	0.145

(bersambung)

(sambungan)

Sumber	Variabel	n	EX	EX ²	Rerata	SB
A3B3C2	X1	2	41.230	849.975	20.615	0.134
	X2	2	26.164	342.289	13.082	0.108
	X3	2	78.116	3.051.061	39.058	0.078
A4B1C1	X1	2	35.200	619.655	17.600	0.368
	X2	2	27.822	387.034	13.911	0.049
	X3	2	96.865	4.691.415	48.433	0.031
A4B1C2	X1	2	40.540	821.811	20.270	0.254
	X2	2	23.939	286.539	11.970	0.033
	X3	2	76.341	2.913.978	38.171	0.056
A4B2C1	X1	2	35.180	618.832	17.590	0.127
	X2	2	27.858	388.241	13.929	0.455
	X3	2	96.974	4.701.999	48.487	0.143
A4B2C2	X1	2	40.610	824.623	20.305	0.171
	X2	2	23.997	288.092	11.999	0.405
	X3	2	76.294	2.910.387	38.147	0.000
A4B3C1	X1	2	34.910	609.381	17.455	0.163
	X2	2	27.381	388.759	13.691	0.289
	X3	2	96.983	4.702.853	48.492	0.038
A4B3C2	X1	2	40.460	818.557	20.230	0.226
	X2	2	23.903	285.791	11.952	0.339
	X3	2	76.325	2.912.757	38.162	0.070
Total	X1	48	828.000	14.827.420	17.250	3.403
	X2	48	576.057	7.098.240	12.001	1.983
	X3	48	1,995.018	84,768.590	41.563	6.274

II TABEL RANGKUMAN ANALISIS VARIANSI 3-JALUR

Sumber	Variabel	JK	db	RK	F	R ²	p
Antar A	X1	461.511	3	153.837	6.937.451	0.848	0.000
	X2	138.267	3	46.089	719.173	0.748	0.000
	X3	591.426	3	197.14222	2005.740	0.320	0.000
Antar B	X1	0.024	2	0.012	0.539	0.000	0.595
	X2	0.003	2	0.002	0.025	0.000	0.977
	X3	0.008	2	0.004	0.422	0.000	0.665
Antar C	X1	82.268	1	82.268	3.709.970	0.151	0.000
	X2	45.037	1	45.037	702.760	0.244	0.000
	X3	1,258.107	1	1,258.107	140,434.600	0.680	0.000
Inter AB	X1	0.019	6	0.003	0.142	0.000	0.988
	X2	0.013	6	0.002	0.033	0.000	0.999
	X3	0.095	6	0.016	1.767	0.000	0.148
Inter AC	X1	0.051	3	0.017	0.762	0.000	0.529
	X2	0.002	3	0.001	0.010	0.000	0.998
	X3	0.048	3	0.016	1.795	0.000	0.174
Inter BC	X1	0.006	2	0.003	0.136	0.000	0.874
	X2	0.001	2	0.000	0.007	0.000	0.994
	X3	0.001	2	0.000	0.054	0.000	0.948
Inter ABC	X1	0.007	6	0.001	0.054	0.000	0.998
	X2	0.012	6	0.002	0.032	0.000	0.999
	X3	0.030	6	0.005	0.553	0.000	0.764
Galat	X1	0.532	24	0.022	--	--	--
	X2	1.538	24	0.064	--	--	--
	X3	0.215	24	0.009	--	--	--
Total	X1	544.418	47	--	--	--	--
	X2	184.874	47	--	--	--	--
	X3	1,849.930	47	--	--	--	--

UJI-t ANTAR

=====

Sumber	X1	X2	X3
A1-A2	-114.665	-18.830	-199.338
p	0.000	0.000	0.000
A1-A3	-122.601	-43.819	-224.562
p	0.000	0.000	0.000
A1-A4	-115.460	-33.124	-201.764
p	0.000	0.000	0.000
A2-A3	-7.937	-24.989	-25.224
p	0.000	0.000	0.000
A2-A4	-0.795	-14.294	-2.426
p	0.560	0.000	0.022
A3-A4	7.142	10.695	22.798
p	0.000	0.000	0.000

=====

p = dua-ekor.

UJI-t ANTAR

=====

Sumber	X1	X2	X3
B1-B2	-0.142	-0.129	0.915
p	0.883	0.894	0.628
B1-B3	0.819	0.091	0.385
p	0.574	0.925	0.705
B2-B3	0.962	0.221	-0.531
p	0.652	0.822	0.607

=====

p = dua-ekor.

UJI-t ANTAR

=====

Sumber	X1	X2	X3
C1-C2	-60.910	26.510	374.746
p	0.000	0.000	0.000

=====

p = dua-ekor.