

F/TH/1974/015

**MEMPELAJARI PROSES PEMBUATAN KECAP SECARA FERMENTASI
DENGAN MENGGUNAKAN LARU TEMPE**

Oleh
ACHMAD BASRAH ENIE
F4.029

1974
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
BOGOR



ACHMAD BASRAH ENIE (F4.029). Mempelajari Proses Pembuatan Kecap Secara Fermentasi dengan Menggunakan Laru Tempe (di bawah bimbingan SUHADI HARDJO M.Sc.).

RINGKASAN

Dalam penelitian ini, kecap yang dibuat adalah kecap asin dengan menggunakan cara pembuatan yang umum dilakukan di Indonesia, Cina dan Jepang.

Perlakuan yang diberikan dalam penelitian ini ialah penggunaan kapang dalam bentuk laru, yaitu kapang tempe (Rhizopus oligosporus) dan kapang kecap (Aspergillus oryzae) sebagai pembanding. Bahan mentah yang digunakan ialah kedelai, campuran kedelai-terigu dengan perbandingan berat dua banding satu dan campuran kedelai-terigu dengan perbandingan berat satu banding satu. Lama waktu fermentasi kapang yang digunakan ialah 72, 96 dan 120 jam.

Dari hasil analisa diketahui bahwa perlakuan jenis kapang memberikan perbedaan pada pH "koji" serta pada pH, "total nitrogen", "amino nitrogen", total asam, rendemen protein, kandungan ANTN ("amino nitrogen" di dalam "total nitrogen") dan VRS (volatile reducing substances) kecap, sedangkan NDL (nitrogen-dapat-larut) "koji" serta total padatan, berat jenis, kekentalan, warna (organoleptik), bau dan rasa kecap tidak berbeda.

Komposisi bahan yang berbeda memberikan perbedaan ter-

hadap pH dan NDL "koji" serta terhadap pH, "total nitrogen", "amino nitrogen", total asam, rendemen protein, ANTN, VRS, total padatan, berat jenis, kekentalan, warna dan bau kecap, sedangkan rasa kecap tidak berbeda.

Perlakuan waktu fermentasi kapang memberikan perbedaan pada pH dan NDL "koji" serta pada pH, "total nitrogen", "amino nitrogen", total asam, rendemen protein, ANTN, VRS dan berat jenis kecap, sedangkan kekentalan, warna, bau dan rasa kecap tidak berbeda.

Kombinasi perlakuan yang menghasilkan mutu kecap terbaik ialah penggunaan bahan mentah campuran kedelai-terigu satu banding satu dengan kapang Aspergillus oryzae dan waktu fermentasi kapang 72 jam.

**MEMPELAJARI PROSES PEMBUATAN KECAP SECARA FERMENTASI
DENGAN MENGGUNAKAN LARU TEMPE**

Oleh
ACHMAD BASRAH ENIE
F4.029

TESIS
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
dari Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian
Institut Pertanian Bogor

1974
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
BOGOR

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
FAKULTAS MEKANISASI DAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

MEMPELAJARI PROSES PEMBUATAN KECAP SECARA FERMENTASI
DENGAN MENGGUNAKAN LARU TEMPE

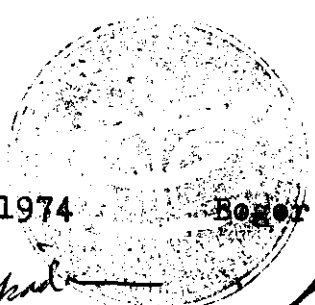
TESIS

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
SARJANA TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
dari Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian
Institut Pertanian Bogor

ACHMAD BASRAH ENIE (F4.029)
Dilahirkan pada tanggal 27 April 1947
di Tasikmalaya

Disahkan,
Bogor,18-7-1974

Disetujui,
Bogor,18-7-1974



Kristiaty Dewipadma

Suhadi Hardjo

(Ir. KRISTIATY DEWIPADMA M.Sc.)
Panitya Pendidikan Sarjana
Seksi Tesis

(SUHADI HARDJO M.Sc.)
Dosen Pembimbing

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Tuhan Yang Maha Esa, telah dapat penulis selesaikan tesis yang berjudul "Mempelajari Proses Pembuatan Kecap Secara Fermentasi dengan Menggunakan Laru Tempe".

Tesis ini disusun berdasarkan hasil penelitian di Laboratorium dan hasil tinjauan pustaka. Tesis ini merupakan syarat utama untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi Hasil Pertanian pada Fakultas Mekanisasi dan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak SUHADI HARDJO M.Sc., sebagai Dosen Pembimbing Mata Ajaran Minat Utama, yaitu Teknologi Pangan.
2. Ibu Ir. KRISTIATY DEWIPADMA M.Sc., sebagai Panitia Pendidikan Sarjana Seksi Tesis.
3. Direktur Penelitian dan Pengembangan, Institut Pertanian Bogor.
4. Pengurus Perpustakaan Pusat Institut Pertanian Bogor, Bibliotheca Bogoriensis, Dr. TAMOTSU YOKOTSUKA (Kikkoman Shoyu Co., Ltd., Chiba, Japan), Dr. TAI-WAN KWON (Korea Institute of Science & Technology, Seoul, Korea), Dr. E.A. ASSELBERGS (FAO, Rome, Italy) dan U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE (Peoria, Illinois) yang telah memberikan bantuan literatur yang diperlukan.

5. Semua pihak lainnya yang telah memberikan bimbingan dan bantuan selama penelitian sampai terwujudnya tesis ini.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan-kekurangan dalam tesis ini, akan tetapi penulis berharap semoga tesis ini dapat memberikan gambaran sesuai dengan tujuan semula dan ada manfaatnya.

Bogor, April 1974

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
I. PENDAHULUAN	1
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. ASAL DAN BOTANI KEDELAI	3
B. KOMPOSISI KIMIA KEDELAI	4
C. KECAP SEBAGAI HASIL OLAHAN KEDELAI	9
D. PEMBUATAN KECAP SECARA FERMENTASI	11
E. JASAD RENIK PADA PEMBUATAN KECAP	17
III. BAHAN DAN METODA PENELITIAN	20
A. BAHAN	20
B. PENELITIAN PENDAHULUAN	20
C. PENELITIAN LANJUTAN	21
D. PENGAMATAN	23
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	32
A. PENELITIAN PENDAHULUAN	32
B. PENELITIAN LANJUTAN	35
V. KESIMPULAN	73
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	85

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Komposisi kimia bagian-bagian kedelai..	4
Tabel 2. Komposisi asam amino esensial protein kedelai, beras, gandum, daging sapi dan telur	5
Tabel 3. Komposisi beberapa macam asam lemak minyak kedelai	6
Tabel 4. Karbohidrat dalam kedelai	7
Tabel 5. Kandungan beberapa macam vitamin dalam kedelai	8
Tabel 6. Kandungan beberapa macam mineral dalam kedelai	8
Tabel 7. Komposisi beberapa macam bahan yang mengandung pati	9
Tabel 8. Komposisi beberapa macam makanan hasil fermentasi kedelai	11
Tabel 9. Perlakuan pada pembuatan kecap	23
Tabel 10. Kandungan "total nitrogen" kecap yang berasal dari kedelai yang air rendasannya diasamkan dan tidak diasamkan	33
Tabel 11. Kandungan "total nitrogen" kecap hasil pemasakan kedelai 1, 2 dan 3 jam pada tekanan 15 lbs.	34
Tabel 12. Kandungan "total nitrogen", kadar protein dan kadar lemak kedelai, terigu, kecap dan ampas kecap	34

Tabel 13.	Analisa sidik ragam pH "koji" selama fermentasi kapang	35
Tabel 14.	Analisa sidik ragam NDL "koji" selama fermentasi kapang	39
Tabel 15.	Analisa sidik ragam pH kecap selama fermentasi larutan garam	43
Tabel 16.	Analisa sidik ragam "total nitrogen" kecap selama fermentasi larutan garam..	45
Tabel 17.	Analisa sidik ragam total asam kecap ..	49
Tabel 18.	Analisa sidik ragam "amino nitrogen" kecap	51
Tabel 19.	Analisa sidik ragam rendemen protein bahan di dalam kecap	54
Tabel 20.	Analisa sidik ragam kandungan ANTN kecap	56
Tabel 21.	Analisa sidik ragam VRS kecap	58
Tabel 22.	Analisa sidik ragam total padatan kecap	61
Tabel 23.	Analisa sidik ragam berat jenis kecap .	63
Tabel 24.	Analisa sidik ragam kekentalan kecap ..	66
Tabel 25.	Analisa sidik ragam warna (organoleptik) kecap	67
Tabel 26.	Analisa sidik ragam bau (organoleptik) kecap	71
Tabel 27.	Analisa sidik ragam rasa (organoleptik) kecap	72

Halaman ini merupakan bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University. Dokumen ini adalah hak milik IPB University dan tidak boleh disebarluaskan atau digunakan untuk tujuan lain tanpa izin IPB University.

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. "Flow sheet" proses pembuatan kecap ..	12
Gambar 2. Histogram pH "koji" hasil fermentasi kapang <u>Rhizopus oligosporus</u>	37
Gambar 3. Histogram pH "koji" hasil fermentasi kapang <u>Aspergillus oryzae</u>	37
Gambar 4. Histogram NDL "koji" untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda	40
Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu fermentasi kapang dengan NDL "koji"	41
Gambar 6. Grafik "total nitrogen" kecap untuk perlakuan waktu perendaman dalam larutan garam	47
Gambar 7. Histogram total asam kecap untuk perlakuan waktu fermentasi kapang	50
Gambar 8. Pemecahan protein oleh enzim protease.	52
Gambar 9. "Amino nitrogen" kecap untuk perlakuan jenis kapang dan waktu fermentasi kapang	53
Gambar 10. Histogram VRS kecap untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda	59
Gambar 11. Grafik VRS kecap untuk perlakuan jenis kapang dan waktu fermentasi kapang ..	60
Gambar 12. Total padatan kecap untuk perlakuan jenis bahan dan waktu fermentasi kapang	62

Gambar 13. Histogram berat jenis kecap untuk perlakuan waktu fermentasi kapang ... 64

Gambar 14. Histogram "score" rata-rata warna kecap untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda 68

Gambar 15. Histogram "score" bau kecap untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda .. 71

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil pengukuran rata-rata pH "koji" selama fermentasi kapang	86
Lampiran 2. Hasil analisa rata-rata NDL "koji" selama fermentasi kapang	87
Lampiran 3. Hasil pengukuran rata-rata pH kecap .	88
Lampiran 4. Hasil analisa rata-rata "total nitrogen" kecap	89
Lampiran 5. Hasil analisa rata-rata total asam kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	90
Lampiran 6. Hasil analisa rata-rata "amino nitrogen" kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	91
Lampiran 7. Hasil perhitungan rata-rata rendemen protein pada kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	92
Lampiran 8. Hasil perhitungan rata-rata kandungan ANTN ("amino nitrogen" di dalam "total nitrogen") kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	93
Lampiran 9. Hasil analisa rata-rata VRS kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	94
Lampiran 10. Hasil analisa rata-rata total padatan kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	95

Hal. 100
 1. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 2. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 3. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 4. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 5. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 6. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 7. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 8. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 9. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari
 10. Diambil sampel pada saat fermentasi kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari

Hal. 100
 1. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 2. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 3. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 4. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 5. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 6. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 7. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 8. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 9. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 10. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 11. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 12. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 13. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 14. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 15. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 16. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 17. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 18. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 19. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
 20. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id

Lampiran 11.	Hasil analisa rata-rata berat jenis kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	96
Lampiran 12.	Hasil analisa rata-rata kekentalan kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	97
Lampiran 13.	Rata-rata "score" hasil pengujian warna kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari secara organoleptik	98
Lampiran 14.	Hasil pengukuran rata-rata warna (objektif) kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari	99
Lampiran 15.	Rata-rata "score" hasil pengujian bau kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari secara organoleptik .	100
Lampiran 16.	Rata-rata "score" hasil pengujian rasa kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari secara organoleptik .	101
Lampiran 17.	Komposisi kedelai, terigu dan campuran kedelai-terigu	102
Lampiran 18a.	Uji HSD rata-rata NDL "koji" diantara perlakuan jenis bahan	103
Lampiran 18b.	Uji HSD rata-rata NDL "koji" diantara perlakuan waktu fermentasi kapang	103
Lampiran 19.	Uji HSD rata-rata "total nitrogen" kecap diantara perlakuan waktu fermentasi dalam larutan garam	104
Lampiran 20a.	Uji HSD total asam kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan	105



Lampiran 20b.	Uji HSD total asam kecap diantara perlakuan waktu fermentasi kapang ..	105
Lampiran 21a.	Uji HSD "amino nitrogen" kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan	106
Lampiran 21b.	Uji HSD "amino nitrogen" kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang	106
Lampiran 22a.	Uji HSD ANTN kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan	107
Lampiran 22b.	Uji HSD ANTN kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang	107
Lampiran 23a.	Uji HSD rata-rata VRS kecap antara perlakuan jenis bahan	108
Lampiran 23b.	Uji HSD VRS kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang	108
Lampiran 24a.	Uji HSD total padatan kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan	109
Lampiran 24b.	Uji HSD total padatan kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang	109
Lampiran 24c.	Uji HSD total padatan kecap dari interaksi antara jenis bahan dan waktu fermentasi kapang	110
Lampiran 25a.	Uji HSD berat jenis kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan	111

1. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
2. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
3. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
4. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
5. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
6. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
7. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
8. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
9. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id
10. Diakses melalui alamat: www.ipb.ac.id

Halaman

Lampiran 25b.	Uji HSD rata-rata berat jenis kecap antara perlakuan waktu fermentasi kapang	111
Lampiran 26.	Uji HSD rata-rata warna kecap (organoleptik) antara perlakuan jenis bahan	112
Lampiran 27.	Uji HSD rata-rata bau (organoleptik) kecap antara perlakuan jenis bahan	113

I. PENDAHULUAN

Kacang kedelai atau Glycine max (L.) MERRILL merupakan tanaman penting bagi sumber makanan yang tumbuh di daerah Tropis dan Sub-Tropis, termasuk Asia, Amerika, dan Uni Soviet. Indonesia merupakan salah satu negara Asia penghasil kedelai, yaitu dengan produksinya 515.000 ton pada tahun 1972 (BIRO PUSAT STATISTIK, 1973^b). Negara Asia lainnya penghasil kedelai ialah Jepang, Cina dan Korea. Kedelai di negara-negara Asia banyak digunakan untuk membuat kecap, tahu, tauco, dan untuk sayur mayur.

Hasil olahan kedelai yang paling merata penggunaannya di negara-negara Asia adalah kecap, yaitu digunakan untuk bumbu penyedap masakan (seasoning). Di Eropah dan Amerika kecap digunakan pula untuk campuran pada pembuatan "Worchestershire sauce" (MINOR, 1945) dan "barbecue sauce" (ANONYMOUS, 1972^a).

Kecap hampir setiap hari dikonsumsi secara kontinu. Di Indonesia belum ada data mengenai jumlah konsumsi kecap, akan tetapi di Jepang konsumsi kecap tiap orang per hari adalah sekitar 70 ml (AYKROID dan DOUGHTY, 1969). Jadi kalau kadar protein kecap rata-rata 5 persen, ini berarti tiap hari kecap hanya memberikan 3,5 g protein nabati. Sedikitnya jumlah konsumsi kecap per hari disebabkan karena kadar garam kecap tinggi, yaitu antara 17 sampai 20 persen. Meskipun dipandang dari segi sumber protein kurang baik,

perbaikan mutu kecap perlu dilakukan oleh karena kecap merupakan bahan yang diperlukan hampir setiap hari.

Kecap di Indonesia masih dibuat secara tradisional dan umumnya dibuat dalam skala industri rumah. Kecap yang dihasilkan umumnya kurang memenuhi persyaratan yang telah ditentukan, yaitu antara lain kadar proteinnya rata-rata kurang dari satu persen (ANONYMOUS, 1972^b). Kecap yang memenuhi syarat adalah kecap impor. Indonesia masih mengimpor kecap dan juga tauco dari Singapura, Jepang, Hongkong, dan beberapa negara lainnya, yaitu sejumlah 163.129 kg pada tahun 1970 dengan nilai US\$ 19.588 (BIRO PUSAT STATISTIK, 1973^a).

Untuk meningkatkan mutu kecap, baik dipandang dari kadar protein dan fungsinya sebagai bumbu penyedap, perlu diadakan perbaikan-perbaikan dalam proses pembuatannya. Faktor utama yang menentukan mutu kecap ialah bahan baku, jenis kapang yang dipergunakan, cara pembuatan dan cara pengolahan. Oleh karena itu dalam penelitian ini dipelajari pengaruh jenis bahan, jenis kapang dan waktu fermentasi kapang terhadap mutu kecap yang dihasilkan. Hasil penelitian ini diharap dapat membantu memperbaiki mutu kecap Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. ASAL DAN BOTANI KEDELAI

Tanaman kedelai menurut DE CANDOLE berasal dari daerah Indo China, Jepang Selatan dan Pulau Jawa. Di Indonesia tanaman ini dikenal sejak RUMPHIUS pada tahun 1750 sebagai tanaman sumber makanan dan pupuk hijau (THIO, 1971; SOMAATMADJA, 1970). Uraian pertama mengenai kedelai terdapat dalam buku Cina kuno yang ditulis tahun 2838 Sebelum Masehi, di mana dijelaskan bahwa kedelai termasuk dalam 5 macam biji-bijian yang dianggap suci, yaitu padi, gandum, "barley", jawawut dan kedelai (MORSE, 1950).

Berdasarkan klasifikasi botani, kedelai termasuk famili Leguminosae, sub-famili Papilionidae, genus Glycine dan spesies max. Nama yang sekarang diterima secara internasional ialah Glycine max (L.) MERRILL (THIO, 1971).

Menurut THIO (1971) kedelai dapat digolongkan berdasarkan ukuran biji, warna biji, warna kotiledon, ukuran kulit pembungkus biji (pod), ukuran bunga, komposisi kimia biji dan umur tanaman. Di Indonesia dalam prakteknya kedelai sering digolongkan berdasarkan umur dan warna biji. Berdasarkan umur tanaman, kedelai dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu jenis genjah yang umurnya 75 sampai 85 hari, jenis setengah dalam

yang umurnya 85 sampai 90 hari dan jenis dalam yang umurnya lebih dari 90 hari.

Berdasarkan warna bijinya, kedelai digolongkan menjadi tiga golongan, yaitu kedelai kuning, hijau dan hitam. Pigmen yang menentukan warna kedelai ialah "chlorophyll" dan "anthocyanin" (SOMAATMADJA, 1970).

B. KOMPOSISI KIMIA KEDELAI

Komposisi kimia kedelai bervariasi menurut jenis kedelai dan keadaan di mana kedelai tersebut tumbuh. Komposisi kimia bagian-bagian kedelai dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia bagian-bagian kedelai¹⁾.

	Biji Kedelai	Kotiledon	Kulit Biji	Hipokotil
Hasil (%)	100,0	90,3	7,3	2,4
Protein (%)	40,3	42,8	8,8	40,8
Lemak (%)	21,0	22,8	1,0	11,4
Abu (%)	4,9	5,0	4,3	4,4
Karbohidrat (%)	33,9	29,4	85,9	43,4

1) KAWAMURA, S. (1967). Review of PL 480 Work on Soybean Carbohydrates. Di dalam Proceedings of International Conference on Soybean Protein Foods. p. 249 - 254. Agricultural Research Service, USDA, Peoria, IL.

1. Protein

Protein kedelai termasuk protein nabati yang bermutu tinggi oleh karena mengandung asam amino

esensiil yang lengkap. Kandungan asam amino esensiil protein kedelai hampir mendekati komposisi asam amino esensiil daging sapi, kecuali kandungan methioninnya lebih kecil (Tabel 2).

Tabel 2. Komposisi asam amino esensiil protein kedelai, beras, gandum, daging sapi dan telur (g/16 g nitrogen)¹⁾.

	Kedelai	Beras	Gandum	Daging sapi	Telur
Leusin	6,6	9,0	7,5	7,7	9,3
Isoleusin	4,7	5,1	3,7	6,3	7,0
Lisin	5,8	3,2	2,0	8,1	7,1
Valin	4,2	6,4	4,2	5,8	7,3
Threonin	4,0	3,9	2,7	4,6	4,9
Phenilalanin	5,7	6,3	5,5	4,9	5,9
Triptophan	1,2	1,3	1,0	1,3	1,5
Methionin	2,0	3,4	1,0	3,3	3,7

1) THIO, GOAN LOO. (1971). *Small-Scale Processing of Soybeans and Some Applications*. Publication No. 294. Royal Tropical Institute, Amsterdam.

Protein kedelai sebagian besar dapat diekstrak dengan air. Menurut CIRCLE (1950) dari 6,94 persen nitrogen dalam kedelai kering, 5,97 persen larut dalam air, 0,26 persen larut dalam garam, 0,16 persen larut dalam alkali dan 0,55 persen tidak larut, yaitu tertinggal dalam ampas. Nitrogen yang larut dalam air 84 persen terdiri dari protein globulin.

2. Lemak

Lemak kedelai termasuk lemak yang mempunyai nilai gizi tinggi oleh karena mengandung "essential fatty acids" (EFA), yaitu asam linoleat dan linolenat. Minyak kedelai mengandung 85 persen asam lemak tak jenuh dan 15 persen asam lemak jenuh. Komposisi asam lemak minyak kedelai dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi beberapa macam asam lemak minyak kedelai¹⁾.

Asam lemak	Jumlah (%)
Laurat (C ₁₂)	-
Miristat (C ₁₄)	0,5
Palmitat (C ₁₆)	12,0
Stearat (C ₁₈)	4,0
Oleat (C _{18:1})	23,3
Linoleat (C _{18:2})	52,3
Linolenat (C _{18:3})	7,2

1) THIO, GOAN LOO. (1971). *Small-Scale Processing of Soybeans and Some Applications*. Publication No. 294. Royal Tropical Institute, Amsterdam.

3. Karbohidrat

Tidak seperti tanaman leguminosa lainnya kedelai mengandung sedikit atau bahkan tidak mengandung pati sama sekali. Sebagian besar karbohidrat kede-

lai terdapat dalam bentuk galaktan, pentosan dan hemisellulosa. Menurut DEE (1971) hanya sekitar 40 persen dari total karbohidrat secara biologis dapat dipergunakan oleh tubuh. Komposisi karbohidrat kedelai dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karbohidrat dalam kedelai¹⁾.

Komponen	Jumlah (g/100 g)
Sellulosa	4,0
Hemisellulosa	15,0
Stachyosa	3,8
Raffinosa	1,1
Sukrosa	5,0
Gula lainnya	5,1

1) KAWAMURA, S. (1967). Review of PL 480 Work on Soybean Carbohydrates. Di dalam Proceedings of International Conference on Soybean Protein Foods. p. 249-254. Agricultural Research Service, USDA, Peoria, IL.

4. Vitamin dan mineral

Kacang kedelai penting artinya sebagai sumber vitamin dan mineral. Kandungan vitamin pada kedelai dapat dilihat pada Tabel 5. Mineral yang terkandung dalam kedelai antara lain ialah kalium, pospor, magnesium, dan kalsium. Diantara mineral-mineral tersebut kalsium dan pospor kurang dapat digunakan sebagai sumber mineral untuk tubuh oleh karena kalsium dan pospor dalam kedelai kebanyakan ada dalam bentuk asam phitat, yaitu

Tabel 5. Kandungan beberapa macam vitamin dalam kedelai¹⁾.

Vitamin	Jumlah (Ug/g kedelai)
Thiamin	10,0
Riboflavin	3,1
Piridoksin	11,8
Biotin	0,8
Asam pantothenat	21,5
Karoten	0,18-2,43
Vitamin E	1,4
Vitamin K	1,9

1) THIO, GOAN LOO. (1971). *Small-Scale Processing of Soybeans and Some Applications*. Publication No. 294. Royal Tropical Institute, Amsterdam.

Tabel 6. Kandungan beberapa macam mineral dalam kedelai¹⁾.

Mineral	Jumlah (g/100 g)
Kalium	1,83
Pospor	0,78
Magnesium	0,31
Natrium	0,24
Kalsium	0,24
Sulfur	0,24

1) SMITH, A.K. dan S.J. CIRCLE. (1972). *Chemical Composition of the Seeds*. Di dalam A.K. SMITH dan S.J. CIRCLE (editors). *Soybean Chemistry and Technology*. 1:61-92. AVI Publ. Co., Inc., Westport, CT.

garam kalsium-magnesium-kalium atau phytin (SMITH dan CIRCLE, 1972) yang sukar dicerna dan diserap usus. Beberapa macam mineral dalam kedelai dapat dilihat pada Tabel 6.

C. KECAP SEBAGAI HASIL OLAHAN KEDELAI

Kecap adalah cairan berwarna coklat tua yang dibuat dari kacang kedelai atau campuran kacang kedelai dengan bahan-bahan lain yang mengandung pati melalui proses fermentasi atau hidrolisa asam. Bahan yang mengandung pati yang biasa dipakai untuk campuran kacang kedelai pada pembuatan kecap ialah tepung gandum atau terigu (ADRIANO et

Tabel 7. Komposisi beberapa macam bahan yang mengandung pati¹⁾.

Bahan	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)	Air (%)
Gandum				
"Hard"	13,8	2,0	70,0	12,0
"Soft"	10,5	1,9	74,0	12,0
Beras	7,5	1,8	77,0	13,0
Jagung	9,5	4,3	73,0	12,0
"Barley"	11,0	1,8	73,0	12,0
Tapioka ²⁾	0,4	0,1	95,0	-

1) AYKROID, W.R. dan J. DOUGHTY. (1970). Wheat in Human Nutrition. FAO Nutritional Studies No. 23. FAO, Rome.

2) CROSBIE-WALSH, T., Ed. (1957). Food Industries Manual 18th ed. Leonard Hill (Books) Ltd., London.

al., 1934; CHURCH, 1923; LOCKWOOD dan SMITH, 1950; YOKOTSUKA, 1960). Komposisi beberapa macam bahan yang mengandung pati dapat dilihat pada Tabel 7.

Menurut MINOR (1945) dan BURNETT (1951) ada dua cara pembuatan kecap, yaitu pertama secara fermentasi dan kedua secara hidrolisa asam. Menurut GROFF (1919) pembuatan kecap secara fermentasi mula-mula diperkenalkan oleh orang-orang Cina. Kecap hasil fermentasi sampai sekarang lebih disukai dari pada kecap hasil hidrolisa asam, oleh karena kecap hasil fermentasi mengandung senyawa-senyawa hasil fermentasi seperti asam-asam organik dan alkohol yang memberikan bau khas kecap (YOKOTSUKA, 1960; HESSELTINE, 1965).

Berdasarkan negeri asalnya, kecap hasil fermentasi ada dua macam yaitu kecap yang berasal dari Jepang dan kecap yang berasal dari Cina. Kecap Jepang atau "shoyu" dibuat dari campuran kedelai dengan tepung gandum dalam perbandingan yang sama, sedangkan kecap Cina atau kecap "tamari" jumlah tepung gandum yang ditambahkan lebih sedikit atau bahkan tanpa penambahan tepung gandum sama sekali (YOKOTSUKA, 1960; HESSELTINE, 1965). Kecap yang dibuat di Indonesia adalah termasuk jenis kecap "tamari" (THAMMES, 1950). Komposisi kecap dan bahan hasil fermentasi kedelai lainnya dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Komposisi beberapa macam makanan hasil fermentasi kedelai (persen).

	Kecap		Tempe ¹⁾	Tauco ¹⁾
	I ¹⁾	II ²⁾		
Protein	2,0-12,0	9,2	25,0	13,0
Lemak	0,1	-	5,0	1,2
Karbohidrat	17,0	3,4	1,0	10,0
Air	57,0	62,4	66,0	62,0
Garam	-	16,0	-	-

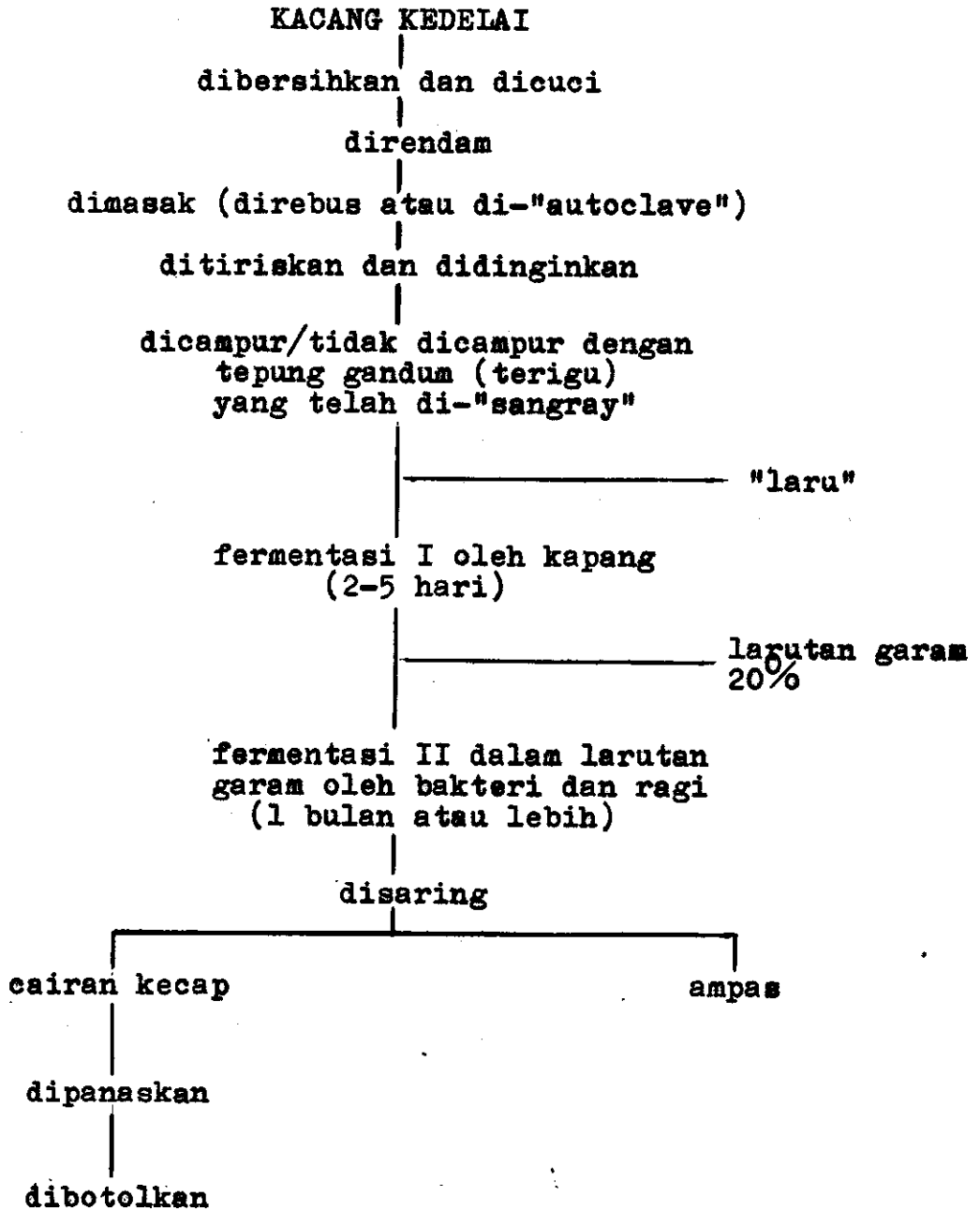
- 1) SOMAATMADJA, DARBJO dan SUHADI HARBJO. (1971). *Food Technology and Food Preservation in Indonesia. Di dalam Proc. VI SEAMBO-TROPMED Seminar: The First Southeast Asian Regional Seminar on Nutrition. Jakarta 27-31 Oct., 1969. p. 192-200.*
- 2) PIPER, C.V. dan W.J. MORSE. (1923). *The Soybean. 1st ed. McGraw-Hill Book Co., NY.*

D. PEMBUATAN KECAP SECARA FERMENTASI

Pembuatan kecap secara fermentasi pada dasarnya adalah sama, baik yang dilakukan di Jepang, Indonesia, Cina, Pilipina, Korea ataupun negara-negara lainnya (Gambar 1). Tahap-tahap penting pada pembuatan kecap secara fermentasi adalah sebagai berikut:

1. Persiapan Pendahuluan

Kedelai untuk pembuatan kecap mula-mula dibersihkan dari kotoran-kotoran, dicuci dan kemudian direndam dalam air selama 12 sampai 18 jam (YOKOTSUKA, 1960). Maksud perendaman ialah supaya kede-



Gambar 1. "Flow sheet" proses pembuatan kecap

lai mengembang sehingga pemasakan dapat lebih cepat. Kedelai setelah direndam kemudian dimasak sampai lunak, yaitu dengan merebusnya selama 5 sampai 10 jam (ADRIANO et al., 1934) atau dengan autoklav selama satu (MASILUNGAN et al., 1960) sampai tiga jam (LEBUMFACILE-DAVIDE, 1967). Setelah dimasak, kedelai ditiriskan dan didinginkan sampai suhu kurang dari 40°C dengan maksud untuk mendapatkan suhu optimum bagi pertumbuhan kapang, yaitu 37°C (YOKOTSUKA, 1960). Kedelai selanjutnya dicampur atau tidak dengan terigu yang telah di-"sangray" sampai berwarna kuning kecoklat-coklatan. Maksud pe-"nyangray"-an terigu antara lain ialah untuk membunuh jasad renik yang terdapat dalam terigu sehingga tidak akan mempengaruhi proses fermentasi kapang, untuk menambah gelap warna kecap dan untuk menambah "flavor" kecap (CHURCH, 1923). Menurut YOKOTSUKA (1960) "flavor" kecap akan bertambah karena terbentuknya senyawa-senyawa phenolik, seperti vanillin, "vanilic acid" dan "ferulic acid" hasil degradasi lignin dan glikosida oleh panas.

Penambahan terigu juga diduga dapat meningkatkan "flavor" kecap oleh karena selama fermentasi akan terbentuk asam-asam organik, alkohol dan senyawa-senyawa lainnya yang berasal dari pemecahan pati oleh aktifitas jasad renik (PIPER dan MORSE, 1923; LOCKWOOD dan SMITH, 1950; HESSELTINE, 1965; YOKOTSUKA, 1960). Menurut CHURCH (1923) bahan yang dijamurkan tanpa penam-



12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

bahan terigu, kandungan ammoniaknya lebih tinggi oleh karena pengaruh aktifitas bakteri yang lebih cepat.

2. Fermentasi kapang

Kedelai setelah dicampur atau tidak dicampur bahan yang mengandung pati kemudian diinokulasi dengan spora-spora kapang dan diinkubasikan selama tiga sampai lima hari sehingga diperoleh bahan berjamur yang disebut "koji" (HESSELTINE dan WANG, 1972). Penjamuran biasanya didasarkan atas waktu optimum produksi dan aktifitas enzim oleh kapang. Kapang akan menghasilkan enzim yang akan bekerja sebelum dan selama perendaman bahan. Menurut WANG (1972) "koji" merupakan sumber enzim pemecah pati menjadi gula dan protein menjadi peptida-peptida dan asam-asam amino. Enzim lainnya yang dihasilkan kapang ialah lipase. Menurut WAGENKNECHT et al. (1961) enzim lipase dari kapang dalam tiga hari dapat menghidrolisa lebih dari satu pertiga lemak dalam kedelai menjadi asam-asam lemak dan gliserol dalam kondisi yang dijumpai pada pembuatan tempe.

Telah banyak literatur yang menyatakan bahwa jangka waktu fermentasi kapang menghasilkan aktifitas enzim yang berbeda-beda (BAENS-ARCEGA et al., 1956, 1967; BAENS-ARCEGA, 1966; MASILUNGAN et al., 1960; WANG dan HESSELTINE, 1965). Oleh karena itu penting untuk me-

ngadakan penelitian tentang waktu optimum dari fermentasi kapang pada kondisi pembuatan kecap yang dijumpai di Indonesia.

3. Perendaman dalam Larutan Garam

Bahan yang telah dijamurkan (koji) selanjutnya di-rendam dalam larutan garam yang konsentrasinya biasanya sekitar 20 persen. Konsentrasi larutan garam yang terlampau rendah, yaitu di bawah 16 persen kurang baik oleh karena menyebabkan kebusukan bahan (YOKOTSUKA, 1960).

Menurut MASILUNGAN et al. (1960) dan YOKOTSUKA (1960), selama proses perendaman, enzim yang berasal dari kapang akan bekerja terus memecah komponen-komponen bahan, yaitu protein, karbohidrat dan lemak menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Menurut ARI-MOTO dan SAKURAI (1965) minyak yang diperoleh dari kecap (shoyu oil) baunya tidak enak dan komponen utamanya adalah senyawa-senyawa ester ethil dari asam-asam lemak kedelai.

Menurut HESSELTINE (1965) pada proses perendaman akan tumbuh bakteri dan pelbagai ragi secara spontan yang akan menghasilkan asam-asam organik dan alkohol. Menurut MASILUNGAN et al. (1960) perendaman dalam larutan garam selama satu bulan, dipandang dari aktifitas enzim proteolitik, telah mencapai titik optimum oleh karena untuk selanjutnya peningkatan jumlah nitrogen yang larut dalam kecap tidak begitu besar. Akan teta-

pi makin lama proses perendaman, makin baik "flavor" kecap yang dihasilkan oleh karena makin banyak terbentuknya alkohol dan senyawa-senyawa organik lainnya.

Setelah selesai perendaman dalam larutan garam, cairan rendaman disaring sehingga diperoleh kecap asin. Kecap selanjutnya dipanaskan untuk menghentikan proses fermentasi, dibiarkan satu malam untuk mengendapkan bahan-bahan yang tidak larut dan disaring lagi. Supaya warna kecap lebih gelap biasanya ditambah karamel (BURNETT, 1951), sedangkan untuk membuat kecap manis cairan kecap asin ditambah gula Jawa. Pengawet yang dipergunakan pada kecap antara lain ialah asam benzoat atau "butyl-p-hydroxybenzoate" (YOKOTSUKA, 1960). Kecap yang diperoleh kemudian dibotolkan.

Menurut YOKOTSUKA (1960) senyawa-senyawa nitrogen dalam kecap terdiri dari 40 sampai 50 persen asam amino, 10 sampai 15 persen amoniak, 40 sampai 50 persen peptida-peptida dan pepton-pepton, dan kurang dari satu persen protein. Akan tetapi menurut TSUNODA dan ISHIZUKA (1952) protein tidak terdapat dalam kecap komersil oleh karena protein mengendap pada waktu pemanasan.

Jangka waktu fermentasi dalam larutan garam dapat berlangsung selama satu bulan sampai tiga tahun (MASILUNGAN et al., 1960; YOKOTSUKA, 1960; LEBUMFACILE-DAVIDE, 1967). Dari segi efisiensi perusahaan kecap,

waktu fermentasi yang singkat sangat menguntungkan, akan tetapi data mengenai perubahan-perubahan yang terjadi dalam periode tersebut dengan kondisi pembuatan kecap di Indonesia masih belum diteliti.

E. JASAD RENIK PADA PEMBUATAN KECAP

1. Kapang

Kapang yang digunakan pada industri kecap umumnya adalah kapang jenis Aspergillus, yaitu Aspergillus oryzae dan Aspergillus sojae (LOCKWOOD dan SMITH, 1950; HAHN dan PARK, 1957; YOKOTSUKA, 1960, 1967). Pada pembuatan kecap dalam skala industri rumah umumnya jenis kapang tidak diperhatikan oleh karena pertumbuhan kapang hanya didasarkan atas spontanitas alami, yaitu tanpa inokulasi dengan laru (bibit). YAMAZAKI et al. (1970) melaporkan terdapatnya Aspergillus ochraceus yang menghasilkan racun yang kuat pada bahan kecap, sedangkan DWIDJOSEPUTRO dan WOLF (1960) serta LEE dan LEE (1969) melaporkan adanya Aspergillus flavus pada bahan kecap. Jenis-jenis kapang yang lain yang dilaporkan tumbuh pada bahan kecap ialah Aspergillus niger (CHO dan KIM, 1971), Mucor (CHO dan LEE, 1970; HAHN et al., 1962), Rhizopus nigrificans, Rhizopus oryzae, Rhizopus chinensis (YIHN dan LEE, 1968), Rhizopus arrhizus dan Rhizopus oligosporus (DWIDJOSEPUTRO dan WOLF, 1970).

Menurut MATSUURA (1970) dan YOKOTSUKA (1972) kapang dari laru yang umum dipakai dalam industri kecap di Jepang tidak menghasilkan aflatoxin. Oleh karena itu di Indonesia perlu juga dikembangkan penggunaan laru yang mengandung spora-spora kapang yang tidak menghasilkan "mycotoxins". Misalnya, HAHN et al. (1962) pernah melaporkan penggunaan Rhizopus sp. dan Mucor sp. dalam pembuatan kecap. Rhizopus sp. ternyata mempunyai aktifitas proteolitik yang lebih tinggi dari pada Mucor sp.

Rhizopus oligosporus adalah kapang yang paling berperan dalam pembuatan teape (KO, 1965; STEIN-KRAUS et al., 1965^a, 1965^b). Kapang ini diketahui dapat menurunkan kandungan aflatoxin bahan yang difermentasinya sampai 70 persen dari jumlah awal (VAN VEEN et al., 1968) dan dapat membebaskan senyawa-senyawa antioksidan dalam kedelai, yaitu "Faktor 2" (6,7,4'-trihydroxyisoflavone), "daidzein" (7,4'-dihydroxyisoflavone) dan "genistein" (5,7,4'-trihydroxyisoflavone) yang mula-mula tidak aktif menjadi aktif mencegah terjadinya ketengikan (GYORGY et al., 1964)

Menurut WANG dan HESSELTINE (1966) Rhizopus oligosporus menghasilkan enzim protease yang sangat aktif. Maksimum produksi enzim ini dicapai

setelah fermentasi 72 sampai 96 jam (WANG dan HESSELTINE, 1965).

2. Bakteri dan Ragi

Menurut HESSELTINE (1965) dan FRAZIER (1958) bakteri yang tumbuh pada rendaman kedelai untuk kecap adalah bakteri asam laktat, yaitu Lactobacillus delbrueckii yang dapat memecah maltosa dan glukosa menjadi asam laktat. Disamping bakteri tumbuh pula ragi yang berperan dalam pembentukan alkohol yang merupakan salah satu komponen yang menyusun "flavor" kecap. Zigosaccharomyces major, Zigosaccharomyces soja (YOKOTSUKA, 1960), Saccharomyces rouxii dan Torulopsis sp. (YOSHII, 1971) merupakan ragi yang berperan dalam proses fermentasi dan pematangan kecap, sedangkan Zigosaccharomyces japonicus, Zigosaccharomyces salsus dan Hansenula anomala (YOKOTSUKA, 1960; SONG et al., 1963) merupakan ragi yang tidak diinginkan oleh karena dapat menyebabkan kerusakan pada kecap.

III. BAHAN DAN METODA PENELITIAN

A. BAHAN

Sebagai bahan utama untuk pembuatan kecap digunakan kedelai jenis DAVROS yang diperoleh dari Jawatan Pertanian Kabupaten Garut. Bahan-bahan lainnya berupa tepung terigu, beras dan garam dapur diperoleh dari pasar, sedangkan biakan murni kapang Rhizopus oligosperus SAITO dan Aspergillus oryzae (AHLBURG) COHN diperoleh dari Bagian Biologi, Institut Teknologi Bandung.

B. PENELITIAN PENDAHULUAN

Penelitian pendahuluan dimaksudkan untuk mencoba proses pembuatan laru dan kecap yang akan dilaksanakan pada penelitian lanjutan. Selain itu dicoba pula mencari perlakuan yang cocok. Penelitian pendahuluan antara lain ialah:

1. Pembuatan laru
2. Mencoba kekuatan pertumbuhan kapang yang berasal dari laru yang mempunyai kepekatan yang berbeda-beda (HERMANA dan ROEDJITO, 1971).
3. Mencoba cara inokulasi laru, yaitu dalam bentuk serbuk dan suspensi (HERMANA dan ROEDJITO, 1971; KOSIKOWSKI, 1966).
4. Mencoba cara pembuatan kecap berdasarkan metoda CHURCH (1923), THAMMES (1950), LOCKWOOD dan SMITH (1950), MASILUNGAN et al., (1960), YOKOTSUKA (1960), HESSELTINE

(1965) dan LEBUMFACILE-DAVIDE (1967).

5. Melihat pengaruh pengasaman air rendaman kedelai dengan asam asetat glasial (STEINKRAUS et al., 1965^a).
6. Menentukan lama waktu pemasakan (autoclaving) kedelai yang paling optimum pada tekanan 15 lbs.
7. Menentukan kombinasi perlakuan waktu fermentasi kapang.

Penelitian pendahuluan ini dimaksudkan untuk mengetahui cara pembuatan laru, pembuatan kecap, penggunaan laru pada pembuatan kecap dan mencari perlakuan-perlakuan yang mungkin dapat diterapkan pada proses pembuatan kecap di Indonesia.

C. PENELITIAN LANJUTAN

Dari hasil penelitian pendahuluan disusun prosedur pembuatan laru dan kecap yang akan dilaksanakan.

Pada pembuatan laru, 10 g beras dimasukkan dalam cawan petri, ditambah 10 ml air kran, disterilisasi selama 30 menit pada tekanan 15 lbs., didinginkan, diinokulasi dengan spora kapang, dan akhirnya diinkubasikan selama 5 hari pada suhu kamar. Beras yang telah tertutup oleh "mycelium" dan spora kapang kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 40 sampai 50°C selama 24 jam. Setelah kering beras ditumbuk dalam mortar steril dengan ditutup plastik, selanjutnya diayak sehingga diperoleh serbuk laru. Serbuk laru ini merupakan bahan yang akan digunakan untuk menginokulasi kedelai pada pembuatan kecap.

Pada pembuatan kecap, bahan yang digunakan ialah kedelai, kedelai ditambah terigu dengan perbandingan berat dua banding satu, dan kedelai ditambah terigu dengan perbandingan berat satu banding satu. Kedelai dalam hal ini merupakan bahan utamanya. Terigu untuk campuran kedelai, sebelum dicampur di-"sangray" dahulu sampai berwarna kuning kecoklat-coklatan.

Kedelai pertama-tama dibersihkan dari kotoran-kotoran, kemudian dengan berat masing-masing 50 g dicuci dengan air kran dan direndam selama 12 jam dalam 150 ml air kran yang telah diasamkan dengan 0,375 ml asam asetat glasial. Kedelai kemudian dimasak dalam autoklav selama satu jam pada tekanan 15 lbs. Setelah masak, kedelai ditiriskan, didinginkan, dimasukkan dalam tampah kayu beralaskan plastik, dan kemudian dibuat perlakuan bahan seperti diatas, yaitu dicampur dan tidak dicampur terigu. Bahan kemudian diinokulasi dengan 0,2 persen serbuk laru (berdasarkan berat bahan), diaduk dan disebarakan pada tampah dengan ketebalan 1,5 sampai 2 cm. Tampah kemudian ditutup kain blacu untuk mencegah kontaminasi. Fermentasi kapang berlangsung selama 72, 96 dan 120 jam pada suhu kamar (28-31°C).

Setelah fermentasi kapang selesai, bahan dimasukkan dalam stoples dan ditambah 300 ml larutan garam. Larutan garam dibuat dengan melarutkan 200 g garam ke dalam air kran sampai volume 1000 ml, dididihkan, disa-

ring, dan ditambah air lagi sampai volume asal. Selanjutnya campuran bahan dan larutan garam tersebut disiapkan selama 28 hari di tempat yang mendapatkan penyinaran matahari. Tiap hari selama satu minggu bahan diaduk, satu sampai dua kali. Setelah proses fermentasi larutan garam selesai, bahan ditambah air untuk mengganti air yang hilang karena penguapan, cairannya kemudian disaring, dididihkan, disimpan satu malam untuk pengendapan bahan-bahan yang tidak larut, dan kemudian disaring kembali dengan menggunakan pompa vakum. Kecap yang diperoleh dimasukkan dalam botol, di pasteurisasi, ditutup dan disimpan dalam lemari es untuk analisa.

Tabel 9. Perlakuan pada pembuatan kecap

Jenis kapang	Bahan	Fermentasi kapang
<u>Rhizopus oligosporus</u> (A ₁)	Kedelai (B ₁)	72 jam (C ₁)
<u>Aspergillus oryzae</u> (A ₂)	Kedelai + terigu 2:1 (w/w) (B ₂)	96 jam (C ₂)
	Kedelai + terigu 1:1 (w/w) (B ₃)	120 jam (C ₃)

D. PENGAMATAN

Pengamatan dilakukan terhadap pH dan NDL (Nitrogen dapat larut) "koji", pH dan "total nitrogen" kecap se-

lama fermentasi larutan garam 7, 14, 21 dan 28 hari, serta pengamatan-pengamatan lainnya terhadap sifat-sifat kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari, seperti total padatan, warna, "amino nitrogen" dan total asam.

1. pH "koji"

Pengukuran pH "koji" dilakukan dengan metoda STEINKRAUS *et al.* (1965^b), yaitu 20 g contoh ditambah 180 ml air suling dan dihancurkan dalam "Waring Blendor" selama 5 menit. pH langsung diukur dengan menggunakan pH meter Beckman Model Zeromatik SS-3.

2. NDL (Nitrogen-Dapat-Larut) "Koji"

Bahan yang telah selesai digunakan untuk mengukur pH dipanaskan dalam penangas air pada suhu sekitar 90°C dengan pengadukan untuk menginaktifkan enzim. Bahan kemudian dipusing pada kecepatan 4.500 rpm. selama 30 menit sehingga padatan yang tidak larut akan mengendap, selanjutnya disaring dengan menggunakan corong Buchner yang dilengkapi dengan kertas saring Whatman No. 1 dan pengisap vakum. Filtrat hasil penyaringan digunakan sebagai contoh yang akan dianalisa (STEINKRAUS *et al.*, 1965^b).

NDL ditetapkan secara "semi micro Kjeldahl" (HOROWITZ, 1970), yaitu sejumlah 50 - 100 mg contoh

dimasukkan dalam labu Kjeldahl 100 ml, ditambah 1 g CuSO_4 , 1 g NaSO_4 dan 2,5 ml H_2SO_4 pekat, lalu didestruksi selama 30 menit. Larutan hasil destruksi didinginkan, kemudian ke dalam labu Kjeldahl tersebut ditambahkan 35 ml air suling dan 5 g NaOH kristal. Labu Kjeldahl segera dihubungkan dengan pendingin tegal, disulingkan sampai kira-kira dua pertiganya tersuling. Sebagai penampung adalah larutan HCl 0,02 N sebanyak 25 ml yang telah ditambah indikator "mengsel" 2 sampai 3 tetes. Larutan tersebut kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,02 N. NDL contoh dihitung sebagai berikut:

$$\text{NDL} = \frac{(B - S) \times N \times \frac{14,008}{1000}}{C} \times 100\%$$

dimana,

NDL = nitrogen-dapat-larut, persen

B = jumlah (ml) larutan NaOH pada titrasi blanko.

S = jumlah (ml) larutan NaOH pada titrasi contoh.

N = konsentrasi larutan NaOH.

C = berat contoh, gram.

3. pH Kecap

Pengukuran pH kecap dilakukan secara langsung terhadap contoh (ONAGO et al., 1957) dengan menggunakan pH meter Beckman Model Zeromatik SS-3.

4. "Total Nitrogen" Kecap

"Total nitrogen" kecap ditetapkan seperti pada penetapan NDL, hanya di sini contoh yang digunakan dalam analisa adalah kecap.

5. Total Asam Kecap

Total asam kecap ditetapkan dengan menggunakan metoda ONAGO et al. (1957). Sejumlah 5 ml contoh ditambah 150 ml air suling dalam gelas piala 400 ml, kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai mencapai pH 8,0 dengan menggunakan pH meter Beckman Model Zeromatik SS-3. Hasil dinyatakan sebagai milliequivalen asam per 100 ml contoh.

6. "Amino Nitrogen" Kecap

"Amino nitrogen" kecap ditetapkan dengan modifikasi cara "Sorensen formol titration" (ONAGO et al., 1957), yaitu contoh bekas penetapan total asam ditambah 5 ml larutan formalin 40 persen, kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N sampai pH 8,0. Untuk blanko dipakai air suling. Persen "amino nitrogen" contoh dihitung sebagai berikut:

$$AN = \frac{(A - B) \times N \times \frac{14,008}{1000}}{C} \times 100 \%$$

dimana,

AN = "amino nitrogen", persen.

A = jumlah (ml) larutan NaOH pada titrasi contoh.

B = jumlah (ml) larutan NaOH pada titrasi blanko.

N = konsentrasi NaOH.

C = jumlah (ml) contoh.

7. VRS (Volatile Reducing Substances)

VRS ditetapkan dengan menggunakan metoda FARBER dan FERRO (1956).

Sebanyak 10 ml contoh dimasukkan dalam labu VRS. Kedalam labu reaksi dipipet 10 ml larutan KMnO_4 0,02 N. Kemudian labu aerasi dihubungkan dengan labu reaksi dan dilakukan penghembusan selama 40 menit.

Setelah penghembusan selesai, ke dalam labu reaksi segera ditambahkan 5 ml larutan H_2SO_4 6 N dan 3 ml larutan KJ 20 persen. Kemudian dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,02 N menggunakan 3 tetes larutan kanji sebagai indikator. Jumlah VRS dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{VRS} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 1000}{B}$$

dimana,

VRS = "Volatile Reducing Substances",
meq. per 10 ml.

V_1 = jumlah (ml) larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,02 N pada titrasi blanko

V_2 = jumlah (ml) larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,02 N pada titrasi contoh

N = Konsentrasi larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

B = jumlah (ml) contoh

B. Total Padatan Kecap

Total padatan kecap ditetapkan dengan mengeringkan 2 g contoh dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam.

Contoh dikeringkan dan ditimbang sampai diperoleh berat yang konstan (JACOBS, 1958). Persen total padatan dapat dihitung sebagai berikut:

$$P = \frac{A}{B} \times 100\%$$

dimana,

P = Total padatan, persen

A = Berat bahan kering, gram

B = Berat contoh, gram.

9. Berat Jenis

Berat jenis kecap diukur secara langsung menggunakan hidrometer Baumé (YOKOTSUKA, 1960).

10. Kekentalan Kecap

Kekentalan kecap ditentukan dengan menggunakan alat "Stormer Viscosimeter" model No. 61186. Sebagai pembanding dipakai air suling pada suhu 20°C .

Pengukuran dilakukan dengan mencatat waktu yang dibutuhkan oleh alat untuk melakukan satu kali perputaran terhadap larutan yang diukur. Kekentalan dihitung dengan membandingkan waktu yang dibutuhkan oleh larutan contoh dengan waktu yang dibutuhkan oleh larutan blanko yang telah diketahui kekentalannya. Kekentalan dapat dicari sebagai berikut:

$$V_1 = \frac{t_1}{t_2} \times V_2$$

dimana,

V_1 = kekentalan larutan contoh, "centipoise"

t_1 = waktu pada pengukuran contoh, detik

t_2 = waktu pada pengukuran blanko, detik

V_2 = kekentalan larutan blanko, "centipoise"

11. Warna (Objektif)

Pengukuran warna secara objektif dilakukan dengan menggunakan alat "Photovolt photoelectric reflection meter" model No. 610. Sistem satuan yang digunakan adalah sistem "Munsell" dengan cara "tristimulus" (3 filter, yaitu "blue", "green" dan "amber").

Dari harga-harga "reflectance" yang didapat (A untuk filter "amber", B untuk filter "blue" dan G untuk filter "green"), dihitung harga X, Y dan Z dengan menggunakan rumus:

$$X = 0,8 A + 0,18 B \quad (1)$$

$$Y = G \quad (2)$$

$$Z = 1,18 B \quad (3)$$

Kemudian harga-harga x , y dan z dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$x = X/(X + Y + Z) \times 100\% \quad (4)$$

$$y = Y/(X + Y + Z) \times 100\% \quad (5)$$

$$z = Z/(X + Y + Z) \times 100\% \quad (6)$$

"Value" dari bahan dapat dicari pada tabel

"C.I.E. (Y) equivalent of the Munsell value scale (V)" (MAC KINNEY dan LITTLE, 1962) dengan menggunakan harga $Y = G$. Sedangkan harga "hue" dan "chroma" dapat dicari dalam "Munsell color chart" dengan menggunakan harga x dan y yang telah dihitung dengan harga "value" yang didapat (V_y). Warna yang didapat dinyatakan sebagai harga "hue"/"value"/"chroma".

12. Uji Secara Organoleptik

Warna, rasa dan bau kecap diuji secara organoleptik dengan tujuan "consumer preference". Cara pengujian yang dilakukan ialah "multiple comparison test" (KRAMER dan TWIGG, 1970). Dalam hal ini contoh yang akan dinilai dibagi menjadi tiga bagian, sehingga untuk sekali pengujian disajikan enam contoh dengan 10 anggota panel sebagai ulangan.

Para anggota panel diminta untuk menilai keenam contoh yang disajikan secara berurutan menurut nomor kode yang telah ditentukan.

Untuk penilaian bau dan rasa, kecap disajikan dalam botol yang berwarna gelap.

Rancangan percobaan yang digunakan untuk menganalisa hasil pengamatan ialah Rancangan Acak Lengkap dengan percobaan faktorial. Ulangan dilakukan sebanyak dua kali.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. PENELITIAN PENDAHULUAN

Dari hasil penelitian pendahuluan ternyata inokulasi laru yang paling baik ialah dalam bentuk serbuk laru. Inokulasi laru dalam bentuk suspensi kurang berhasil oleh karena bahan cepat membusuk. Hal ini mungkin disebabkan karena kadar air bahan menjadi terlampau tinggi sehingga bahan lebih cepat ditumbuhi bakteri.

Pertumbuhan kapang paling cepat terdapat pada laru yang kepekatannya 100 persen, sedangkan pada laru yang kepekatannya 5; 2,5; dan 1,25 persen pertumbuhannya lebih lambat. Pada laru yang kepekatannya 0,625 dan 0,3125 persen tidak tumbuh sama sekali. Hal ini mungkin diakibatkan oleh sedikitnya jumlah spora kapang dalam laru tersebut.

Pengasaman air rendaman kedelai dengan asam asetat glasial sebanyak 0,375 ml per 150 ml air kran (pH 3,65) ternyata secara organoleptik tidak mempengaruhi warna, rasa dan bau kecap. Kandungan "total nitrogen" kecap yang dihasilkan relatif lebih tinggi dari pada yang tidak diasamkan (Tabel 10). Hal ini mungkin karena pengasaman air rendaman kedelai dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga protein kedelai yang akhirnya terlarut dalam air rendaman jumlahnya lebih sedikit. Menurut THIO (1971) waktu perendaman yang lama dalam

air biasa dapat menimbulkan pelarutan dari padatan kedelai, yaitu sebanyak 2,28 sampai 2,60 persen dalam waktu 18 jam.

Tabel 10. Kandungan "total nitrogen" kecap yang berasal dari kedelai yang air rendamannya diasamkan dan tidak diasamkan (persen).

Bahan	<u>R. oligosporus</u>		<u>A. oryzae</u>	
	A	B	A	B
Kedelai	0,3525	0,3375	0,4472	0,4420
Kedelai+terigu 2:1 (w/w)	0,3650	0,3625	0,5925	0,5775
Kedelai+terigu 1:1 (w/w)	0,4525	0,4368	0,6525	0,6136

A = air rendaman diasamkan

B = air rendaman tidak diasamkan

Pemasakan kedelai dengan autoklav selama satu sampai tiga jam pada tekanan 15 lbs. menghasilkan kecap dengan kadar nitrogen yang tidak nyata perbedaannya (Tabel 11). Oleh karena itu pada penelitian selanjutnya pemasakan kedelai ditetapkan satu jam.

Berdasarkan waktu fermentasi kapang, Rhizopus oligosporus menghasilkan kecap dengan kandungan "total nitrogen" yang optimum pada fermentasi kapang selama 96 jam. Oleh karena itu waktu fermentasi kapang dalam penelitian selanjutnya ialah 72, 96 dan 120 jam.

Tabel 11. Kandungan "total nitrogen" kecap hasil pemasakan kedelai 1, 2 dan 3 jam pada tekanan 15 lbs.¹⁾

Waktu pemasakan (jam)	"Total nitrogen" (%)	
	<u>R. oligosporus</u>	<u>A. oryzae</u>
1	0,2844	0,3106
2	0,2446	0,2960
3	0,2843	0,3407

1) Bahan kedelai, air rendaman diasamkan.

Kandungan "total nitrogen", kadar protein dan kadar lemak kedelai, terigu, kecap dan ampas kecap dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Kandungan "total nitrogen", kadar protein dan kadar lemak kedelai, terigu, kecap dan ampas kecap.

	Nitrogen (%)	Protein (%)	Lemak (%)
Kedelai	5,8240	36,40	18,50
Terigu yang telah di-"sangray"	1,6320	10,20	1,60
Kecap ¹⁾	0,4510	2,83	0,40
Ampas kecap	1,9696	12,31	10,65

1) Bahan kedelai-terigu 2:1 (w/w).

B. PENELITIAN LANJUTAN

1. pH "Koji"

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 13) terlihat bahwa perlakuan dan interaksi antara perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH "koji". Hal ini berarti bahwa pengaruh tidak dapat dilihat secara terpisah.

Tabel 13. Analisa sidik ragam pH "koji" selama fermentasi kapang.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	29	26,0036	0,8967	2241,75 ⁺⁺	1,62	2,01
Jenis kapang (A)	1	4,4391	4,4391	11097,75 ⁺⁺	4,17	7,56
Bahan (B)	2	7,1002	3,5501	8875,25 ⁺⁺	3,32	5,39
Waktu fermentasi kapang (C)	4	11,4350	2,8588	7147,00 ⁺⁺	2,69	4,02
A X B	2	0,5312	0,2656	664,00 ⁺⁺	3,32	5,29
A X C	4	1,4101	0,3525	881,25 ⁺⁺	2,69	4,02
B X C	8	0,7072	0,0884	221,00 ⁺⁺	2,27	3,17
A X B X C	8	0,3808	0,0476	119,00 ⁺⁺	2,27	3,17
Acak	30	0,0132	0,0004	(T = 0,0200)		
Total	59	26,0168		KK = 0,30%		

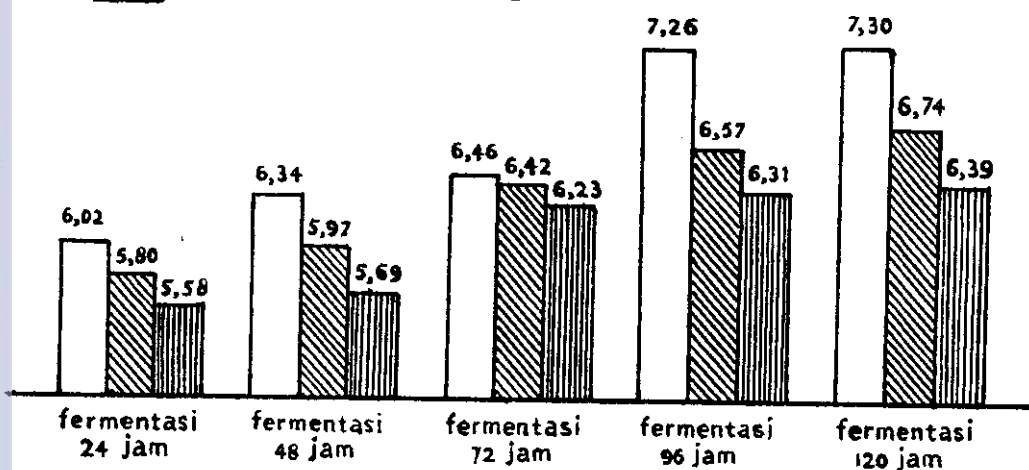
Dari Lampiran 1 dapat dilihat bahwa "koji" hasil fermentasi Rhizopus oligosporus dan Aspergillus oryzae, masing-masing mempunyai tebaran pH antara

5,58 sampai 7,30 (pH rata-rata 6,34) dan 5,72 sampai 7,94 (pH rata-rata 6,88). pH rata-rata dari "koji" hasil fermentasi Rhizopus oligosporus lebih rendah dibandingkan dengan pH rata-rata dari "koji" hasil fermentasi Aspergillus oryzae. Hal ini mungkin disebabkan karena Rhizopus oligosporus menghasilkan lebih banyak asam-asam organik dibanding dengan Aspergillus oryzae. Perbedaan pH ini mungkin juga dapat dihubungkan dengan hasil penelitian WANG dan HESSELTINE (1968), WANG *et al.* (1969) serta WANG *et al.* (1972) yang menyatakan bahwa Rhizopus oligosporus menghasilkan senyawa anti bakteri pada substrat kedelai. Jadi mungkin Aspergillus oryzae tidak menghasilkan senyawa ini sehingga pembentukan amoniak pada bahan lebih cepat.

Pada Gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa penambahan terigu mempengaruhi pH "koji", yaitu makin banyak terigu yang ditambahkan, makin rendah pH "koji". Menurut WANG dan HESSELTINE (1966), jika substrat mengandung pati maka enzim amilolitik yang dihasilkan kapang akan menghidrolisa pati menjadi gula. Gula selanjutnya akan diubah menjadi asam-asam organik, yaitu antara lain asam laktat dan fumarat. Jadi makin banyak pati, makin banyak pula asam-asam yang dihasilkan. Faktor lain mungkin karena penambahan terigu merupakan penambahan sekitar dua persen

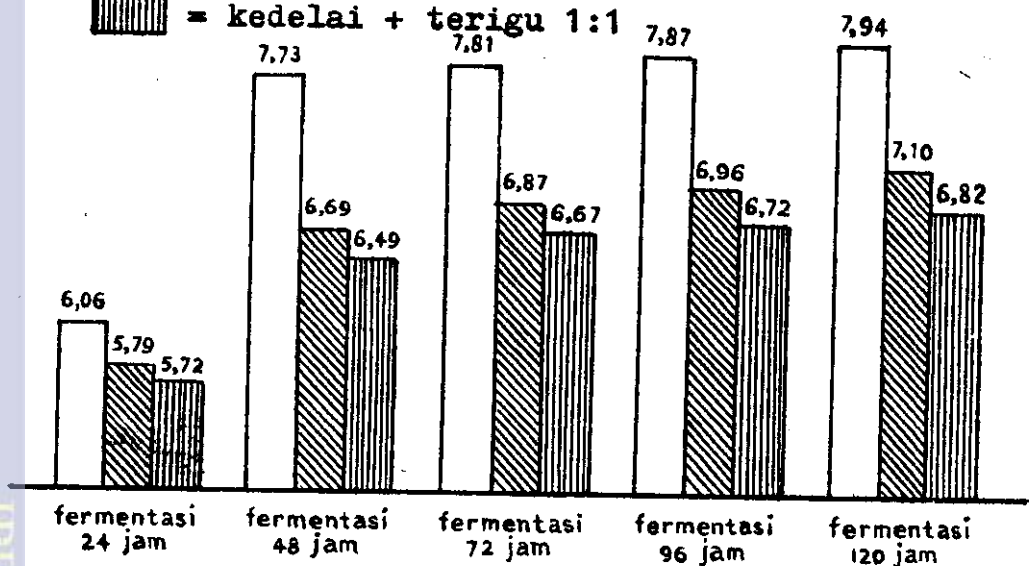


- = kedelai
 ▨ = kedelai + terigu 2:1
 ▩ = kedelai + terigu 1:1



Gambar 2. Histogram pH "koji" hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus.

- = kedelai
 ▨ = kedelai + terigu 2:1
 ▩ = kedelai + terigu 1:1



Gambar 3. Histogram pH "koji" hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae.

lemak yang akan diuraikan oleh enzim lipase menjadi asam lemak dan gliserol. Penambahan terigu mungkin juga menyebabkan medium lebih kering sehingga pertumbuhan bakteri lebih lambat.

Pada Gambar 2 dan 3 dapat dilihat juga bahwa makin lama waktu fermentasi kapang, makin meningkat pH "koji". Hal ini mungkin disebabkan karena pemecahan lebih lanjut dari protein oleh aktifitas bakteri sehingga terbentuk banyak senyawa-senyawa yang bersifat basa, seperti ammoniak.

2. NDL "Koji"

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 14) dapat dilihat bahwa jenis bahan dan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap NDL "koji", sedangkan jenis kapang dan interaksi antara perlakuan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

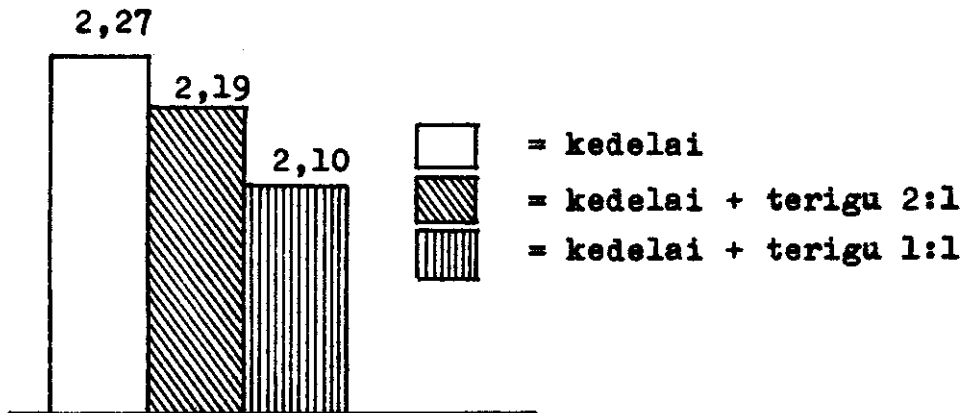
Dari hasil analisa diketahui bahwa rata-rata NDL "koji" kedelai lebih tinggi dibanding dengan NDL "koji" campuran kedelai dan terigu. Perbedaan ini (Gambar 4) mungkin disebabkan karena faktor komposisi bahan yang berbeda. Akan tetapi NDL "koji" kedelai dan "koji" kedelai-terigu dua banding satu perbedaannya tidak nyata. Hal ini mungkin disebabkan penambahan terigu merupakan penambahan



Tabel 14. Analisa sidik ragam NDL "koji" selama fermentasi kapang.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	29	3,343308	0,115286	9,30 ⁺⁺	1,62	2,01
Jenis kapang (A)	1	0,024401	0,024401	1,97	4,17	7,56
Bahan (B)	2	0,277323	0,138662	11,19 ⁺⁺	3,32	5,39
Waktu fermentasi kapang (C)	4	2,867116	0,716779	57,84 ⁺⁺	2,69	4,02
A X B	2	0,028704	0,014352	1,16	3,32	5,39
A X C	4	0,061558	0,015390	1,24	2,69	4,02
B X C	8	0,061224	0,007656	0,62	2,27	3,17
A X B X C	8	0,022962	0,002870	0,23		
Acak	30	0,371750	0,002870	(T = 0,1113)		
Total	59	3,715058		KK = 5,09%		
C	4	2,867116	0,716779	57,84 ⁺⁺	2,69	4,02
C lin.	1	2,858253	2,858253	230,65 ⁺⁺	4,17	7,56
C kwad.	1	0,002288	0,002288	0,18		
C sisa	2	0,006575	0,003288	0,27	3,32	5,39

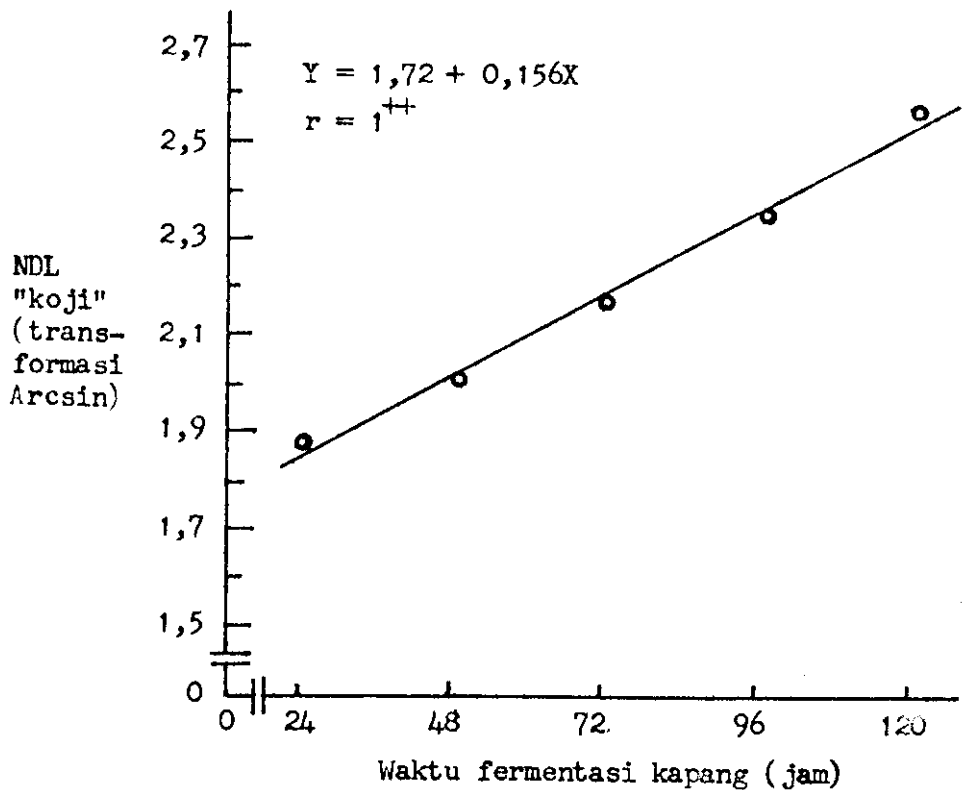
karbohidrat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan kapang. Menurut SORENSEN dan HESSELTINE (1966), karbohidrat-dapat-larut kedelai, yaitu stachyosa, raffinosa dan sukrosa tidak dapat digunakan sebagai sumber karbon untuk pertumbuhan kapang. Jadi penambahan terigu mungkin akan meningkatkan pertumbuhan kapang dan jumlah protease yang dihasilkan.



Gambar 4. Histogram NDL "koji" untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda.

NDL "koji" kedelai dan "koji" kedelai-terigu dua banding satu berbeda nyata dengan NDL "koji" kedelai-terigu satu banding satu. Perbedaan ini disamping karena pengaruh komposisi bahan yang berbeda, mungkin juga disebabkan perbedaan dalam jumlah enzim protease yang dihasilkan. Menurut KIM dan LEE (1959) pada substrat yang terlalu banyak mengandung karbohidrat akan dihasilkan sedikit enzim protease.

Pada Gambar 5 dapat dilihat grafik hubungan antara waktu fermentasi kapang dengan NDL "koji". Makin lama fermentasi kapang, makin meningkat kandungan NDL "koji". Hal ini dapat terjadi karena makin



Gambar 5. Grafik hubungan antara waktu fermentasi kapang dengan NDL "koji".

lama fermentasi kapang, makin banyak pemecahan protein menjadi peptida-peptida, pepton, asam amino, amoniak dan senyawa-senyawa nitrogen lainnya.

Dari Lampiran 2 dapat dilihat bahwa NDL "koji" hasil fermentasi Rhizopus oligosporus mempunyai tebaran antara 0,1025 sampai 0,3757 persen, sedangkan hasil fermentasi Aspergillus oryzae tebarannya antara 0,1055 sampai 0,4192. NDL rata-rata dari kedua bahan tersebut masing-masing ialah 0,1434 dan 0,1512 persen.

3. pH Kecap

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 15) semua perlakuan dan interaksi antara perlakuan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH kecap.

Dari Lampiran 3 dapat dilihat bahwa berdasarkan waktu fermentasi larutan garam, pH kecap menurun terus. Setelah fermentasi larutan garam 28 hari, tebaran pH kecap hasil fermentasi Rhizopus oligosporus ialah antara 5,01 sampai 5,65 (pH rata-rata 5,19), sedangkan hasil fermentasi Aspergillus oryzae tebarannya antara 4,98 sampai 5,96 (pH rata-rata 5,45). Faktor yang menyebabkan perbedaan pH rata-rata kecap mungkin berhubungan dengan masalah pH "koji". Faktor lainnya mungkin karena produksi asam-asam organik pada rendaman bahan hasil fermentasi Rhizopus oligosporus lebih banyak dibandingkan dengan pada rendaman bahan hasil fermentasi Aspergillus oryzae. Pada fermentasi larutan garam akan dihasilkan asam laktat oleh aktifitas bakteri (LOCKWOOD dan SMITH, 1951; YOKOTSUKA, 1960; HESSELTINE, 1965; HESSELTINE dan WANG, 1972).

Dari hasil penelitian diketahui pula bahwa makin banyak penambahan terigu, makin rendah pula pH kecap. Hal ini disebabkan adanya proses pengubahan pati terigu menjadi gula oleh enzim kapang, yang selanjutnya

Tabel 15. Analisa sidik ragam pH kecap selama fermentasi larutan garam.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	71	28,9355	0,4075	313,46 ⁺⁺	1,35	1,53
Jenis kapang (A)	1	4,5156	4,5156	3473,54 ⁺⁺	3,98	7,01
Bahan (B)	2	10,5320	5,2660	4050,77 ⁺⁺	3,13	4,92
Waktu fermentasi kapang (C)	2	2,2560	1,1280	867,69 ⁺⁺		
Waktu fermentasi larutan garam (D)	3	9,2519	3,0840	2372,31 ⁺⁺	2,74	4,07
A X B	2	1,0086	0,5043	387,92 ⁺⁺	3,13	4,92
A X C	2	0,0163	0,0082	6,31 ⁺⁺		
A X D	3	0,1134	0,0381	29,31 ⁺⁺	2,74	4,07
B X C	4	0,1782	0,0446	34,31 ⁺⁺	2,50	3,60
B X D	6	0,3490	0,0582	44,77 ⁺⁺	2,23	3,07
C X D	6	0,1077	0,0180	13,85 ⁺⁺		
A X B X C	4	0,0262	0,0066	5,08 ⁺⁺	2,50	3,60
A X B X D	6	0,2870	0,0239	18,38 ⁺⁺	2,23	3,07
B X C X D	12	0,0659	0,0055	4,23 ⁺⁺	1,89	2,45
A X C X D	6	0,0784	0,0130	10,00 ⁺⁺	2,23	3,07
AXBXCXD	12	0,1484	0,0123	9,46 ⁺⁺	1,89	2,45
Acak	72	0,0946	0,0013	(T = 0,0361)		
Total	143	29,0301		KK = 0,64 %		

diubah oleh bakteri menjadi asam laktat (SHIBASAKI dan HESSELTINE, 1962).

Hasil pengukuran pH menunjukkan pula bahwa makin lama waktu fermentasi kapang, makin tinggi pH kecap yang dihasilkan. Hal ini mungkin masih berhubungan

dengan pH "koji" (Bab IV.B.1), yaitu makin lama fermentasi kapang, makin meningkat pH "koji".

Dari hasil pengukuran pH ternyata kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari mempunyai pH rata-rata 5,32. Menurut YOKOTSUKA (1960), kecap yang sangat baik mempunyai pH sekitar 4,62. Perbedaan pH ini beralasan karena kecap yang sangat baik membutuhkan waktu fermentasi larutan garam antara satu sampai tiga tahun.

4. "Total Nitrogen" Kecap

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 16) dapat dilihat bahwa perlakuan jenis kapang, bahan, waktu fermentasi kapang, waktu fermentasi larutan garam, interaksi antara jenis kapang dengan bahan, jenis kapang dengan waktu fermentasi kapang dan jenis kapang dengan waktu fermentasi larutan garam mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap "total nitrogen" kecap. Interaksi antara tiga perlakuan, yaitu jenis kapang, bahan dan waktu fermentasi kapang pengaruhnya nyata. Interaksi antara perlakuan lainnya pengaruhnya tidak nyata.

"Total nitrogen" kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus dan Aspergillus oryzae untuk fermentasi larutan garam 28 hari masing-masing mempunyai rata-rata 0,4138 dan 0,5640 persen. "Total nitrogen" kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligos-



Tabel 16. Analisa sidik ragam "total nitrogen" kecap selama fermentasi larutan garam.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	71	26,9211	0,3791	40,33 ⁺⁺	1,35	1,53
Jenis kapang (A)	1	13,4750	13,4750	1433,51 ⁺⁺	3,98	7,01
Bahan (B)	2	3,2815	1,6408	174,55 ⁺⁺	3,13	4,92
Waktu fermentasi kapang (C)	2	2,3911	1,1956	127,19 ⁺⁺		
Waktu fermentasi larutan garam (D)	3	4,5297	1,5099	160,63 ⁺⁺	2,74	4,07
A X B	2	1,0223	0,5112	54,38 ⁺⁺	3,13	4,92
A X C	2	1,9123	0,9562	101,72 ⁺⁺		
A X D	3	0,0250	0,0083	0,88 ⁺⁺	2,74	4,07
B X C	4	0,0162	0,0040	0,43	2,50	3,60
B X D	6	0,0044	0,0007	0,07	2,23	3,07
C X D	6	0,0260	0,0043	0,46		
A X B X C	4	0,1262	0,0316	3,36 ⁺	2,74	4,07
A X B X D	6	0,0079	0,0013	0,14	2,23	3,07
B X C X D	12	0,0393	0,0032	0,34	1,89	2,45
A X C X D	6	0,0214	0,0036	0,38	2,23	3,07
AXBXCXD	12	0,0428	0,0035	0,37	1,89	2,45
Acak	72	0,6793	0,0035	(T = 0,0970)		
Total	143	27,6004		KK = 2,53 %		
A X B X C	4	0,1262	0,0316	3,36 ⁺⁺	2,74	4,07
A X B X C lin.	2	0,0529	0,0264	2,81	3,13	4,92
A X B X C kw.	2	0,0733	0,0366	3,89 ⁺⁺		

Tabel 16. Analisa sidik ragam "total nitrogen" kecap selama fermentasi larutan garam (sambungan).

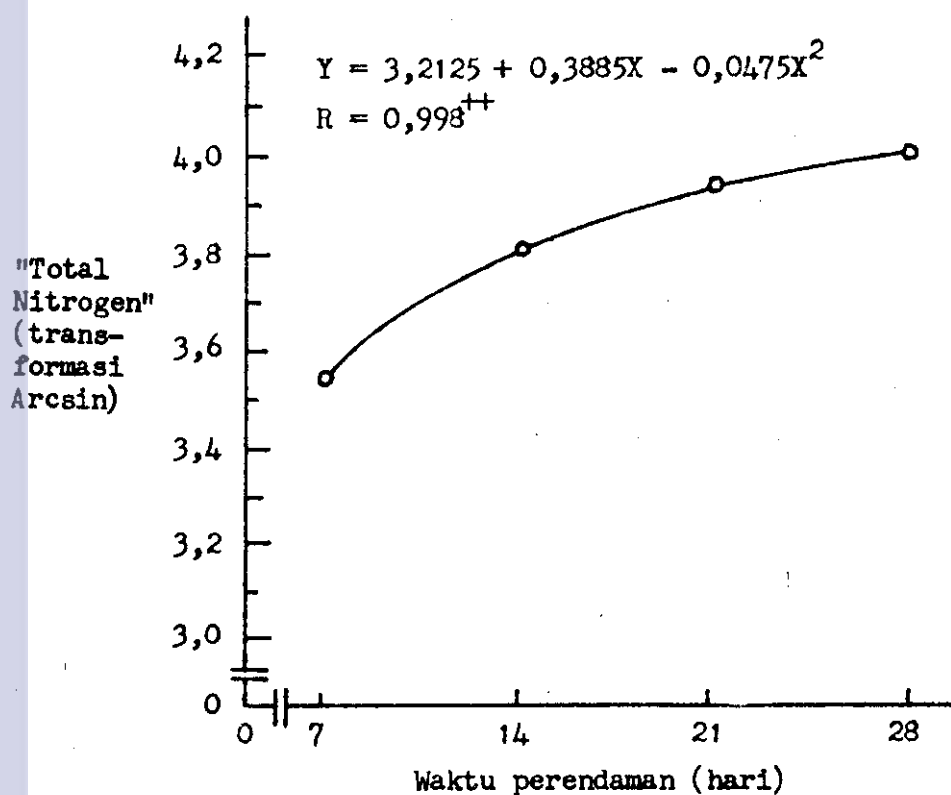
Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
D	3	4,5297	1,5099	160,63	2,74	4,07
D lin.	1	4,1786	4,1786	444,53 ⁺⁺	3,98	7,01
D kwad.	1	0,3374	0,3374	35,89 ⁺⁺		
D kubik	1	0,0137	0,0137	1,46 ⁺⁺		

porus lebih rendah dari pada hasil fermentasi Aspergillus oryzae. Perbedaan ini mungkin karena jumlah atau aktifitas enzim protease yang dihasilkan Rhizopus oligosporus lebih rendah dibanding dengan enzim protease yang dihasilkan Aspergillus oryzae.

Berdasarkan waktu fermentasi kapang ternyata kandungan "total nitrogen" kecap hasil fermentasi Rhizopus oligosporus mempunyai titik maksimum antara 72 sampai 96 jam, sedangkan untuk kecap hasil fermentasi Aspergillus oryzae menurun dibanding dengan keadaan pada fermentasi 72 jam. Hal ini mungkin berhubungan dengan titik optimum produksi dan aktifitas enzim protease. Pada substrat kedelai, Rhizopus oligosporus mempunyai titik optimum antara waktu fermentasi 72 sampai 96 jam (WANG dan HESSELTINE, 1965), sedangkan Aspergillus oryzae antara 72 sampai 120 jam (BAENS-ARCEGA et al., 1956; BAENS-ARCEGA, 1966; BAENS-ARCEGA et al., 1967).

Menurut MASILUNGAN et al. (1960), jika waktu fermentasi kapang singkat, maka protein sebagian besar akan dipecah oleh enzim protease pada waktu fermentasi larutan garam. Jika fermentasi kapang terlampau lama, maka jumlah nitrogen yang larut dalam larutan garam akan sedikit.

Pada Gambar 6 dapat dilihat hubungan antara waktu fermentasi larutan garam dengan peningkatan "total nitrogen" kecap. Grafik menunjukkan bahwa sampai fermentasi



Gambar 6. Grafik "total nitrogen" kecap untuk perlakuan waktu perendaman dalam larutan garam.

tasi larutan garam 28 hari "total nitrogen" kecap masih meningkat. Ini berarti bahwa enzim protease masih terus bekerja memecah protein menjadi senyawa-senyawa NDL.

5. Total Asam Kecap

Hasil analisa sidik ragam (Tabel 17) menunjukkan bahwa perlakuan jenis kapang, jenis bahan, waktu fermentasi kapang dan interaksi antara jenis kapang dengan bahan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap total asam kecap. Interaksi lainnya tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

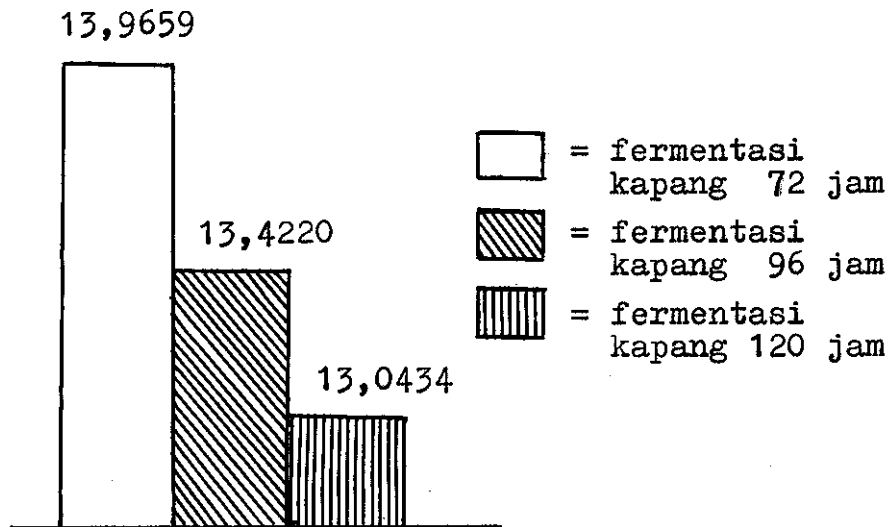
Dari hasil pengujian HSD diketahui bahwa total asam kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus berbeda sangat nyata dengan hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae. Total asam kecap hasil fermentasi Rhizopus oligosporus lebih tinggi dari hasil fermentasi Aspergillus oryzae. Selain itu berdasarkan jenis bahan, makin banyak penambahan terigu, makin tinggi total asam kecap. Perbedaan-perbedaan di atas ini mungkin sama halnya dengan pada perbedaan pH kecap (Bab IV.B.3), yaitu karena perbedaan dalam produksi asam-asam organik oleh jasad renik. Rhizopus oligosporus mungkin lebih banyak menghasilkan asam-asam organik dibanding dengan Aspergillus oryzae. Makin banyak penambahan terigu, makin banyak asam laktat yang dihasilkan oleh bakteri asam laktat melalui peme-

Tabel 17. Analisa sidik ragam total asam kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	64,4521	3,7913	23,39 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kapang (A)	1	2,8163	2,8163	17,37 ⁺⁺	4,41	8,28
Bahan (B)	2	50,8553	25,4276	156,86 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kapang (C)	2	5,1605	2,5802	15,92 ⁺⁺		
A X B	2	3,6802	1,8401	11,36 ⁺⁺		
A X C	2	0,8546	0,4273	2,64		
B X C	4	0,6235	0,1559	0,96	2,93	4,58
A X B X C	4	0,4617	0,1154	0,71		
Acak	18	2,9178	0,1621	(T = 0,4026)		
Total	35	67,3699		KK = 2,99%		
C	2	5,1605	2,5802	15,92 ⁺⁺	3,55	6,01
C lin.	1	5,1057	5,1057	31,50 ⁺⁺	4,41	8,28
C kwad.	1	0,0546	0,0546	0,34		

cahan glukosa dan maltosa yang berasal dari pati terigu.

Dari Gambar 7 dapat dilihat bahwa makin lama fermentasi kapang, rata-rata total asam kecap makin rendah. Hal ini dapat dihubungkan dengan pembentukan ammoniak oleh bakteri seperti pada pH. Makin lama fermentasi kapang, makin banyak terbentuk senyawa-senyawa yang bersifat basa hasil pemecahan lebih lanjut senyawa-senyawa nitrogen.



Gambar 7. Histogram total asam kecap untuk perlakuan waktu fermentasi kapang.

6. "Amino Nitrogen" Kecap

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 18) dapat dilihat bahwa jenis kapang, bahan, waktu fermentasi kapang, interaksi antara perlakuan jenis kapang dengan bahan dan jenis kapang dengan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap "amino nitrogen" kecap. Interaksi antara perlakuan jenis bahan dengan waktu fermentasi kapang dan interaksi antara ketiga perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata.

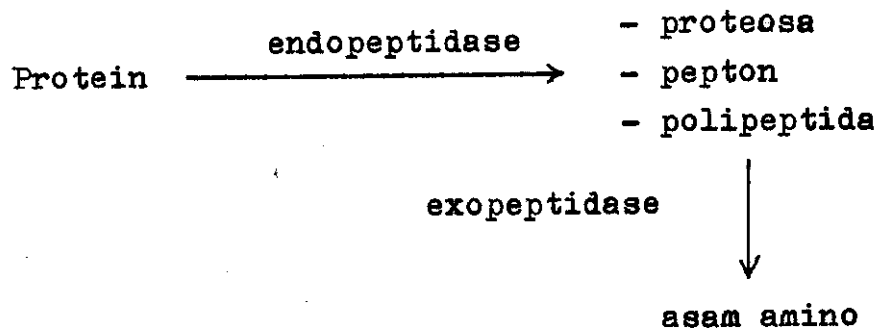
Dari hasil pengujian HSD diketahui bahwa perbedaan "amino nitrogen" kecap berdasarkan jenis kapang

Tabel 18. Analisa sidik ragam "amino nitrogen" kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	2,673825	0,157284	87,77 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kapang (A)	1	1,295803	1,295803	727,10 ⁺⁺	4,41	8,28
Bahan (B)	2	0,711017	0,355508	198,39 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kapang (C)	2	0,393517	0,196758	109,80 ⁺⁺		
A X B	2	0,047005	0,023502	13,11 ⁺⁺		
A X C	2	0,205905	0,102952	57,45 ⁺⁺		
B X C	4	0,006666	0,001666	0,93	2,93	4,58
A X B X C	4	0,013912	0,003478	1,94		
Acak	18	0,032250	0,001792	(T = 0,0423)		
Total	35	2,706075		KK = 1,84%		
A X C	2	0,205905	0,102952	57,45 ⁺⁺	3,55	6,01
A X C lin.	1	0,152004	0,152004	84,82 ⁺⁺	4,41	8,28
A X C kwad.	1	0,053901	0,053901	30,08 ⁺⁺		

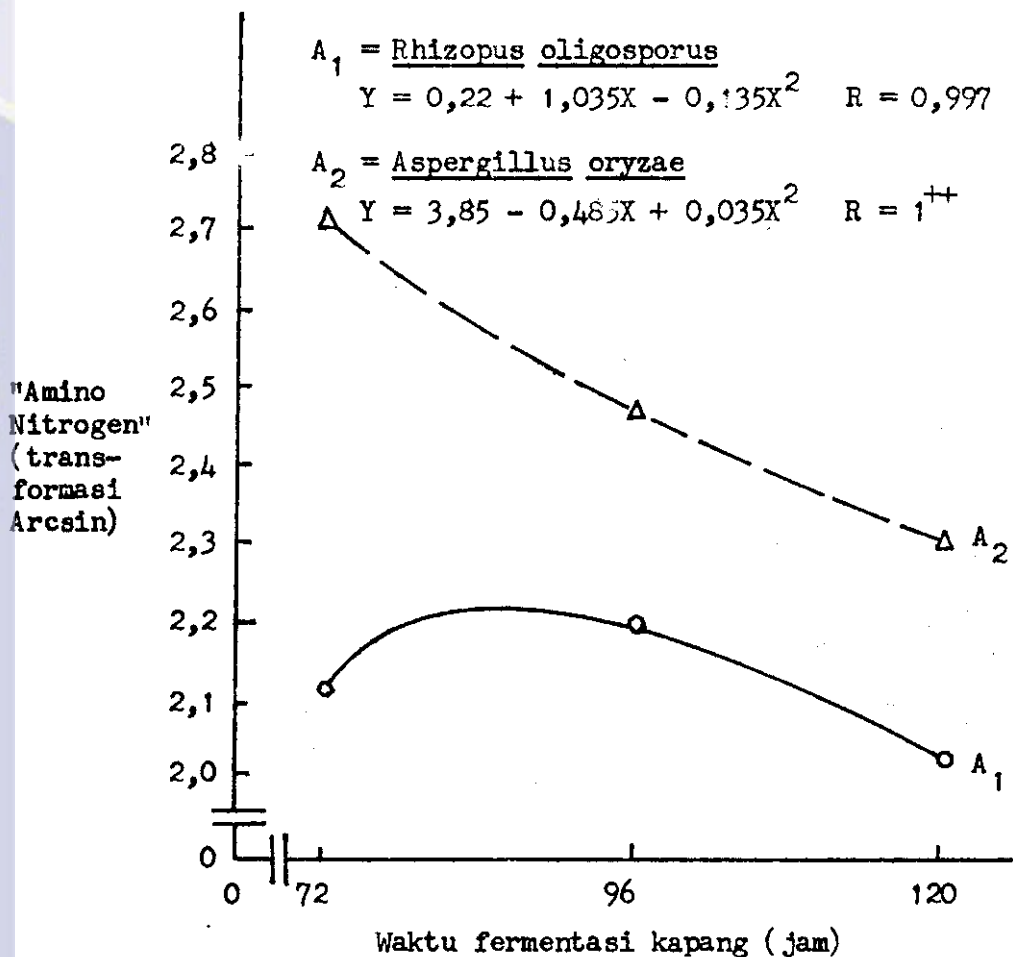
sangat nyata, demikian pula halnya berdasarkan jenis bahan. Kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus rata-rata kandungan "amino nitrogen"nya lebih rendah dari pada hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae, yaitu masing-masing 0,1353 dan 0,1945 persen. Penambahan terigu yang makin banyak makin meningkatkan kandungan "amino"nitrogen" kecap. Perbedaan-perbedaan ini mungkin berhubungan dengan jum-

lah dan aktifitas enzim yang dihasilkan oleh masing-masing kapang, seperti halnya pada "total nitrogen" kecap (Bab IV.B.4). Enzim protease yang dihasilkan kapang Rhizopus oligosporus mungkin jumlahnya lebih rendah dari yang dihasilkan kapang Aspergillus oryzae sehingga protein bahan tidak banyak dipecah menjadi asam-asam amino. Selain itu mungkin juga Rhizopus oligosporus hanya menghasilkan sedikit exopeptidase dibanding dengan endopeptidase sehingga protein bahan kebanyakan hanya dipecah sampai tingkatan polipeptida (Gambar 8).



Gambar 8. Pemecahan protein oleh enzim protease (UNDERKOFLE et al., 1958).

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa "amino nitrogen" kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus mempunyai titik maksimum pada fermentasi kapang antara 72 sampai 96 jam, sedangkan untuk kapang Aspergillus oryzae pada waktu fermentasi kapang 72 jam terlihat penurunan. Hal ini mungkin sama dengan pada "total nitrogen" kecap, di mana pemecahan pro-



Gambar 9. "Amino nitrogen" kecap untuk perlakuan jenis kapang dan waktu fermentasi kapang.

tein bahan menjadi senyawa-senyawa yang larut tergantung pada jumlah enzim yang dihasilkan oleh kapang.

7. Rendemen Protein

Hasil analisa sidik ragam (Tabel 19) memperlihatkan bahwa perlakuan jenis kapang, bahan, waktu fermentasi kapang dan interaksi antara jenis kapang dengan

Tabel 19. Analisa sidik ragam rendemen protein bahan di dalam kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	818,0644	48,1214	54,92 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kapang (A)	1	406,3584	406,3584	463,77 ⁺⁺	4,41	8,28
Bahan (B)	2	93,7565	46,8782	53,50 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kapang (C)	2	202,4861	101,2430	115,55 ⁺⁺		
A X B	2	7,2197	3,6098	4,12 ⁺		
A X C	2	91,7113	45,8556	52,33 ⁺⁺		
B X C	4	0,9287	0,2322	0,27	2,93	4,58
A X B X C	4	15,6037	3,9009	4,45 ⁺		
Acak	18	15,7723	0,8762	(T = 0,9361)		
Total	35	833,8367	KK = 2,36%			

waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap rendemen protein kecap. Interaksi antara jenis kapang dengan bahan dan interaksi antara ketiga perlakuan memberikan pengaruh yang nyata. Interaksi antara perlakuan jenis bahan dengan waktu fermentasi kapang tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Dari Lampiran 7 dapat dilihat bahwa rendemen protein kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus mempunyai tebaran antara 28 sampai 44 persen

(rata-rata 35 persen), sedangkan hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae mempunyai tebaran antara 38 sampai 60 persen (rata-rata 46 persen). Kecap dari kedelai saja rata-rata rendemennya paling tinggi, sedangkan dari bahan campuran, makin banyak terigu yang ditambahkan makin rendah rendemennya. Hal ini mungkin berhubungan dengan luas permukaan kontak enzim dengan substrat. Makin banyak penambahan terigu, makin kecil kontak permukaan antara enzim dan substrat sehingga enzim tidak dapat dengan baik memecah komponen substrat. Rendemen protein yang paling tinggi terdapat pada kombinasi perlakuan kapang Aspergillus oryzae pada substrat kedelai saja dan waktu fermentasi kapang 72 jam.

8. ANTN ("Amino Nitrogen" di dalam "Total Nitrogen") Kecap

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 20) dapat dilihat bahwa jenis kapang, bahan, waktu fermentasi kapang, interaksi antara jenis kapang dengan bahan dan interaksi antara jenis kapang dengan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap ANTN Kecap. Interaksi antara jenis bahan dengan waktu fermentasi kapang, dan interaksi antara ketiga perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Dari kombinasi perlakuan jenis kapang dan bahan terlihat bahwa campuran kedelai-terigu satu banding



Tabel 20. Analisa sidik ragam kandungan
ANTN kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	86,2588	5,0740	15,17 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kapang (A)	1	3,6290	3,6290	10,85 ⁺⁺	4,41	8,28
Bahan (B)	2	46,6960	23,3480	69,80 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kapang (C)	2	10,7150	5,3575	16,02 ⁺⁺		
A X B	2	18,4147	9,2074	27,53 ⁺⁺		
A X C	2	5,1541	2,5770	7,70 ⁺⁺		
B X C	4	0,1970	0,0492	0,15	2,93	4,58
A X B X C	4	1,4530	0,3632	1,09		
Acak	18	6,0217	0,3345	(T = 0,5784)		
Total	35	92,2805		KK = 1,66%		
A X C	2	5,1541	2,5770	7,70 ⁺⁺	3,55	6,01
A X C lin.	1	4,8420	4,8420	14,48 ⁺⁺	4,41	8,28
A X C kwad.	1	0,3121	0,3121	0,93		

satu menghasilkan kecap dengan kandungan ANTN yang paling tinggi, sedangkan kedelai saja menghasilkan kecap dengan kandungan ANTN yang paling rendah. Kecap hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae mengandung ANTN yang lebih tinggi dari kecap hasil fermentasi Rhizopus oligosporus. Hal ini menunjang hasil pengujian statistik kandungan "total nitrogen" (Bab IV.B.4) dan "amino nitrogen" (Bab IV.B.6) kecap.

Dari kombinasi perlakuan jenis kapang dan waktu fermentasi kapang, terlihat bahwa ANTN kecap hasil fermentasi kapang, terlihat bahwa ANTN kecap hasil fermentasi Rhizopus oligosporus paling tinggi pada fermentasi kapang 96 jam, sedangkan ANTN kecap hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae paling tinggi pada fermentasi kapang 72 jam. ANTN kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus lebih kecil dibanding dengan hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae. Hal ini juga menunjang hasil analisa statistik kandungan "total nitrogen" dan "amino nitrogen" kecap.

Menurut YOKOTSUKA (1960) kandungan ANTN kecap yang umum adalah 40 sampai 50 persen. Dari lampiran 8 dapat dilihat bahwa kecap yang dihasilkan mempunyai tebaran ANTN antara 27,99 sampai 36,52 persen (rata-rata 32,58 persen). Perbedaan ini mungkin disebabkan karena waktu fermentasi larutan garam 28 hari relatif masih terlalu singkat.

9. VRS (Volatile Reducing Substances) Kecap

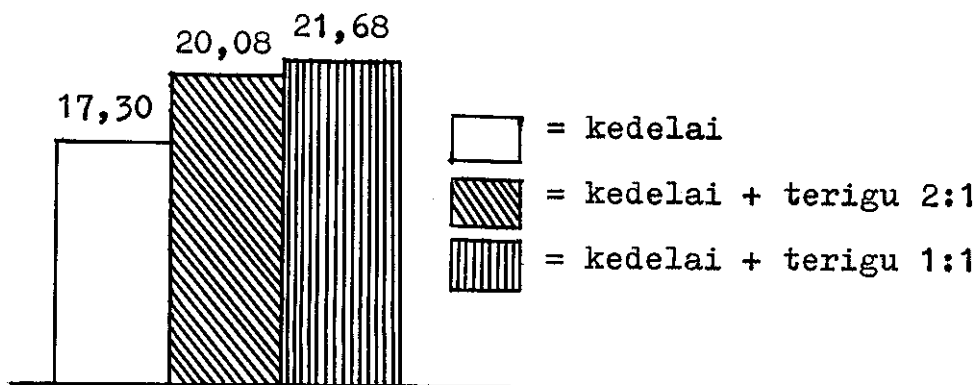
Hasil analisa sidik ragam (Tabel 21) memperlihatkan bahwa jenis kapang, bahan dan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap VRS kecap, sedangkan interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang nyata. Interaksi-interaksi lainnya tidak

Tabel 21. Analisa sidik ragam VRS kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	358,1121	21,0654	22,71 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kepang (A)	1	148,1089	148,1089	159,69 ⁺⁺	4,41	8,28
Bahan (B)	2	117,5097	58,7548	63,35 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kepang (C)	2	72,9178	36,4589	39,31 ⁺⁺		
A X B	2	3,8696	1,9348	2,09		
A X C	2	6,8766	3,4383	3,71 ⁺		
B X C	4	6,0181	1,5045	1,62	2,93	4,25
A X B X C	4	2,8114	0,7028	0,76		
Acak	18	16,6954	0,9275	(T = 0,9631)		
Total	35	374,8075		KK = 4,89%		
A X C	2	6,8766	3,4383	3,71 ⁺	3,55	6,01
A X C lin.	1	1,9153	1,9153	2,07	4,41	8,28
A X C Kwad.	1	4,9613	4,9613	5,35 ⁺		

memberikan pengaruh yang nyata.

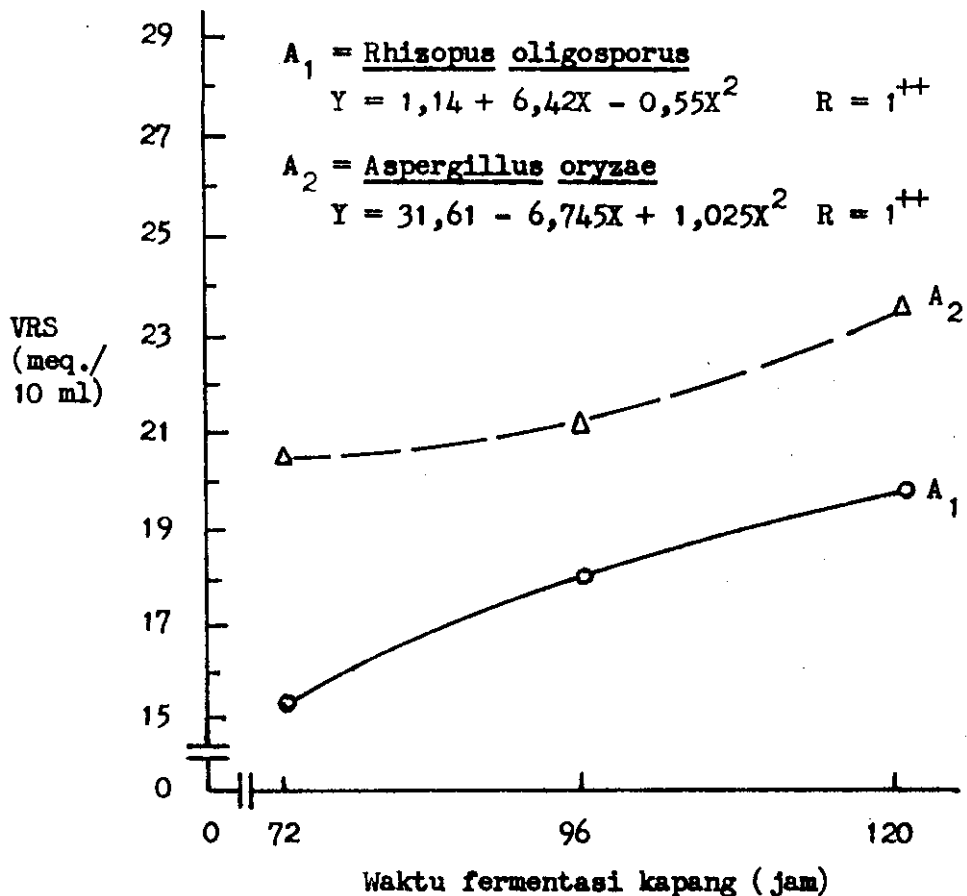
Dari hasil pengujian HSD diketahui bahwa "VRS" kecap yang dibuat dari ketiga jenis bahan perbedaannya sangat nyata. Dari Gambar 10 dapat dilihat bahwa nilai VRS yang paling rendah terdapat pada bahan kedelai saja, sedangkan bahan kedelai-terigu VRS-nya paling tinggi. Perbedaan ini mungkin disebabkan karena kecap dari bahan yang ditambah terigu mengandung



Gambar 10. Histogram VRS kecap untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda.

senyawa-senyawa menguap pereduksi yang berasal dari pemecahan terigu oleh aktifitas kapang, bakteri dan ragi.

Pada Gambar 11 dapat dilihat bahwa kecap hasil fermentasi kapang Aspergillus oryzae kandungan VRS-nya lebih tinggi dari pada kecap hasil fermentasi kapang Rhizopus oligosporus. Dari Gambar ini juga dapat dilihat bahwa makin lama fermentasi kapang, makin tinggi VRS kecap. Nilai VRS dalam perlakuan jenis kapang dan waktu fermentasi kapang mungkin dapat dihubungkan dengan aktifitas bakteri pada waktu bahan dijamurkan. Dilihat dari pH "koji" (Bab IV.B.1), bahan



Gambar 11. Grafik VRS kecap untuk perlakuan jenis kapang dan waktu fermentasi kapang.

yang dijamurkan dengan Aspergillus oryzae pH-nya meningkat lebih cepat dibanding dengan pH bahan yang dijamurkan dengan Rhizopus oligosporus. Makin lama waktu fermentasi kapang, bahan mengarah kepada kebusukan.

10. Total Padatan Kecap

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 22) dapat dilihat bahwa perlakuan jenis bahan, waktu fermentasi

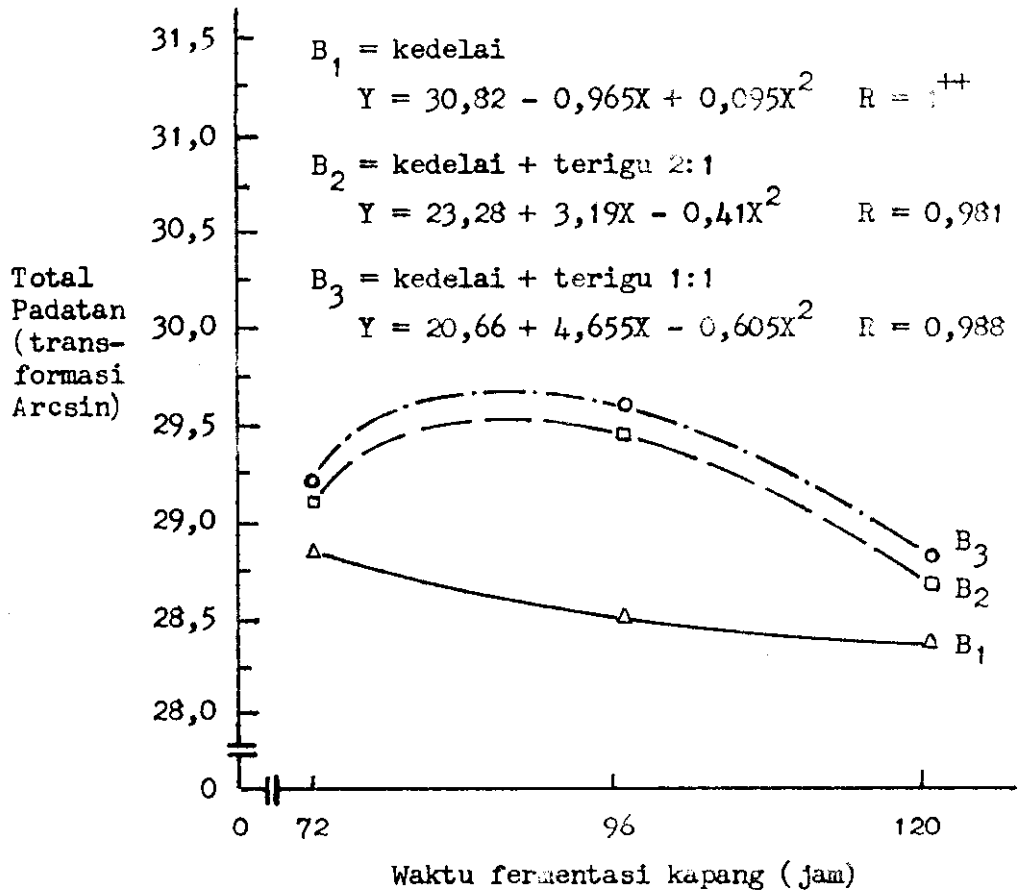
Tabel 22. Analisa sidik ragam total padatan kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	6,5551	0,3856	12,36 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kapang (A)	1	0,0434	0,0434	1,39	4,41	8,28
Bahan (B)	2	3,4814	1,7407	55,79 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kapang (C)	2	1,3855	0,6928	22,21 ⁺⁺		
A X B	2	0,3420	0,1710	5,48 ⁺		
A X C	2	0,4168	0,2084	6,68 ⁺⁺		
B X C	4	0,7373	0,1844	5,91 ⁺⁺	2,93	4,58
A X B X C	4	0,1483	0,0371	1,19		
Acak	18	0,5619	0,0312	(T = 0,1766)		
Total	35	7,1170		KK = 0,61%		
A X C	2	0,4168	0,2084	6,68 ⁺⁺	3,55	6,01
A X C lin.	(1)	0,1176	0,1176	3,77	4,41	8,28
A X C kwad.	(1)	0,2991	0,2991	9,59 ⁺⁺		
B X C	4	0,7377	0,1844	5,91 ⁺⁺	2,93	4,58
B X C lin.	(2)	0,0576	0,0288	0,92	3,55	6,61
B X C kwad.	(2)	0,6801	0,3400	10,90 ⁺⁺		

kapang, interaksi antara jenis kapang dengan waktu fermentasi kapang, dan interaksi antara jenis bahan dengan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap total padatan kecap, sedangkan interaksi antara jenis kapang dengan bahan

pengaruhnya nyata. Perlakuan jenis kapang dan interaksi antara ketiga perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Dari Gambar 12 dapat dilihat bahwa total padatan kecap yang paling tinggi terdapat pada bahan campuran



Gambar 12. Total padatan kecap untuk perlakuan jenis bahan dan waktu fermentasi kapang.

kedelai-terigu satu banding satu, sedangkan yang paling rendah pada bahan kedelai. Hal ini mungkin berhubungan erat dengan kandungan "total nitrogen" kecap

(Bab IV.B.4). Jika kandungan "total nitrogen" kecap tinggi, maka total padatnya akan tinggi pula.

11. Berat Jenis Kecap

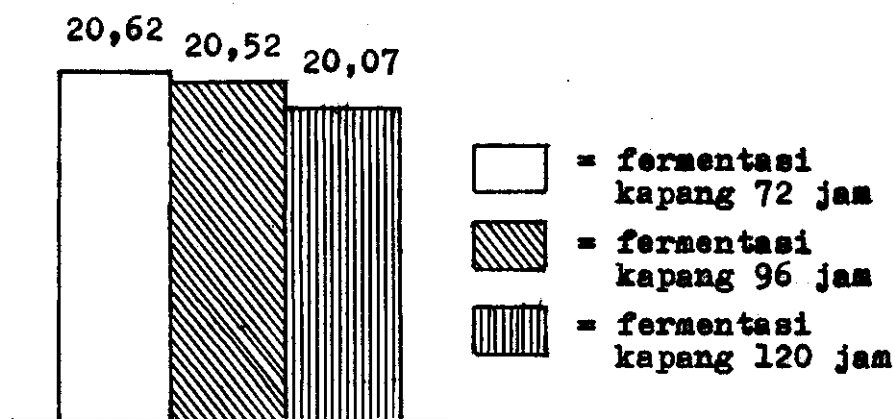
Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 23) dapat dilihat bahwa perlakuan jenis bahan, dan interaksi antara perlakuan jenis kapang dengan bahan memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap berat jenis

Tabel 23. Analisa sidik ragam berat jenis kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	48,0447	2,8262	12,83 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kapang (A)	1	0,3403	0,3403	1,54	4,41	8,28
Bahan (B)	2	39,4772	19,7386	89,60 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kapang (C)	2	2,1039	1,0520	4,78 ⁺		
A X B	2	3,0173	1,5086	6,85 ⁺⁺		
A X C	2	0,6572	0,3286	1,49		
B X C	4	1,5711	0,3928	1,78	2,93	4,58
A X B X C	4	0,8777	0,2194	1,00		
Acek	18	3,9650	0,2203	(T = 0,4694)		
Total	35	52,0097	KK = 2,30%			
C	2	2,1039	1,0520	4,78 ⁺	3,55	6,01
C lin.	1	1,8704	1,8704	8,49 ⁺⁺	1,41	8,28
C kwad.	1	0,2335	0,2335	1,06		

kecap, sedangkan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang nyata. Perlakuan jenis kapang dan interaksi antara perlakuan lainnya tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Dari hasil pengujian HSD diketahui bahwa berat jenis kecap yang dibuat dari tiga macam bahan berbe-



Gambar 13. Histogram berat jenis kecap untuk perlakuan waktu fermentasi kapang.

da sangat nyata. Berat jenis kecap kedelai lebih kecil dari pada berat jenis kecap campuran kedelai-terigu. Berat jenis kecap yang paling tinggi terdapat pada campuran kedelai-terigu satu banding satu. Hal ini sesuai dengan pendapat SORIANO et al. (1967) yang menyatakan bahwa berat jenis kecap mempunyai hu-

bungan dengan total padatan. Berat jenis kecap yang rendah menunjukkan kadar total padatan yang rendah pula.

Pada Gambar 13 dapat dilihat bahwa makin lama fermentasi kapang, makin kecil berat jenis kecap. Hal ini mungkin dapat dihubungkan dengan aktifitas optimum enzim kapang dalam memecah protein bahan menjadi senyawa-senyawa yang larut (Bab IV.B.4). Terlalu lama fermentasi kapang, total padatan yang larut akan rendah sehingga berat jenis kecap akan rendah pula.

12. Kekentalan Kecap

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 24) dapat dilihat bahwa perlakuan jenis bahan, interaksi antara perlakuan jenis kapang dengan bahan, dan interaksi antara ketiga perlakuan, yaitu jenis kapang, bahan dan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kekentalan kecap. Perlakuan-perlakuan dan interaksi lainnya tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Dari Lampiran 12 dapat dilihat bahwa kekentalan kecap yang dibuat dari bahan kedelai rata-rata lebih rendah dibanding dengan kekentalan kecap campuran kedelai-terigu. Kekentalan kecap yang paling tinggi terdapat pada kecap yang dibuat dari campuran kedelai-terigu dengan perbandingan berat satu banding satu.

Tabel 24. Analisa sidik ragam kekentalan kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Perlakuan	17	0,0529	0,0031	15,50 ⁺⁺	2,26	3,22
Jenis kapang (A)	1	0,0000	0,0000	0,00	4,41	8,28
Bahan (B)	2	0,0397	0,0199	99,50 ⁺⁺	3,55	6,01
Waktu fermentasi kapang (C)	2	0,0012	0,0006	3,00		
A X B	2	0,0031	0,0016	8,00 ⁺⁺		
A X C	2	0,0005	0,0002	1,00		
B X C	4	0,0015	0,0004	2,00	2,93	4,58
A X B X C	4	0,0069	0,0017	8,50 ⁺⁺		
Acak	18	0,0035	0,0002	(T = 0,0141)		
Total	35	0,0564		KK = 1,24%		

Hal ini mungkin karena pati terigu yang sebagian masih belum dipecah dengan sempurna. Menurut HAYASHI (1961) kecap masih mengandung 0,9 sampai 1,3 persen dextrin.

13. UJI WARNA (ORGANOLEPTIK)

Dari hasil analisa sidik ragam warna kecap (Tabel 25) terlihat bahwa hanya perbedaan bahan yang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap warna kecap, sedangkan jenis kapang dan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang tidak nyata. Demikian pula interaksi dari ketiga perlakuan yang diberikan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap warna kecap.

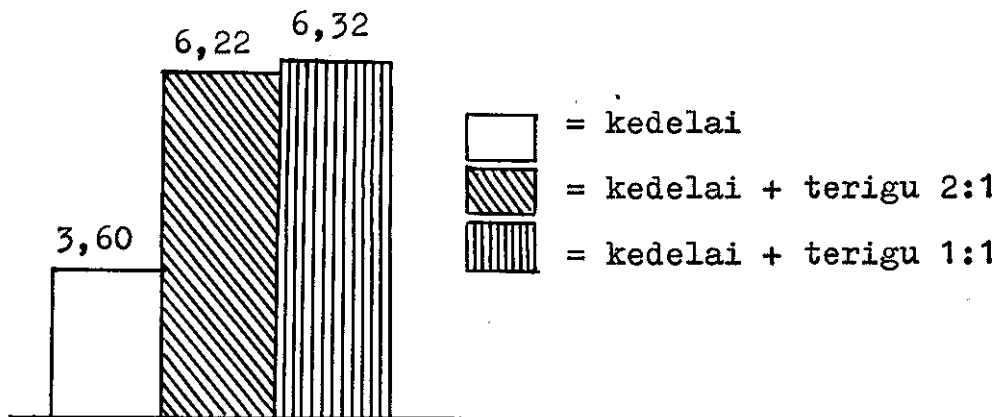
Tabel 25. Analisa sidik ragam warna (organo-leptik) kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Ulangan	9	17,3111	1,9235	2,27 ⁺	2,00	2,63
Perlakuan	17	287,5111	16,9124	19,98 ⁺⁺	1,72	2,19
Jenis ka- pang (A)	1	0,0222	0,0222	0,03	3,90	6,81
Bahan (B)	2	284,7444	142,3722	168,23 ⁺⁺	3,06	4,75
Waktu fer- mentasi ka- pang (C)	2	0,0778	0,0389	0,05		
A X B	2	0,3445	0,1722	0,20		
A X C	2	0,0778	0,0389	0,05		
B X C	4	0,8889	0,2222	0,26	2,43	3,45
A X B X C	4	1,3555	0,3389	0,40		
Acak	153	129,4889	0,8463	(T = 0,9199)		
Total	179	434,3111	KK = 17,10%			

Hal ini berarti hanya pada perlakuan jenis bahan, anggota panel mempunyai penilaian yang berbeda.

Ulangan yang diberikan oleh 10 anggota panel memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini berarti bahwa setiap anggota panel memberikan penilaian yang berbeda-beda pada contoh kecap yang disajikan.

Pada Gambar 14 dapat dilihat bahwa perbedaan rata-rata "score" warna kecap diantara perlakuan jenis bahan kedelai yang tidak dicampur dan yang dicampur terigu sangat nyata. "Score" tertinggi terdapat pada



Gambar 14. Histogram "score" rata-rata warna kecap untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda.

kecap yang dibuat dari campuran kedelai-terigu satu banding satu.

Dihubungkan dengan pengukuran warna secara objektif, pengujian ini menunjang hasil pengukuran tersebut. Kecap dari bahan campuran kedelai-terigu ternyata warnanya jauh lebih gelap dari pada warna kecap dari bahan kedelai.

Ditinjau dari "score" rata-rata yang diberikan oleh panelis, warna kecap tanpa penambahan terigu ada pada ukuran warna yang kurang disukai, yaitu antara 3,5 sampai 3,8 (agak tidak suka), sedangkan "score"

warna kecap campuran kedelai-terigu dua banding satu dan satu banding satu tidak begitu berbeda, yaitu masing-masing antara 5,9 sampai 6,3 (agak suka) dan 6,1 sampai 6,4 (agak suka).

14. Uji Warna (Objektif)

Dari hasil penentuan warna secara objektif (Lampiran 14) terlihat bahwa warna kecap dari bahan kedelai berbeda sekali dari warna kecap dari bahan campuran kedelai-terigu. Hasil pengamatan ini mendukung hasil analisa statistik dari pengujian warna kecap secara organoleptik, yaitu menunjukkan adanya perbedaan yang sangat nyata antara warna kecap kedelai dengan warna kecap campuran kedelai-terigu. Warna kecap campuran kedelai-terigu dua banding satu tidak begitu berbeda dengan warna kecap campuran kedelai-terigu satu banding satu.

Dari Lampiran 14 dapat dilihat bahwa angka "hue" kecap dari bahan kedelai menunjukkan warna "red purple" yang muda (7,9 RP - 9,9 RP), angka "hue" kecap campuran kedelai-terigu dua banding satu menunjukkan warna merah tua (1,2 R - 3,7 R), dan angka "hue" kecap campuran kedelai-terigu satu banding satu juga menunjukkan warna merah tua (1,4 R - 3,6 R). Angka "value" kecap kedelai dan kecap campuran kedelai-terigu tidak begitu berbeda.



Warna kecap yang lebih tua dari kecap campuran kedelai-terigu disebabkan terjadinya reaksi "browning" antara gula pereduksi dengan asam amino (OKUHARA et al., 1970; KATO dan SAKURAI, 1962; KATO dan SAKURAI, 1963).

15. Uji Bau Kecap

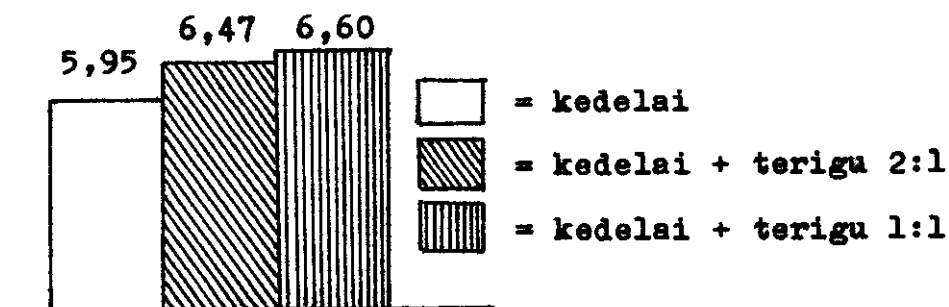
Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 26) dapat dilihat bahwa hanya perlakuan jenis bahan yang berpengaruh terhadap bau kecap, sedangkan perlakuan-perlakuan lainnya tidak berpengaruh. Interaksi antara perlakuan-perlakuan juga tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Pada Gambar 15 dapat dilihat bahwa bau kecap campuran kedelai-terigu rata-rata mempunyai "score" bau yang lebih tinggi dibanding dengan bau kecap kedelai. "Score" bau kecap kedelai rata-rata 5,95 (agak suka), kecap campuran kedelai-terigu dua banding satu rata-rata 6,47 (suka) dan kecap campuran kedelai-terigu satu banding satu rata-rata 6,60 (suka). "Score" rata-rata bau kecap untuk jenis bahan yang berbeda (Gambar 15) mempunyai persamaan dengan nilai rata-rata VRS (Gambar 10). Jadi mungkin sekali komponen bau kecap sebagian besar adalah senyawa-senyawa menguap pereduksi.



Tabel 26. Analisa sidik ragam bau (organo-leptik) kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Ulangan	9	36,9389	5,0488	3,90 ⁺⁺	2,00	2,63
Perlakuan	17	23,0278	1,3546	1,30	1,72	2,19
Jenis kapang (A)	1	2,4500	2,4500	2,36	3,90	6,81
Bahan (B)	2	14,1445	7,0722	6,81 ⁺⁺	3,06	4,75
Waktu fermentasi kapang (C)	2	1,7445	0,8722	0,84		
A X B	2	2,5000	1,2500	1,20		
A X C	2	0,2333	0,1166	0,11		
B X C	4	0,4888	0,1222	0,12	2,43	3,45
A X B X C	4	1,4667	0,3667	0,35		
Acak	153	158,8611	1,0383	(T = 1,0190)		
Total	179	218,3278		KK = 16,07%		



Gambar 15. Histogram "score" bau kecap untuk perlakuan jenis bahan yang berbeda.

16. Uji Rasa Kecap

Dari hasil analisa sidik ragam (Tabel 27) dapat dilihat bahwa perlakuan yang diberikan dan interaksi antara perlakuan tidak memberikan pengaruh terhadap rasa kecap. Hal ini menunjukkan bahwa anggota panel tidak cukup peka untuk dapat membedakan rasa kecap.

Tabel 27. Analisa sidik ragam rasa (organo-leptik) kecap.

Sumber keragaman	DB	DK	KT	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Ulangan	9	20,2722	2,2525	1,83	2,00	2,63
Perlakuan	17	8,7611	0,5153	0,42	1,72	2,19
Jenis kapang (A)	1	0,6722	0,6722	0,55	3,90	6,81
Bahan (B)	2	6,7667	3,3834	2,74	3,06	1,75
Waktu fermentasi kapang (C)	2	0,0778	0,0389	0,03		
A X B	2	0,3889	0,1944	0,16		
A X C	2	0,2111	0,1056	0,09		
B X C	4	0,4666	0,1166	0,09		
A X B X C	4	0,1778	0,0444	0,04		
Acak	153	188,6278	1,2329	(T = 1,1103)		
Total	179	217,6611		KK = 17,82%		

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pendahuluan diketahui bahwa pengasaman air rendaman kedelai dengan asam asetat glasial tidak mempengaruhi bau dan rasa (organoleptik) kecap. Selain itu kandungan "total nitrogen" kecap yang dihasilkan relatif lebih tinggi dari pada "total nitrogen" kecap yang dibuat tanpa pengasaman air rendaman kedelai.

Apabila dilihat dari hasil analisa contoh kecap, jenis kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH "koji" serta terhadap pH, "total nitrogen", "amino nitrogen", total asam, rendemen protein, ANTN dan VRS kecap, sedangkan terhadap NDL "koji" serta total padatan, berat jenis, kekentalan, warna, bau dan rasa kecap pengaruhnya tidak nyata. Dalam hal ini jenis kapang Rhizopus oligosporus dibanding dengan kapang Aspergillus oryzae rata-rata lebih rendah dalam nilai pH "koji" serta pH, "total nitrogen", "amino nitrogen", rendemen protein, ANTN, dan VRS kecap, sedangkan nilai total asam kecap lebih tinggi.

Pengaruh jenis bahan mentah yang berbeda sangat nyata terhadap pH dan NDL "koji" serta terhadap pH, "total nitrogen", "amino nitrogen", total asam, rendemen protein, ANTN, VRS, total padatan, berat jenis, kekentalan, warna dan bau kecap, sedangkan terhadap rasa kecap pengaruhnya tidak nyata. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut ternyata penembahan terigu meningkatkan "total nitro-

gen", "amino nitrogen", total asam, ANTN, VRS, total padatan, berat jenis, kekentalan, warna (lebih gelap) dan bau kecap, sedangkan pH dan NDL "koji" serta pH dan rendemen protein kecap menurun.

Perlakuan waktu fermentasi kapang memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pH dan NDL "koji", serta pH, "total nitrogen", "amino nitrogen", total asam, rendemen protein, ANTN dan VRS kecap, sedangkan terhadap berat jenis kecap pengaruhnya nyata. Terhadap kekentalan, warna, bau dan rasa kecap pengaruhnya tidak nyata. Berdasarkan lama waktu fermentasi kapang ini, makin lama fermentasi kapang, nilai pH "koji", pH kecap, NDL "koji" dan VRS kecap meningkat, sedangkan total asam dan berat jenis kecap menurun. "Total nitrogen", "amino nitrogen", rendemen protein dan ANTN kecap untuk kapang Rhizopus oligosporus meningkat dan mencapai titik optimum antara waktu fermentasi kapang 72 sampai 96 jam, sedangkan untuk kapang Aspergillus oryzae menurun sejak waktu fermentasi kapang 72 jam.

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat diambil kesimpulan bahwa kombinasi perlakuan yang menghasilkan mutu kecap terbaik ialah penggunaan bahan baku campuran kedelai-terigu satu banding satu dengan kapang Aspergillus oryzae dan waktu fermentasi kapang 72 jam.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONYMOUS. (1972^a). Japanese Build Sauce Plant in U.S. Food Eng. 44 (2) : 95.
2. _____. (1972^b). Kecap Nomor Satu yang Mana? Scientiae 4 (33) : 18.
3. ADRIANO, F.T., S.B. OLIVEROS, D.S. SANTOS dan E.R. VILLANEUVA. (1934). The Physical Characteristics and Chemical Composition of Various Brands of Toyo (Soy Sauce) Sold in the Philippines. Philip. J. Agric. 5 (3) : 171 - 186.
4. ARIMOTO, K. dan Y. SAKURAI. (1965). Japan. Di dalam M.S. PETERSON dan D.K. TRESSLER (editors). Food Technology the World Over. 2 : 359 - 394. AVI Publ. Co., Westport, CT.
5. AYKROID, W.R. dan J. DOUGHTY. (1969). Legumes in Human Nutrition. FAO Nutritional Studies No. 19.
6. _____. (1970). Wheat in Human Nutrition. FAO Nutrition Studies No. 23.
7. BAENS-ARCEGA, L. (1966). Feasibility of Mold-Process Production of Sauce from Copra Meal and Soybean Mixture with Authentic Philippine Strain of Aspergillus oryzae (AHLBURG) COHN. Araneta J. Agric. 13 (2) : 80 - 105.
8. BAENS-ARCEGA, L., J.M. MARANON dan M.A. PAJO. (1956). Proteolytic Enzyme from a Philippine Strain of Aspergillus oryzae (AHLBURG) COHN. Philip. J. Sci. 85 (2) : 189 - 202.
9. BAENS-ARCEGA, L., L. ANDRADA, R.E. SEVILLA dan P. GARCIA ANGLO. (1967). pH and Temperature Optima for the Activity of Protease Produced by a Philippine

Strain of Aspergillus oryzae (AHLBURG) COHN.
Philip. J. Sci. 95 (3) : 303 - 309.

10. BIRO PUSAT STATISTIK. (1973^a). Impor Menurut Jenis Barang dan Negeri Asal. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
11. _____ . (1973^b). Indikator Ekonomi. Desember 1973. Biro Pusat Statistik, Jakarta.
12. BURNETT, R.S. (1951). Soybean Protein Food Products. Di dalam K.S. MARKLEY (editor). Soybeans and Soybean Products. 2 : 949 - 1002. Interscience Publishers, Inc., NY.
13. CHO, D.H. dan W.J. LEE. (1970). Microbiological Studies of Korean Native Soy-Sauce Fermentation. I. A Study of the Microflora of Fermented Korean Maeju Loaves. J. Korean Agric. Chem. Soc. 13 : 35 - 41. Di dalam T.W. KWON. Fermented Foods in Korea. Abstr. No. 3 - 70 (1972).
14. CHO, M.J. dan Z.U. KIM. (1971). Studies on the Quick Ripening Process for Soy Sauce. J. Korean Agric. Chem. Soc. 14 : 19 - 27. Di dalam T.W. KWON. Fermented Foods in Korea. Abstr. No. 3 - 78 (1972).
15. CHURCH, M.B. (1923). Soy and Related Fermentations. USDA Dept. Bull. No. 1152.
16. CIRCLE, S.J. (1950). Proteins and Other Nitrogenous Constituents. Di dalam K.S. MARKLEY (editor). Soybeans and Soybean Products. 1 : 275 - 370. Interscience Publishers Inc., NY.
17. COLEMAN, C.H. (1968). Calculation Used in Food Analysis. Defence Subsistence Testing Laboratory, Chicago, IL.
18. CROSBIE-WALS, J., Ed. (1957). Food Industries Manual.

- 18 th ed. Leonard Hill (Books) Ltd., London.
19. DEE, S.S. (1971). Technology of Production of Edible Flours and Protein Products from Soybeans. Agric. Service. FAO, Rome.
 20. DWIDJOSEPUTRO, DAKIMAH dan F.T. WOLF. (1970). Microbiological Studies of Indonesian Fermented Foods. *Mycopathologia et Mycologia Applicata* 41 (3-4) : 211 - 222.
 21. FARBER, L. dan M. FERRO. (1956). Volatile Reducing Substances (VRS) and Volatile Nitrogen Compounds in Relation to Spoilage in Canned Fish. *Food Technol.* 10 (7) : 303 - 304.
 22. FRAZIER, W.C. (1958). *Food Microbiology*. McGraw-Hill Book Co., NY.
 23. GROFF, E.H. (1919). Soy Sauce Manufacturing in Kwangtung, China. *Philip. J. Sci.* 15 (3) : 307 - 316.
 24. HAHN, Y.S., B.D. PARK dan K.S. CHUN. (1962). Studies on the Manufacturing of Soy Sauce. IV. On Genus Rhizopus and Mucor in Korean Wine Kokja. Report Nat'l. Indust. Res. Inst. Di dalam T.W. KWON. *Fermented Foods in Korea*. Abstr. No. 3 - 29 (1972).
 25. HARDJO, SUHADI. (1964). Pengolahan dan Pengawetan Kedelai untuk Bahan Makanan Manusia. Rapat Kerja Kedelai, Bogor.
 26. HAYASHI, S. (1961). Problems Involved in Increasing World-Wide Use of Soybean Products as Foods in Japan. Di dalam *Proceedings of Conference on Soybean Products for Protein in Human Foods*. p. 200-206. Agricultural Research Service, USDA, Peoria, IL.

27. HERMANA dan SRI WISMANIAH ROEDJITO. (1971). Pembuatan Laru Tempe dan Pengamatan Kekuatannya Selama Penyimpanan. Penelitian Gizi dan Makanan. 1 : 52 - 60.
28. HESSELTINE, C.W. (1960). Research at the Northern Regional Research Laboratory on Fermented Foods. Di dalam Proceedings of Conference on Soybean Products for Protein in Human Foods. p. 74 - 82. Agricultural Research Service, USDA, Peoria, IL.
29. _____.(1965). A Millenium of Fungi, Food and Fermentation. Mycologia 57 (2) : 149 - 197.
30. HESSELTINE, C.W. dan H.L. WANG. (1967). Traditional Fermented Foods. Biotechnol. and Bioeng. 9 : 275-288.
31. _____ . (1972). Fermented Soybean Food Products. Di dalam A.K. SMITH dan S.J. CIRCLE (editors). Soybeans: Chemistry and Technology. 1 : 389 - 419. AVI Publ. Co., Westport, CT.
32. HOROWITZ, W., Ed. (1970). Official Methods of Analysis of the AOAC. 11th ed. AOAC, Washington, D.C.
33. JACOBS, M.B. (1958). Chemical Analysis of Foods and Food Products. 3rd ed. Van Nostrand-Reinhold Co, NY.
34. KATO, H. dan Y. SAKURAI. (1962). Studies on Browning Mechanisms of Soybean Products. II. Roles of 3-Deoxyosones, Hexose and Pentoses for the Darkening of Pasteurized Soy Sauce. J. Agr. Chem. Soc. Japan. 36 : 131 - 137. Di dalam Records of Researches, Fac. Agr., Univ. Tokyo. No. 12 (1962 - 1963). Abstr. No. 57.

35. _____ . (1963). Studies on Browning Mechanisms of Soybean Products. III. Roles of 3-Deoxyosones and Furfurals for the Darkening of Pasteurized Soy Sauce. J. Agr. Chem. Soc. Japan. 37 : 423 - 425. Di dalam Records of Researches, Fac. Agr., Univ. Tokyo. No. 13 (1962 - 1963). Abstr. No. 46.
36. KAWAMURA, S. (1967). Review of PL 480 Work on Soybean Carbohydrates. Di dalam Proceedings of International Conference on Soybean Protein Foods. p. 249 - 254. Agricultural Research Service, USDA, Peoria, IL.
37. KIM, H.S. dan S.R. LEE. (1959). Biochemical Changes during the Preparation of Soybean Koji and Barley Koji. Seoul University Journal: Biology and Agriculture Series. Di dalam T.W. KWON. Fermented Foods in Korea. Abstr. No. 3 - 24 (1972).
38. KIM, Z.U., M.J. CHO dan S.S. KIM. (1969). Studies on the Preparation of Improved Soy Sauce Kojis. J. Korean Agric. Chem. Soc. 11 : 8 - 15. Di dalam T.W. KWON. Fermented Foods in Korea. Abstr. No. 3 - 64 (1972).
39. KO, SWAN DJIEN. (1965). Tinjauan Terhadap Penelitian Fermented Foods di Indonesia. Di dalam Research di Indonesia, 1945 - 1965. 2 : 209 - 223.
40. KOSIKOWSKI, F. (1966). Cheese and Fermented Milk Foods. 2nd printing. Published by the author.
41. KRAMER, A. dan B.A. TWIGG. (1970). Quality Control for the Food Industry. 3rd ed. 1 : Fundamentals. AVI Publ. Co., Westport, CT.

42. LEBUMFACILE-DAVIDE, K. (1967). Corn and Sorghum as Possible Substitutes for Wheat in Soy Sauce Production. *Philip. Agriculturists* 50 (9) : 843 - 860.
43. LEE, T.Y. dan S.K. LEE. (1969). Studies of Toxic Metabolisates Occuring in Foods. I. Screen Test of Aflatoxin in Some Korean Fermented Soybean Foods. *J. Korean Assoc. of Food Sci.* 1 : 78 - 84. Di dalam T.W. KWON. *Fermented Foods in Korea*. Abstr. No. 3 - 66 (1972).
44. LOCKWOOD, L.B. dan A.K. SMITH. (1951). Fermented Soy Foods and Sauce. Di dalam USDA, *Yearbook of Agriculture*, 1950 - 1951. p. 357 - 361.
45. MAC KINNEY, G. dan A.C. LITTLE. (1962). *Color of Foods*. AVI Publ. Co., Westport, CT.
46. MASILUNGAN, V.A., M.A. RAMOS dan M.A. PAIO. (1960). Studies on Some Important Factors Involved in the Mold Process of Making Soy Sauce. *Philip. J. Sci.* 89 (2) : 149 - 162.
47. MATSUURA, S. (1970). Aflatoxins and Fermented Foods in Japan *Agric. Res. Quarterly* 5 (1) : 46 - 51.
48. MINOR, L.J. (1945). Soy Sauce Processes and How They can be Improved. *Food Ind.* 17 (7) : 758 - 760.
49. MORSE, W.J. (1950). Chemical Composition of Soybean Seed. Di dalam K.S. MARKLEY (editor). *Soybeans and Soybean Products*. 1 : 135 - 156. Interscience Publishers, Inc., NY.
50. MURATA, K. dan H. IKEHATA. (1964). Antioxidants Isolated from Fermented Soybean (Tempeh). *Nature* 203 (4947) : 870 - 872.

51. OKUHARA, A. dan N. SAITO. (1970). Color of Soy Sauce. III. Effect of Reducing Reagents on Browning of Soy Sauce. *Hakko Kogaku Zasshi* 48 (3) : 177 - 189. Di dalam *Food Sci. & Technol. Abstr.* 3 (11) : 11 T 576 (1971).
52. ONAGO, D.M., B.S. LUH dan S.J. LEONARD. (1957). Quality Evaluation and Chemical Composition of Soy Sauce. *Food Res.* 22 (1) : 83 - 88.
53. PIPER, C.V. dan W.J. MORSE. (1923). *The Soybeans*. 1st ed. McGraw-Hill Book Co., Inc., NY.
54. PRESCOTT, S.C. dan C.G. DUNN. (1959). *Industrial Microbiology*. McGraw-Hill Book Co., Inc., NY.
55. SHIBASAKI, K. dan C.W. HESSELTINE. (1962). Miso Fermentation. *Econ. Botany* 16 (3) : 180 - 195.
56. SMITH, A.K. dan S.J. CIRCLE. (1972). Chemical Composition of the Seeds. Di dalam A.K. SMITH dan S.J. CIRCLE (editors). *Soybeans: Chemistry and Technology*. 1 : 61 - 92. AVI Publ. Co., Westport, CT.
57. SNEDECOR, G.W. dan G.W. COCHRAN. (1971). *Statistical Methods*. 6th ed. The Iowa State Univ. Press, Ames, IA.
58. SOMAATMADJA, SADIKIN. (1970). *Kedele*. Soeroengan, Jakarta.
59. SOMAATMADJA, DARDJO dan SUHADI HARDJO. (1971). *Food Technology and Food Preservation in Indonesia*. Di dalam *Proc. VI SEAMEO-TROPED Seminar; The First Southeast Asian Regional Seminar on Nutrition*. Jakarta 27 - 31 Oct., 1969. p. 192 - 200.



60. SONG, S.H., J.H. KIM, K.H. LEE, Y.S. CHUNG dan K.H. Chang. (1963). Studies on the Preservation of Soy Sauce. I. The Isolation of Pellicle Forming Yeasts from Soy Sauce. Report of the Army Res. & Testing Lab. 2 : 32 - 37. Di dalam T.W. KWON. Fermented Foods in Korea. Abstr. No. 3 - 35 (1972).
61. SORENSON, W.G. dan C.W. HESSELTINE. (1966). Carbon and Nitrogen Utilization by Rhizopus oligosporus. Mycologia 58 (6) : 681 - 689.
62. SORIANO, M., O.N. GONZALES dan E. AVELINO. (1967). Studies on the Preparation of "Soy" Sauce from Coconut Paring Meal. Philip. J. Sci. 96 (2):129-137.
63. STEINKRAUS, K.H., J.P. VAN BUREN dan D.B. HAND. (1965^a). A Pilot Plant Process for the Production of Dehydrated Tempeh. Food Technol. 19 (1) : 63 - 68.
64. STEINKRAUS, K.H., C.Y. LEE dan P.A. BUCK. (1965^b). Soybean Fermentation by the Ontjom Mold Neurospora. Food Technol. 19 (8) : 119 - 120.
65. THAMMES, P.M.L. (1950). Bereiding van Ketjap. Landbouw. Twee en twintigste Jaargang 1950. p. 568 - 569.
66. THIO, GOAN LOO. (1971). Small-Scale Processing of Soybeans and Some Applications. Publication No.294. Royal Tropical Institute, Amsterdam.
67. UNDERKOFER, L.A., R.R. BARTON dan S.S. RENNERT. (1958). Production of Microbial Enzymes and Their Applications. Appl. Microbiol. 6 (3) : 212 - 221.
68. VAN VEEN, A.G., D.C.W. GRAHAM dan K.H. STEINKRAUS. (1968). Fermented Peanut Press Cake. Cereal Sci. Today 31 (3) : 69 - 99.

69. WAGENKNECHT, A.C., L.R. MATTICK, L.M. LEUIN, D.B. HAND dan K.H. STEINKRAUS. (1961). Changes in Soybean Lipids during Tempeh Fermentation. *J. Food Sci.* 26 : 373 - 376.
70. WANG, H.L. dan C.W. HESSELTINE. (1965). Studies on the Extracellular Proteolytic Enzymes of Rhizopus oligosporus. *Can. J. Microbiol.* 11 (4) : 727 - 732.
71. _____ . (1966). Wheat Tempeh. *Cereal Chemistry* 43 (5) : 563 - 570.
72. _____ . (1968). Tempeh. Protein-Rich Food may Increase Disease Resistance. *Agric. Res.* 17 (10) : 5.
73. WANG, H.L., D.I. RUTTLE dan C.W. HESSELTINE. (1969). Antibacterial Compound from a Soybean Product Fermented by Rhizopus oligosporus. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 131 (2) : 579 - 583.
74. WANG, H.L., J.J. ELLIS dan C.W. HESSELTINE. (1972). Antibacterial Activity Produced by Mold Commonly Used in Oriental Food Fermentations. *Mycologia* 64 (1) : 218 - 221.
75. YAMAZAKI, M., H. YOSHIKAZU, H. FUJIMOTO, S. SUZUKI, Y. SAKAKIBARA dan H. MIYAZAKI. (1970). Toxigenic Fungi Contaminating Home-Made Miso and Soy Sauce. *J. Food Hyg. Soc. Japan.* 11 (5) : 381 - 383. Di dalam *Food Sci. & Technol. Abstr.* 4 (8) : 8 T 443 (1972).
76. YIHN, H.J. dan B.H. LEE. (1968). Taxonomical Studies of Rhizopus sp. Isolated from Meju. *Korean J. Microbiol.* 6 : 100 - 105. Di dalam T.W. KWON. *Fermented Foods in Korea. Abstr. No. 3 - 61* (1972).

77. YOKOTSUKA, T. (1960). Aroma and Flavor of Japanese Soy Sauce. Di dalam *Advances in Food Research* 10 : 75 - 123.
78. _____ . (1972). Some Recent Technological Problems Related to the Quality of Japanese Shoyu. Di dalam G. TERUI (editor). *Fermentation Technology Today. Proc. IV Int'l. Ferment. Symp.* p. 659 - 662. American Society for Microbiology, Washington, D.C.
79. YOSHII, H. (1971). Microorganisms Involved in the Maturation of Shoyu (Soy Sauce)(A Review). *J. Soc. Brewing. Japan.* 66 (7) : 675 - 678. Di dalam *Food Sci. & Technol. Abstr.* 3 (11) : 11 T 557 (1971).

Lampiran 1. Hasil pengukuran rata-rata pH "koji" selama fermentasi kapang.

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)				
	24	48	72	96	120
1 1	6,02	6,34	6,46	7,26	7,30
1 2	5,80	5,97	6,42	6,57	6,74
1 3	5,58	5,69	6,23	6,31	6,39
2 1	6,06	7,73	7,81	7,87	7,94
2 2	5,79	6,69	6,87	6,96	7,10
2 3	5,72	6,49	6,67	6,72	6,82

A₁ = Rhizopus oligosporus

A₂ = Aspergillus oryzae

B₁ = Bahan kedelai

B₂ = Bahan kedelai-terigu 2 : 1 (w/w)

B₃ = Bahan kedelai-terigu 1 : 1 (w/w)

Lampiran 2. Hasil analisa rata-rata ND_L "koji" selama fermentasi kapang (persen).

Perlakuan	Waktu fermentasi kapang (jam)							
	A	X	B	24	48	72	96	120
1	1			0,1109	0,1268	0,1460	0,1820	0,1879
1	2			0,1077	0,1245	0,1436	0,1678	0,1787
1	3			0,1025	0,1093	0,1204	0,1519	0,1905
2	1			0,1178	0,1507	0,1741	0,1865	0,2096
2	2			0,1096	0,1258	0,1540	0,1653	0,1825
2	3			0,1055	0,1176	0,1362	0,1515	0,1806

Lampiran 3. Hasil analisa rata-rata pH kecap.

Perlakuan A X B X C	Waktu fermentasi larutan garam (hari)			
	7	14	21	28
1 1 1	5,83	5,64	5,39	5,22
1 1 2	6,26	5,76	5,62	5,41
1 1 3	6,42	6,00	5,76	5,65
1 2 1	5,58	5,42	5,18	5,03
1 2 2	5,82	5,52	5,44	5,06
1 2 3	5,86	5,68	5,64	5,12
1 3 1	5,36	5,15	5,08	5,01
1 3 2	5,54	5,46	5,22	5,05
1 3 3	5,76	5,51	5,31	5,12
2 1 1	6,58	6,47	5,86	5,73
2 1 2	6,68	6,54	6,18	5,76
2 1 3	6,96	6,80	6,49	5,96
2 2 1	5,90	5,66	5,54	5,34
2 2 2	5,98	5,82	5,76	5,36
2 2 3	6,10	5,84	5,79	5,64
2 3 1	5,77	5,48	5,20	4,98
2 3 2	5,84	5,69	5,50	5,15
2 3 3	5,88	5,72	5,54	5,17

Lampiran 5. Hasil analisa rata-rata total asam kecap hasil fermentasi 28 hari (meq./100 ml).

Perlakuan	Waktu fermentasi kapang (jam)			
	A X B	72	96	120
1	1	13,6168	11,9984	11,8320
1	2	14,5688	14,1880	13,8468
1	3	15,1400	14,3784	14,2422
2	1	11,6178	11,3059	10,9560
2	2	13,7120	13,6168	12,8552
2	3	15,1400	15,0448	14,5284

Lampiran 6. Hasil analisa rata-rata "amino nitrogen" kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari (persen).

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	0,1145	0,1302	0,1065
1 2	0,1368	0,1342	0,1186
1 3	0,1565	0,1776	0,1431
2 1	0,1925	0,1530	0,1431
2 2	0,2282	0,2282	0,1658
2 3	0,2454	0,2100	0,1840

Lampiran 7. Hasil perhitungan rata-rata rendemen protein pada kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari (persen).

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	39,00	44,00	35,50
1 2	34,50	35,50	30,00
1 3	34,50	34,00	27,50
2 1	60,00	44,50	43,00
2 2	54,50	44,50	40,00
2 3	51,00	43,00	37,50

Lampiran 8. Hasil perhitungan rata-rata kandungan ANTN ("amino nitrogen" di dalam "total nitrogen") kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari (persen).

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	28,57	30,06	27,99
1 2	31,31	31,31	31,06
1 3	35,99	36,52	35,95
2 1	33,27	32,72	30,72
2 2	34,22	34,14	31,01
2 3	35,24	35,34	31,27

Lampiran 9. Hasil analisa rata-rata VRS kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari (meq./10 ml).

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	14,14	15,35	17,07
1 2	15,05	18,51	19,19
1 3	17,17	20,20	22,22
2 1	18,18	18,96	20,11
2 2	21,40	22,06	24,24
2 3	22,22	22,06	26,18

Lampiran 10. Hasil analisa rata-rata total padatan kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari (persen).

Perlakuan A X B		Waktu fermentasi kapang (jam)		
		72	96	120
1	1	22,81	22,72	22,27
1	2	23,54	24,38	23,74
1	3	23,59	24,67	23,16
2	1	23,57	22,79	22,91
2	2	23,96	24,06	23,20
2	3	23,93	24,08	23,30

Lampiran 11. Hasil analisa rata-rata berat jenis kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari ($^{\circ}\text{Be}$).

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	19,85	18,90	19,05
1 2	20,75	20,25	19,75
1 3	21,15	21,55	21,50
2 1	19,15	19,05	18,20
2 2	20,60	21,25	20,75
2 3	22,25	22,10	21,15

Lampiran 12. Hasil analisa rata-rata kekentalan kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari (cps., 20°C).

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	1,10	1,14	1,13
1 2	1,12	1,13	1,16
1 3	1,21	1,15	1,17
2 1	1,11	1,10	1,10
2 2	1,12	1,13	1,15
2 3	1,17	1,22	1,22

Lampiran 13. Rata-rata "score" hasil pengujian warna kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari secara organoleptik.

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	3,7	3,5	3,5
1 2	6,2	6,3	6,3
1 3	6,1	6,4	6,3
2 1	3,5	3,8	3,6
2 2	6,3	5,9	6,3
2 3	6,3	6,4	6,4

Lampiran 14. Hasil pengukuran rata-rata warna (objektif) kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari (Hue/Value/Chroma).

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)							
	1	1	8,7	RP/3,9/14,0	7,1	RP/3,7/16,5	9,5	RP/4,3/16,3
1	2	1,2	R/3,8/13,2	3,1	R/3,0/13,4	2,8	R/3,5/17,1	
1	3	2,1	R/3,8/11,5	3,6	R/3,4/10,1	2,7	R/3,8/11,5	
2	1	7,9	RP/4,7/15,8	9,9	RP/4,5/16,7	9,1	RP/4,5/18,9	
2	2	3,3	R/3,4/10,8	3,7	R/3,1/13,5	0,9	R/3,1/14,0	
2	3	3,0	R/3,6/13,4	2,1	R/3,7/15,2	1,4	R/3,6/16,2	

Lampiran 15. Rata-rata "score" hasil pengujian bau kecap hasil fermentasi larutan garam 28 hari secara organoleptik.

Perlakuan A X B	Waktu fermentasi kapang (jam)		
	72	96	120
1 1	6,0	6,0	5,7
1 2	6,6	6,7	6,7
1 3	6,9	6,8	6,7
2 1	6,2	5,9	5,9
2 2	6,4	6,4	6,0
2 3	6,3	6,1	6,2

Lampiran 17. Komposisi kedelai, terigu dan campuran kedelai-terigu (persen).

	Kedelai ¹⁾	Terigu	Kedelai-terigu (w/w)	
			2 : 1 ²⁾	1 : 1 ³⁾
Air	16,50	10,94	14,64	13,72
Protein	36,40	10,20	27,68	23,30
Lemak	18,50	1,60	12,88	10,05
Karbohidrat	18,90	75,51	37,76	47,20
Serat kasar	4,93	0,40	3,44	2,67
Abu	4,74	1,25	3,56	3,00

- 1) Digunakan 50 g kedelai
- 2) Digunakan 50 g kedelai + 25 g terigu
- 3) Digunakan 50 g kedelai + 50 g terigu

Lampiran 18a. Uji HSD rata-rata NDL "koji" diantara perlakuan jenis bahan.

Bahan	Rata-rata	Beda	
B ₁	2,27	-	
B ₂	2,19	-0,08	-
B ₃	2,10	-0,17 ⁺⁺	0,09 ⁺

$$SE = 0,025$$

$$HSD 5\% = 0,09$$

$$HSD 1\% = 0,11$$

Lampiran 18b. Uji HSD rata-rata NDL "koji" diantara perlakuan waktu fermentasi kapang.

Waktu fermentasi kapang	Rata-rata	Beda
C ₁	1,89	-
C ₂	2,02	0,13 ⁺
C ₃	2,17	0,28 ⁺⁺
C ₄	2,36	0,47 ⁺⁺
C ₅	2,50	0,61 ⁺⁺

$$SE = 0,032$$

$$HSD 5\% = 0,13$$

$$HSD 1\% = 0,16$$

Lampiran 19. Uji HSD rata-rata "total nitrogen"
kecap diantara perlakuan waktu
fermentasi dalam larutan garam.

Waktu fermentasi larutan garam (hari)	Rata-rata	Beda		
7	3,55	-		
14	3,81	0,26 ⁺⁺	-	
21	3,94	0,39 ⁺⁺	0,13	-
28	4,01	0,46 ⁺⁺	0,20 ⁺⁺	0,07 ⁺⁺

$$SE = 0,016$$

$$HSD 5\% = 0,06$$

$$1\% = 0,07$$

Lampiran 20a. Uji HSD total asam kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan.

Jenis kapang	Bahan			B_2-B_1	B_3-B_1	B_3-B_2
	B_1	B_2	B_3			
A_1	12,4824	14,2012	14,5868	1,7188 ⁺⁺	2,1044 ⁺⁺	0,3856
A_2	11,2932	13,3947	14,9044	2,1015 ⁺⁺	3,6112 ⁺⁺	1,5097 ⁺⁺
	-1,1892 ⁺⁺	-0,8065 ⁺⁺	0,3176			

$$SE = 0,1643$$

$$HSD 5\% = 0,5217$$

$$HSD 1\% = 0,6507$$

Lampiran 20b. Uji HSD total asam kecap diantara perlakuan waktu fermentasi kapang.

Waktu fermentasi kapang	Rata-rata	Beda	
C_1	13,9659	-	
C_2	13,4220	-0,5439 ⁺	-
C_3	13,0434	-0,9225 ⁺⁺	-0,3789

$$SE = 0,1162$$

$$HSD 5\% = 0,4195$$

$$HSD 1\% = 0,5461$$

Lampiran 21a. Uji HSD "amino nitrogen" kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan.

Jenis kapang	Bahan			B_2-B_1	B_3-B_1	B_3-B_2
	B_1	B_2	B_3			
A ₁	1,97	2,07	2,30	0,10 ⁺⁺	0,33 ⁺⁺	0,23 ⁺⁺
A ₂	2,28	2,55	2,64	0,27 ⁺⁺	0,36 ⁺⁺	0,09 ⁺
	0,31 ⁺⁺	0,48 ⁺⁺	0,34 ⁺⁺			

$$SE = 0,017$$

$$HSD 5\% = 0,08$$

$$HSD 1\% = 0,10$$

Lampiran 21b. Uji HSD "amino nitrogen" kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang.

Jenis Kapang	Waktu fermentasi kapang			C_2-C_1	C_3-C_1	C_3-C_2
	C_1	C_2	C_3			
A ₁	2,11	2,20	2,02	0,09 ⁺	-0,09 ⁺	-0,18 ⁺⁺
A ₂	2,71	2,47	2,30	-0,24 ⁺⁺	-0,41 ⁺⁺	-0,17 ⁺⁺
	0,60 ⁺⁺	0,27 ⁺⁺	0,28 ⁺⁺			

$$SE = 0,017$$

$$HSD 5\% = 0,08$$

$$HSD 1\% = 0,10$$

Lampiran 22a. Uji HSD ANTN kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan.

Jenis kapang	Bahan			$B_2 - B_1$	$B_3 - B_1$	$B_3 - B_2$
	B_1	B_2	B_3			
A_1	32,50	33,98	36,96	1,48 ⁺⁺	4,46 ⁺⁺	2,98 ⁺⁺
A_2	34,58	35,13	35,64	0,55	1,06 ⁺	-0,49
	2,08 ⁺⁺	1,15 ⁺	-1,32 ⁺⁺			

$$SE = 0,236$$

$$HSD 5\% = 1,06$$

$$HSD 1\% = 1,32$$

Lampiran 22b. Uji HSD ANTN kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang.

Jenis Kapang	Waktu fermentasi kapang			$C_2 - C_1$	$C_3 - C_1$	$C_3 - C_2$
	C_1	C_2	C_3			
A_1	34,40	34,81	34,23	0,41	-0,17	-0,58
A_2	35,81	35,70	33,83	-0,11	-1,98 ⁺⁺	-1,87 ⁺⁺
	1,41 ⁺⁺	0,89	-0,40			

$$SE = 0,236$$

$$HSD 5\% = 1,06$$

$$HSD 1\% = 1,32$$

Lampiran 23a. Uji HSD rata-rata VRS kecap antara perlakuan jenis bahan.

Jenis bahan	Rata-rata	Beda	
B ₁	17,30	-	
B ₂	20,08	2,78	-
B ₃	21,68	4,38 ⁺⁺	1,60 ⁺⁺

SE = 0,278
 HSD 5% = 1,00
 HSD 1% = 1,35

Lampiran 23b. Uji HSD VRS kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang.

Jenis Kapang	Waktu fermentasi kapang			C ₂ -C ₁	C ₃ -C ₁	C ₃ -C ₂
	C ₁	C ₂	C ₃			
A ₁	15,45	18,02	19,49	2,57 ⁺⁺	4,04 ⁺⁺	1,47
A ₂	20,60	21,03	23,51	0,43	2,91 ⁺⁺	2,48 ⁺⁺

SE = 0,393
 HSD 5% = 1,76
 HSD 1% = 2,20

Lampiran 24a. Uji HSD total padatan kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan.

Jenis Kapang	Bahan			$B_2 - B_1$	$B_3 - B_1$	$B_3 - B_2$
	B_1	B_2	B_3			
A_1	28,37	29,21	29,26	0,84 ⁺⁺	0,89 ⁺⁺	0,05
A_2	29,26	29,19	29,15	-0,07	-0,11	-0,04
	0,89 ⁺⁺	-0,02	-0,11			

$$SE = 0,072$$

$$HSD 5\% = 0,32$$

$$HSD 1\% = 0,40$$

Lampiran 24b. Uji HSD total padatan kecap dari interaksi antara jenis kapang dan waktu fermentasi kapang.

Jenis Kapang	Waktu fermentasi kapang			$C_2 - C_1$	$C_3 - C_1$	$C_3 - C_2$
	C_1	C_2	C_3			
A_1	28,87	29,28	28,69	0,41 ⁺⁺	-0,18	0,59 ⁺⁺
A_2	29,21	29,10	28,75	-0,11	-0,46 ⁺⁺	-0,35 ⁺⁺
	0,34 ⁺	-0,18	0,06			

$$SE = 0,072$$

$$HSD 5\% = 0,32$$

$$HSD 1\% = 0,40$$

Lampiran 24c. Uji HSD total padatan kecap dari interaksi antara jenis bahan dan waktu fermentasi kapang.

Jenis bahan	Waktu fermentasi kapang			$C_2 - C_1$	$C_3 - C_1$	$C_3 - C_2$
	C_1	C_2	C_3			
B ₁	28,78	28,48	28,37	-0,30	-0,41	-0,11
B ₂	29,16	29,48	28,78	1,32	-0,58	-0,70 ⁺⁺
B ₃	29,18	29,60	29,02	0,42	-0,16	-0,58 ⁺
	0,38	1,00 ⁺⁺	0,41			
	0,40	1,12 ⁺⁺	0,65			
	0,02	0,12	0,24			

$$SE = 0,088$$

$$HSD 5\% = 0,44$$

$$HSD 1\% = 0,54$$



Lampiran 25a. Uji HSD berat jenis kecap dari interaksi antara jenis kapang dan bahan.

Jenis kapang	Bahan			$B_2 - B_1$	$B_3 - B_1$	$B_3 - B_2$
	B_1	B_2	B_3			
A_1	19,27	20,25	21,40	0,98 ⁺	2,13 ⁺⁺	1,15 ⁺⁺
A_2	18,80	20,87	21,83	2,07 ⁺⁺	3,03 ⁺⁺	0,96 ⁺
	-0,47	0,62	0,43			

$$SE = 0,192$$

$$HSD 5\% = 0,86$$

$$HSD 1\% = 1,08$$

Lampiran 25b. Uji HSD rata-rata berat jenis kecap antara perlakuan waktu fermentasi kapang.

Waktu fermentasi kapang	Rata-rata	Beda	
C_1	20,65	-	
C_2	20,52	-0,10	-
C_3	20,07	-0,55 ⁺	-0,45

$$SE = 0,136$$

$$HSD 5\% = 0,49$$

$$HSD 1\% = 0,64$$

Lampiran 26. Uji HSD rata-rata warna kecap (organo-leptik) antara perlakuan jenis bahan.

Jenis bahan	Rata-rata	Beda	
B ₁	3,60	-	
B ₂	6,22	2,62 ⁺⁺	-
B ₃	6,32	2,72 ⁺⁺	0,10

$$SE = 0,119$$

$$HSD \ 5\% = 0,59$$

$$HSD \ 1\% = 0,66$$

Lampiran 27. Uji HSD rata-rata bau (organoleptik)
kecap antara perlakuan jenis bahan.

Jenis bahan	Rata-rata	Beda	
B ₁	5,95	-	
B ₂	6,47	0,52	-
B ₃	6,60	0,65 ⁺	0,13

$$SE = 0,132$$

$$HSD 5\% = 0,65$$

$$HSD 1\% = 0,74$$