

**KAJIAN PENGARUH PEMBERIAN BUMBU DAN KEMASAN  
TERHADAP DAYA SIMPAN DAN DAYA TARIK  
PRODUK TEMPE**

Oleh

**MIRNA NURAINI A. M.**

**F 27. 0249**



**1995**

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN**

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR**

**B O G O R**

MIRNA NURAINI A.M. (F 27.0249). Kajian Pengaruh Pemberian Bumbu dan Kemasan Terhadap Daya Simpan dan Daya Tarik Produk Tempe. Di bawah bimbingan Illah Sailah dan Sutedja Wiraatmadja.

## RINGKASAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari teknik pengolahan dan modifikasi pengemasan dalam rangka meningkatkan daya simpan dan daya tarik (penerimaan konsumen) produk tempe. Namun penelitian yang dilakukan merupakan langkah awal yang perlu ditindaklanjuti dengan berbagai penelitian lainnya. Sasaran penelitian adalah untuk memperpanjang umur simpan tempe dan meningkatkan citra tempe sebagai bagian dari gerakan nasional Aku Cinta Makanan Indonesia (ACMI). Tempe berbumbu sebagai hasil diversifikasi produk tempe diusahakan menjadi tempe yang tahan lama dan menarik minat konsumen.

Terdapat tiga tahap pelaksanaan penelitian, yaitu uji coba pembuatan tempe berbumbu, uji karakteristik bahan pengemas (film plastik) dan pembuatan kemasan, serta uji mutu produk berikut uji penerimaan konsumen.

Tempe berbumbu yang dihasilkan terdiri dari empat macam produk, yaitu (1) A1B1, tempe berbumbu merah dengan film plastik Ni/PE, (2) A1B2, tempe berbumbu merah dengan film plastik PFX, (3) A2B1, tempe berbumbu kari dengan film plastik Ni/PE, (4) A2B2, tempe berbumbu kari dengan film plastik PFX. Secara umum komposisi kimia tempe berbumbu mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan bahan baku sekalipun tidak bersifat ekstrim, kecuali kadar air untuk produk berbumbu kari dan kadar lemak untuk produk berbumbu merah. Lama penyimpanan tempe berbumbu berlangsung selama 4 minggu dalam suhu dingin dan tetap layak untuk dimakan sampai dengan minggu ke-3.

Perubahan komposisi lemak dalam tempe berbumbu selama penyimpanan dipengaruhi jenis bumbu, jenis kemasan, dan lama penyimpanan. Kemudian perubahan komposisi air dan abu dipengaruhi oleh jenis bumbu dan lama penyimpanan, sedangkan perubahan komposisi protein dipengaruhi lama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa kadar lemak merupakan parameter yang sangat sensitif selama penyimpanan tempe berbumbu.

Produk berbumbu merah mengandung kadar lemak yang relatif rendah secara kualitatif maupun kuantitatif maupun jika dibandingkan dengan bahan baku, namun memiliki zat antimikroorganisme berupa campuran rempah-rempah (*mixed herbs*)

yang mampu menahan reaksi pembusukan oleh bakteri kontaminan sekalipun kadar airnya relatif tinggi. Di lain pihak kadar abu produk berbumbu merah relatif rendah dan kadar proteinnya tidak banyak perubahan kecuali pada akhir penyimpanan.

Produk berbumbu kari mengandung kadar lemak yang relatif tinggi tetapi lemak alaminya mayoritas berupa asam lemak tidak jenuh, sedangkan konsistennya nilai kadar lemak tetap tinggi diduga karena adanya zat antioksidan alami dalam tempe maupun dalam bumbu kari yang bekerja secara sinergis. Kadar air relatif rendah bahkan lebih rendah daripada bahan baku namun lebih mudah ditumbuhi bakteri kontaminan. Kadar abu produk berbumbu kari relatif lebih tinggi karena kandungan garam dalam bumbu kari, sedangkan kadar proteinnya mengalami perubahan yang drastis hanya pada akhir penyimpanan.

Perbandingan diantara kedua bahan pengemas menunjukkan bahwa Ni/PE mempunyai sifat perintang yang sangat baik terhadap oksigen dan karbondioksida, relatif tebal, agak buram, kuat dan sulit disobek. Selanjutnya PFX mempunyai sifat perintang yang sangat baik terhadap uap air, sifat perintang yang baik terhadap oksigen dan karbondioksida, relatif tipis, tingkat kejernihan yang tinggi, kaku dan mudah disobek. Pengaruh bahan pengemas hanya pada kadar lemak tempe berbumbu, dimana pada Ni/PE lebih mudah terjadi proses transmisi uap air yang berakibat hidrolisis lemak, sedangkan pada PFX terjadi proses transmisi gas yang melancarkan proses oksidasi lemak. Namun kedua reaksi tersebut berlangsung relatif lambat terutama karena penyimpanan pada suhu dingin.

Bumbu kari disukai rasanya terutama setelah satu minggu penyimpanan, hal ini berlangsung sampai dengan minggu ke-2. Hal ini disebabkan rasa tersebut lebih "dikenal" dan dalam masa awal penyimpanan belum terjadi dekomposisi bahan yang menyebabkan perubahan rasa. Bumbu kari disukai warnanya terutama pada minggu ke-3, dan pada minggu yang sama produk dengan kemasan Ni/PE lebih disukai. Tempe berbumbu kari tersebar dengan merata warnanya sebaliknya yang terjadi pada produk berwarna merah, sedangkan ketebalan Ni/PE menghasilkan produk dengan kesan lebih aman dan mantap. Pada minggu ke-3 sekalipun telah terjadi perubahan komposisi kimia, sebaliknya penampilan tempe berbumbu tertentu semakin baik.

Dari seluruh pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan kombinasi perlakuan yang paling baik adalah tempe berbumbu kari yang dikemas dengan Ni/PE (A2B1), hal tersebut dapat dilihat dari segi daya simpan maupun daya tariknya. Namun yang perlu diperhatikan adalah stabilitas lemak produk A2B1 selama penyimpanan. Dalam penelitian lanjutan disarankan untuk melakukan kajian finansial dan rencana pemasaran tempe berbumbu serta penekanan yang lebih spesifik pada teknis pembuatan.

KAJIAN PENGARUH PEMBERIAN BUMBU DAN KEMASAN  
TERHADAP DAYA SIMPAN DAN DAYA TARIK  
PRODUK TEMPE

Oleh

MIRNA NURAINI A.M.

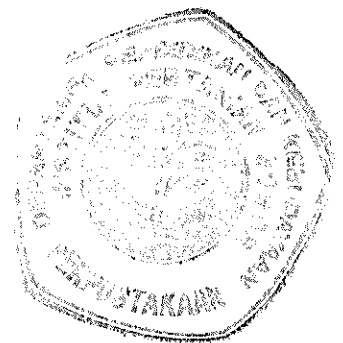
F 27.0249

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**  
pada **Jurusan Teknologi Industri Pertanian**  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

1995

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR



**KAJIAN PENGARUH PEMBERIAN BUMBU DAN KEMASAN  
TERHADAP DAYA SIMPAN DAN DAYA TARIK  
PRODUK TEMPE**

Oleh  
**MIRNA NURAINI A.M.**  
F 27.0249

**SKRIPSI**

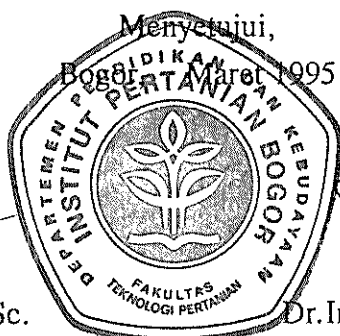
Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar  
**SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**  
pada **Jurusan Teknologi Industri Pertanian**  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor

Dilahirkan pada tanggal 6 Juni 1972  
di Bogor

Menyetujui,  
Bogor, Maret 1995



Sutedja Wiraatmadja, MSc.



Dr. Ir. Illah Sailah, MS.

Dosen Pembimbing II

Dosen Pembimbing I

## KATA PENGANTAR

Alhamdulillahahirabbil'aalamin. Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan nikmat-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini dibuat untuk memenuhi persyaratan meraih gelar Sarjana Teknologi Pertanian pada Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Penulis menyampaikan penghargaan dan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu:

1. Kedua orang tua dan keluarga besar tercinta yang senantiasa memberikan bantuan, dorongan serta doa untuk keberhasilan penulis,
2. Dr.Ir. Illah Sailah, MS, sebagai dosen pembimbing utama yang telah memberikan pengarahan, bantuan, kepercayaan dan dorongan semangat sejak awal sampai akhir masa bimbingan,
3. Sutedja Wiraatmadja, MSc, sebagai dosen pembimbing kedua yang telah membuka wawasan penulis mengenai teknologi pengemasan dan atas bantuan maupun pengarahannya sejak awal sampai akhir masa penyelesaian skripsi,
4. Almarhum Prof. Wachjuddin Tjiptadi, yang telah memberikan bimbingan pada awal masa kuliah penulis,
5. Segenap staf pengajar dan civitas akademika Fakultas Teknologi Pertanian khususnya di Jurusan Teknologi Industri Pertanian,
6. Manajemen, staf dan karyawan di *Agriculture Product Processing Pilot-Plant Project (AP4)* Darmaga, Pusat Pengujian Mutu Barang (PPMB) Jakarta, Balai Besar Industri Kimia (BBIK) Jakarta, Institut Pengemasan Indonesia (IPI) Jakarta, PT Plasindo Lestari, PT Argha Karya Prima Industri, dan PT Aneka Pangan Dwitama juga Rinto Habsari (staf ahli boga FEMINA) serta keluarga Bapak Casmun (pengrajin tempe) yang telah bersedia memberikan bantuan saat penelitian,
7. Teman-teman *agrieleventh* antara lain Lia Fitriana Akbar, Vera Usfie Harahap, Dona Damayanti Siregar, Popy Novita Pasaribu, Primadini Asri, Indah Wijayanti, Dewi Setyorini, Rachmawati, Desimal, Fitri Aromatikawati, Firta Aviani, Trinasari, Nellia Putri, Alice Suzanna, untuk semua yang telah dilalui bersama,
8. Rekan Muhammad Ari Kemarudin, Sri Wahyuni, Siti Karyani Akuan, Mira Dewi Ratnawati, dan Erniaty Herlinda, atas bantuan moril serta perhatiannya,
9. Adik-adik *agritwelfth* dan *agrithirteenth* di Jurusan Teknologi Industri Pertanian, serta kakak-kakak di *Agrodev Team* (Handry Satriago, Wayah Surya Wirototo, dan Muhammad Aswary Pulungan) yang telah memberikan dorongan semangat, dan

10. Dedi Sadagori Surghani yang telah rela meluangkan waktunya untuk membantu penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun amat diperlukan. Akhir kata penulis berharap bahwa skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

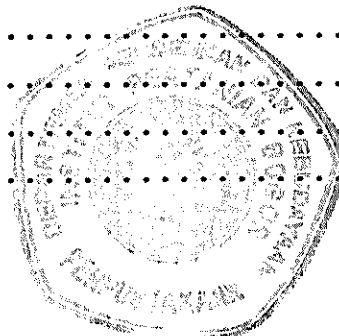
Bogor, Maret 1995

Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
I. PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. TUJUAN.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
A. POTENSI KEDELAI.....	5
B. TEMPE SEBAGAI PRODUK OLAHAN KEDELAI.....	6
C. CIRI KHAS TEMPE DAN JENIS KERUSAKANNYA.....	11
D. PENGAWETAN DAN PENYIMPANAN TEMPE.....	12
E. BAHAN PENGEMAS PLASTIK DAN SIFAT PERMEABILITASNYA.....	14
F. LANDASAN TEORI PROSES PEMBUATAN TEMPE BERBUMBU.....	21
III. BAHAN DAN METODOLOGI.....	25
A. BAHAN DAN ALAT.....	25
B. METODA.....	26
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	31
A. BAHAN BAKU TEMPE BERBUMBU.....	31
B. KARAKTERISTIK BAHAN PENGEMAS.....	34
C. PERUBAHAN KOMPOSISI KIMIA PRODUK SELAMA PENYIMPANAN.....	40
D. UJI PENERIMAAN TERHADAP TEMPE BERBUMBU.....	56
E. RINGKASAN PEMBAHASAN.....	59
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	62
A. KESIMPULAN.....	62
B. SARAN.....	63
DAFTAR PUSTAKA.....	64
LAMPIRAN.....	66





## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Potensi penghasil tempe di Indonesia.....	7
Tabel 2. Komposisi kimia kedelai dan tempe.....	10
Tabel 3. Jenis dan sifat karakteristik bahan perintang..	17
Tabel 4. Hasil pengujian karakteristik fisik bahan pengemas.....	35

## DAFTAR GAMBAR

Halaman

Gambar	1.	Metoda pembuatan tempe skala rumah tangga di Indonesia (iklim tropis, pengulitan basah)..	8
Gambar	2.	Sistem laminasi tanpa pelarut ( <i>Solventless laminating</i> ).....	18
Gambar	3.	Diagram alir pembuatan tempe berbumbu.....	29
Gambar	4.	Contoh tabel ANOVA untuk peubah respon kadar air.....	30
Gambar	5.	Ilustrasi dari $P_r > F$ hitung.....	30
Gambar	6.	Hasil produk akhir.....	32
Gambar	7.	Diagram alir pembuatan tempe di daerah Babakan Sirna, Kecamatan Bogor Timur.....	33
Gambar	8.	Kondisi penyimpanan tempe selama inkubasi....	34
Gambar	9.	Contoh kemasan tempe berbumbu.....	39
Gambar	10.	Perbandingan komposisi kimia bahan baku dengan produk.....	41
Gambar	11.	Hubungan lama penyimpanan dengan kadar air produk.....	51
Gambar	12.	Hubungan lama penyimpanan dengan kadar abu produk.....	52
Gambar	13.	Hubungan lama penyimpanan dengan kadar protein produk.....	53
Gambar	14.	Hubungan lama penyimpanan dengan kadar lemak produk.....	53

Halaman ini adalah bagian dari dokumen yang diterbitkan oleh IPB University. Untuk informasi lebih lanjut, silakan kunjungi website IPB University di [www.ipb.ac.id](http://www.ipb.ac.id).



## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Jenis bumbu.....	67
Lampiran 2. Prosedur analisis plastik.....	68
Lampiran 3. Hasil pengujian karakteristik film plastik di PPMB.....	71
Lampiran 4. Prosedur analisis proksimat.....	72
Lampiran 5. Uji mikrobiologi.....	75
Lampiran 6. Uji hedonik.....	76
Lampiran 7. Rekapitulasi data analisis proksimat dan data suplemen.....	79
Lampiran 8. Hasil pengolahan data analisis proksimat dengan rancangan Split In Time.....	81
Lampiran 9. Hasil uji mikrobiologi.....	97
Lampiran 10. Rekapitulasi data uji hedonik.....	98
Lampiran 11. Hasil pengolahan data uji hedonik dengan rancangan faktorial-RAK.....	99



## I. PENDAHULUAN

### A. LATAR BELAKANG

Di dalam Pedoman Pemasarakatan Gerakan Aku Cinta Makanan Indonesia (1993) dan menurut Menteri Negara Urusan Pangan (1994) popularitas makanan tradisional (*ethnic food*) di Indonesia dirasakan semakin menurun jika dibandingkan dengan berbagai jenis pangan impor yang sangat gencar promosinya. Perubahan ini umumnya terasa di daerah perkotaan dan generasi muda menjadi konsumen utamanya.

Lebih lanjut dikemukakan, pada tanggal 16 Oktober 1993 saat Hari Pangan Sedunia XIII, dicanangkan gerakan memasyarakatkan Aku Cinta Makanan Indonesia (ACMI) oleh Ibu Tien Soeharto. Selain untuk mengimbangi pergerakan pola konsumsi yang mengarah kepada makanan berselera impor, gerakan tersebut menuntut pemenuhan gizi seimbang dan makanan yang aman bagi kesehatan. Pengembangan makanan khas Indonesia juga dinilai sebagai usaha pemeliharaan budaya bangsa Indonesia.

Gerakan memasyarakatkan dan membudayakan ACMI merupakan suatu proses yang dilakukan secara bertahap dengan tujuan (1) mewujudkan makanan Indonesia yang berkualitas tinggi dilihat dari aspek gizi, ekonomi dan sosial serta dicintai oleh masyarakat dan untuk mendorong berkembangnya makanan Indonesia secara meluas di tingkat nasional maupun internasional, (2) mendorong tumbuhnya kecintaan terhadap makanan Indonesia baik di daerah perkotaan, pedesaan dan antar generasi.

Kerjasama dengan berbagai instansi seperti pihak swasta, media massa dan perguruan tinggi/lembaga penelitian dinilai sebagai salah satu langkah untuk

mengembangkan *ethnic food*. Di samping itu, penyebaran informasi yang efektif dan persuasif agar mendapat dukungan positif dari masyarakat sangat diperlukan.

Di dalam pengarahannya Menteri Perindustrian (1993) yang disampaikan pada Seminar "Pengembangan Pangan Tradisional dalam Rangka Penganekaragaman Pangan", yaitu salah satu kegiatan dalam rangka peringatan Hari Pangan Sedunia XIII, dinyatakan perlunya peranan teknologi tepat guna dan reka boga untuk memperbaiki citra pangan tradisional agar mampu memenuhi selera masyarakat masa kini serta sejajar dengan produk pangan *fast-food* impor. Oleh karena itu, perlu dihasilkan produk pangan tradisional yang mempunyai nilai tambah, mudah didistribusikan, mudah dikonsumsi, mudah disajikan dan bergizi.

Peluang diversifikasi pangan menurut Haerah (1993) didukung berbagai faktor, antara lain: (1) meningkatnya pendapatan penduduk di kota maupun di desa, sehingga secara langsung mempengaruhi keragaman pilihan yang sesuai dengan selera keluarga, (2) mutu pendidikan yang lebih baik, mendukung pengetahuan mengenai kebutuhan gizi yang diperlukan serta kecenderungan untuk memilih bahan makanan berserat tinggi (membuka peluang untuk diversifikasi pangan dan pemilihan bahan pangan non beras), (3) perubahan pola makan akibat berkembangnya lapangan kerja di luar sektor pertanian, yaitu peningkatan kesukaan terhadap makanan yang siap hidang atau mudah dimasak tetapi bergizi, (4) khusus untuk produk pangan tradisional, pengembangannya diduga akan lebih mudah diterima oleh masyarakat karena telah lebih lama dikenal. Lebih lanjut dikemukakan bahwa diversifikasi pangan tradisional hanya bisa dicapai melalui perbaikan teknologi dalam tahap pengolahan, distribusi maupun pemasaran secara terpadu.

Salah satu makanan tradisional di Indonesia yang dimaksud dalam gerakan ACMI adalah tempe, yaitu produk fermentasi dengan bahan baku kedelai khas



Indonesia. Menurut Winarno (1985) serta Sadli (1985), berdasarkan berbagai penelitian yang pernah dilakukan, tempe memiliki berbagai keuntungan dari segi gizi, kesehatan dan keamanan konsumsi. Tempe kedelai dinyatakan sebagai makanan dengan kadar protein tinggi, berkalori rendah, tanpa kolestrol dan tidak mengandung toksin. Tetapi dari sudut pandang masyarakat dewasa ini makanan tersebut dianggap sebagai makanan murahan, hidangan yang hanya dipersiapkan untuk lingkungan keluarga karena dianggap kurang pantas, dan makanan kelas dua sekalipun rasanya enak.

Selanjutnya dalam meningkatkan status tempe perlu dipertimbangkan motivasinya, mengingat kedudukan tempe yang demikian kuat, bahkan menjadi bagian hidup dari masyarakat dengan tingkat sosial menengah dan rendah. Di samping itu, terdapat kekhawatiran terjadinya peningkatan harga jual yang melampaui daya beli masyarakat serta terjadinya pergeseran nilai sejarah tempe. Pemenuhan kebutuhan konsumen yang terdiri dari berbagai segmen pasar salah satunya dapat dilakukan dengan melakukan usaha diversifikasi produk, selain upaya peningkatan mutu produk (proses, pengemasan, pemasaran, daya simpan).

Sebagai suatu insentif bagi bangsa Indonesia perlu diketahui perkembangan produksi tempe di luar negeri, salah satunya dilakukan di Australia. Hal utama yang dipromosikan dalam memasarkan tempe tersebut adalah keunggulannya sebagai *future food for planet earth* (makanan masa depan bagi dunia). Tempe dinyatakan sebagai makanan yang layak dikonsumsi, baik dari segi gizinya maupun dari segi keuntungannya bagi lingkungan (energi dan sumber daya yang dibutuhkan sedikit), secara ekologis (tidak membutuhkan lahan yang luas), dan secara etis (dapat dijangkau oleh berbagai kalangan masyarakat dengan suplai protein nabati yang cukup) (*Mighty Bean Tempeh Manufacturers Pty Ltd.*, 1994).



Dalam rangka menjawab tantangan meningkatkan kecintaan terhadap tempe, maka pada penelitian ini dilakukan pembuatan tempe berbumbu yang diduga dapat bertahan lama dan diminati oleh konsumen.

## B. TUJUAN

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari teknik pengolahan produk tempe serta modifikasi pengemasannya dalam rangka meningkatkan daya simpan dan daya tarik (penerimaan konsumen) tempe tersebut. Sasaran yang dituju adalah memperpanjang umur simpan tempe yang tergolong produk *perishable* (mudah rusak) dan peningkatan citra tempe sesuai yang dicanangkan dalam gerakan ACMI.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. POTENSI KEDELAI

Menurut Koswara (1992) kedelai yang dikenal pada masa kini termasuk dalam famili Leguminosa, subfamili Papilionidae, genus *Glycine* dan spesies *max*, sehingga secara lengkap nama latin kedelai adalah *Glycine max*. Tanaman kedelai tumbuh baik pada tanah dengan pH minimal 4.5, daerah pertumbuhan maksimal 500 meter di atas permukaan laut dengan iklim panas dan curah hujan rata-rata 200 milimeter/bulan. Berdasarkan varietasnya umur tanaman kedelai bervariasi antara 75 - 105 hari. Ditinjau dari komposisinya, kedelai merupakan sumber protein yang paling murah di dunia dan menghasilkan minyak dengan mutu yang baik. Kadar protein bervariasi menurut varietas kedelai berkisar antara 30.35 dan 44.00 persen, sedangkan kisaran kadar lemak kedelai adalah 7.5 - 20.9 persen.

Selanjutnya dinyatakan bahwa kedelai menjadi sumber vitamin, mineral dan serat yang potensial. Di samping itu juga terdapat senyawa anti gizi penyebab *flatulensi* atau gas dalam perut sehingga menjadi kembung (contohnya anti-tripsin, hemaglutinin, asam fitat, oligosakarida) yang sangat mempengaruhi mutu akhir produk olahan kedelai. Terdapat juga senyawa penyebab *off flavor* atau penyimpangan cita rasa dan aroma pada produk olahan kedelai, antara lain penyebab bau langu (*beany flavor*), penyebab rasa pahit dan penyebab rasa kapur (*chalky flavor*).

Shurtleff dan Aoyagi (1980) mengemukakan bahwa dasar pengukuran mutu pola konsumsi manusia adalah protein secara kualitatif dan kalori secara kuantitatif. Sebutan Kekurangan Kalori Protein (KKP) sesuai yang diistilahkan di Indonesia menurut Shurtleff dan Aoyagi (1980) adalah istilah umum untuk



menggambarkan golongan miskin yang kurang gizi. Diantara kedua kebutuhan pokok tersebut, protein lebih mahal dan terbatas jumlahnya.

Berdasarkan catatan FAO pada tahun 1975, Indonesia merupakan negara dengan konsumsi protein terendah di kelasnya, yaitu dengan nilai 38.4 gram total protein per kapita per hari. Acuan penilaian adalah *Recommended Daily Allowance* (RDA), yaitu 65 gram total protein per kapita per hari sedangkan nilai rata-rata untuk kelas sepuluh negara terendah adalah 46.1 gram, sebaliknya untuk kelas sepuluh negara tertinggi nilai rata-ratanya adalah 96 gram dengan nilai tertinggi 109.6 gram. Dapat dikalkulasi bahwa masyarakat Indonesia mengkonsumsi hanya 35 persen jumlah konsumsi protein tertinggi (Selandia Baru), khususnya pada tahun 1975.

Protein yang diperoleh dari kedelai (*soy protein*) dinilai dapat mengatasi *protein gap* yang terjadi di dunia. Karena *soy protein* merupakan sumber protein berkualitas tinggi dengan harga murah. Faktor yang mendukung pernyataan bahwa *soy protein* mampu menjadi alternatif pemenuhan kebutuhan dunia di masa yang akan datang, adalah (1) pemanfaatan lahan yang optimal, (2) biaya produksi termurah, (3) nilai gizi yang tinggi, (4) telah teruji kelayakannya semenjak saat penemuannya, (5) dapat diolah dengan berbagai cara, (6) teknologi pengolahan yang digunakan bersifat tepat guna, (7) ditemukan inovasi produk semacam produk olahan susu, (8) tahan dalam berbagai kondisi pertumbuhan dan mudah beradaptasi, (9) tidak memerlukan pupuk nitrogen, dan (10) energi serta sumberdaya yang digunakan sangat efisien (Shurtleff dan Aoyagi, 1980)

## B. TEMPE SEBAGAI PRODUK OLAHAN KEDELAI

Koswara (1992) menyatakan bahwa produk olahan kedelai dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu makanan non fermentasi dan terfermentasi.

Contoh makanan jenis pertama adalah tahu dan kembang tahu, sedangkan contoh makanan jenis kedua adalah tempe, kecap dan tauco. Beberapa contoh tersebut merupakan hasil pengolahan tradisional dan umumnya dikerjakan oleh industri skala kecil atau *home industry*. Potensi penghasil tempe di Indonesia dengan kode industri 31243 dapat dilihat dalam Tabel 1.

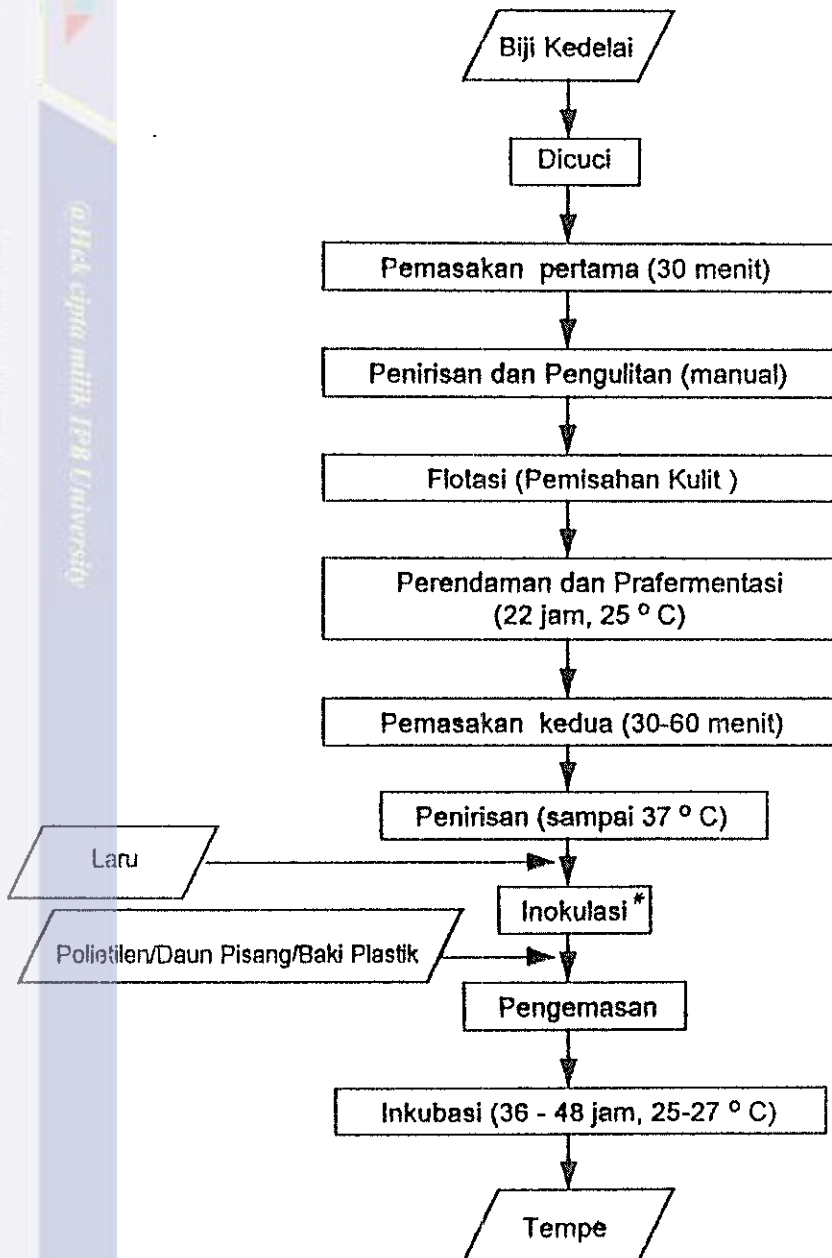
Tabel 1. Potensi penghasil tempe di Indonesia\*

Jenis Potensi	Jumlah/Nilai
Jumlah unit usaha (buah)	89 668
Jumlah tenaga kerja (orang)	246 487
Nilai produksi ( $\times 10^3$ Rp)	403 739 385
Nilai investasi ( $\times 10^3$ Rp)	41 821 705
Nilai bahan baku ( $\times 10^3$ Rp)	96 554 576

Tempe adalah hasil fermentasi kedelai yang terjadi karena aktivitas kapang dengan genus *Rhizopus*, yaitu *R. oligosporus*, *R. oryzae*, *R. stolonifer* dan *R. arrhizus*. Namun *R. oligosporus* adalah kapang yang paling dominan menurut analisis Ko (1965) di dalam Shurtleff dan Aoyagi (1980).

Dalam Gambar 1 dapat dilihat urutan pembuatan tempe yang umum dilakukan oleh penghasil tempe di Indonesia berdasarkan pengamatan Shurtleff dan Aoyagi (1980). Selanjutnya dinyatakan bahwa terdapat tiga dasar pertimbangan dalam pembuatan tempe, yaitu kondisi iklim, jenis peralatan yang tersedia dan pemilihan cara pengulitan (basah/kering). Urutan pembuatan yang dijelaskan dalam Gambar 1 dicirikan dengan adanya pemasakan awal, pengulitan serta pemisahan kulit secara non mekanis dan prafermentasi.

\* hasil survei tahun 1991, diperoleh dari Direktorat Jenderal Industri Hasil Pertanian, Departemen Perindustrian pada tahun 1995 (belum dipublikasi)



Gambar 1. Metoda pembuatan tempe skala rumah tangga di Indonesia (iklim tropis, pengulitan basah) (Shurtleff dan Aoyagi, 1980)

\* Menurut Winarno (1986) umumnya yang digunakan sebagai inokulum untuk industri rumah tangga adalah sisa tempe yang dibuat sebelumnya

Pengulitan basah seperti yang disebutkan dalam Gambar 1 umumnya dilakukan untuk pembuatan tempe skala rumah tangga dan dicirikan dengan perendaman dalam air panas, **pemasakan** dalam air yang telah dalam kondisi asam dan **inkubasi** dalam kantong plastik yang telah dilubangi.

Perendaman dalam air panas dilakukan untuk memudahkan pengelupasan kulit kedelai dan menyempurnakan proses hidrasi untuk mengempukkan kedelai, sehingga jumlah waktu pemasakan dapat dikurangi. Keuntungan perendaman dibandingkan dengan perebusan awal adalah organisme yang berperan dalam prafermentasi tidak mati, lebih sedikit memanfaatkan bahan bakar serta peralatannya lebih sederhana. Perendaman dilakukan selama 1 jam, yaitu dengan mencampur kedelai dan air mendidih dalam jumlah berlebih.

Pemasakan dalam air yang telah asam diawali dengan perendaman 24 jam, yaitu proses prafermentasi. Hal ini dilakukan untuk mencapai pH 3.5 - 5.0 (kondisi pertumbuhan optimal untuk kapang, tanpa terjadi kontaminasi) dan terjadi akibat aktivitas bakteri yang tumbuh secara alami dalam kulit kedelai atau gentong kayu. Kondisi asam dicapai karena terjadinya produksi asam laktat atau asam asetat, di samping itu juga dihasilkan karbondioksida.

Di Indonesia umumnya digunakan inokulum berupa kultur campuran, diinokulasikan dalam bentuk tepung (kering). Inokulum yang kering menjaga kelembaban kedelai agar tetap rendah (45 - 55 persen). Di samping itu saat inokulasi suhu kedelai maksimal 37 - 43 °C dan nilai pH 4.8 - 5.0. Masa inkubasi kapang perlu didukung kondisi tumbuh yang optimal, yaitu RH 70 - 85 persen, tiga pilihan untuk suhu: suhu sedang (31 °C) untuk waktu inkubasi rata-rata 24 jam, suhu tinggi (37 °C) untuk rata-rata 21 jam dan suhu rendah (25 °C) untuk 44 - 52 jam, serta ketebalan yang ideal sebesar 3.18 centimeter untuk memudahkan penetrasi udara (dalam hal ini oksigen) selama inkubasi.



Dalam Tabel 2 tercantum komposisi kimia kedelai dan tempe. Protein kedelai mempunyai kandungan lisin yang tinggi. Sebaliknya asam amino yang mengandung atom belerang jumlahnya relatif kecil sehingga komplementasi tempe dan nasi akan menghasilkan komposisi asam amino protein yang setimbang dan setara dengan protein hewani. Proses fermentasi menyebabkan bahan dalam kedelai menjadi mudah dicerna dan mampu larut dalam air (Koswara, 1992).

Tabel 2. Komposisi kimia kedelai dan tempe

Komponen	Kedelai <sup>a</sup>	Tempe <sup>b</sup>
Kadar Air (%)	7.50	60.40
Abu (% bk)	4.90	3.28
Protein (% bk)	34.90	49.24
Lemak (% bk)	18.10	18.94
Karbohidrat (% bk)	34.80	25.00

Keterangan:

bk = berat kering

a Koswara (1992)

b Winarno (1984) di dalam Simatupang (1985)

(komposisi kimia untuk tempe adalah hasil konversi dari berat basah)

Lebih lanjut dikemukakan oleh Koswara (1992) setengah dari kandungan protein awal dipecah menjadi komponen yang lebih kecil dan larut dalam air seperti asam amino dan peptida. Sedangkan kandungan asam lemak bebas selama fermentasi mengalami peningkatan sampai dengan 30 persen, terutama asam linolenat (asam lemak tidak jenuh essensial). Lemak dalam tempe tidak mengandung kolesterol, sehingga tidak membahayakan kesehatan, serta antioksidan alami juga terdapat dalam tempe. Kadar karbohidrat penyebab flatulensi, yaitu stakiosa dan rafinosa mengalami penurunan, demikian juga kandungan fosfor karena adanya enzim fitase. Di samping itu, keistimewaan tempe yang lain adalah kandungan vitamin B12 yang sangat tinggi.

### C. CIRI KHAS TEMPE DAN JENIS KERUSAKANNYA

Shurtleff dan Aoyagi (1980) mendeskripsikan tempe berkualitas tinggi sebagai kesatuan kacang kedelai dalam ikatan miselium putih yang seragam dan memenuhi seluruh badan tempe membentuk suatu susunan yang padat dan rapih. Jika dilakukan inkubasi dalam jangka waktu yang terlalu lama miselium akan menjadi abu-abu atau hitam antara lain di bagian ujung. Namun selama tidak timbul bau amonia, tempe tetap layak dikonsumsi. Keseluruhan tempe dapat diangkat tanpa menjadi hancur karena sifatnya yang kompak.

Selanjutnya dikemukakan deskripsi tempe yang tidak layak untuk dikonsumsi, yaitu dengan kacang kedelai dalam keadaan busuk serta berbau amonia atau alkohol. Hal tersebut terjadi akibat aktivitas enzim dari bakteri kontaminan dikarenakan kelembaban yang tinggi atau pemanasan yang berlebihan. Tempe menjadi basah dan berlendir dengan warna kecoklatan, berbentuk rapuh dan miselium tumbuh tidak merata.

Namun diduga tempe yang dibuat secara tidak tepat, sekalipun dikonsumsi kemungkinan keracunan sangat kecil, karena umumnya bakteri kontaminan tidak bersifat patogen, sebab bakteri yang patogen akan terhambat pertumbuhannya dengan adanya kapang *R. oligosporus*.

Terbentuknya amonia dikemukakan oleh Koswara (1992) sebagai sumber kerusakan utama. Aktivitas enzim proteolitik yang dihasilkan bakteri kontaminan mendegradasi protein sehingga timbul bau, sehingga tempe segar yang disimpan dalam suhu ruang dan tidak dikemas dengan baik akan bertahan maksimal 2 hari.

Menurut Standar Industri Indonesia (SII) 0271 - 90, syarat mutu tempe adalah bau (khas tempe), warna, dan rasa termasuk dalam kategori normal, kadar air maksimal 65 persen (b/b), kadar abu maksimal 1.5 persen (b/b), kadar

protein minimal 20 persen (b/b), dan cemaran mikroba *Coli* maksimal 10 APM/gram serta *Salmonella* negatif/25 gram.

Ditambahkan oleh Shurtleff dan Aoyagi (1980) berdasarkan standar kesehatan di Amerika Serikat yang ditetapkan oleh *Food and Drug Administration* (FDA) setiap jenis makanan perlu dicatat identitas standarnya. Sebagai perkiraan identitas standar tempe adalah sebagai berikut: minimal 39 persen total padatan, minimal 18 persen protein, maksimal 3 persen kulit dan tanpa benda asing. Penampakkan secara umum seperti yang telah disampaikan di atas, serta maksimal 3000 koloni bakteri koliform per gram dan tanpa koloni bakteri *Staphylococcus* atau *Salmonella*.

Informasi mutakhir mengenai tempe disampaikan Daldiyono di dalam Kompas edisi 24 Juli 1994, yaitu tentang kemampuan tempe mencegah tumbuhnya *Helicobacter pylori* di dalam lambung manusia, yaitu salah satu penyebab sakit *maag*. Di samping itu, berdasarkan hasil penelitian Dr. Ir. Mary Astuti yang disitir oleh Aristiarini di dalam Kompas edisi 6 September 1994 terbukti bahwa tempe mampu merangsang pembangunan fungsi kekebalan tubuh untuk melawan infeksi. Penelitian lainnya yang dilakukan oleh Kazuyoshi Okubo dan kawan-kawan pada tahun 1994 menunjukkan bahwa makanan yang berbahan baku kedelai memiliki zat isoflavon dan saponin, keduanya terbukti mempunyai aktivitas antivirus saat diuji secara *in vitro*.

#### D. PENGAWETAN DAN PENYIMPANAN TEMPE

Menurut Briston dan Katan (1974) pengawetan bahan pangan semakin banyak dilakukan pada dasarnya karena (1) merupakan antisipasi terhadap kerusakan makanan, (2) usaha memperpanjang umur simpan dan (3) peningkatan jumlah dan variasi makanan olahan. Terdapat banyak cara pengawetan yaitu

secara mekanis, manipulasi suhu (panas atau dingin), pengeringan, secara kimiawi, perubahan internal dan radiasi.

Menurut Koswara (1992) peningkatan daya simpan dan daya terima tempe dilakukan dengan usaha pengawetan dan pengolahan tempe sehingga menghasilkan produk yang bernilai ekonomis lebih tinggi dan lebih awet. Hal ini juga bertujuan sebagai usaha penganekaragaman pangan. Dikemukakan oleh Shurtleff dan Aoyagi (1980) beberapa alternatif teknik pengawetan, yaitu: (1) **penyimpanan dalam suhu dingin**, cara yang paling sederhana, memperpanjang penyimpanan maksimal satu minggu, (2) **pembekuan**, cara efektif yang melancarkan perluasan distribusi, namun konsekwensi dari pembekuan pada beberapa kasus diperlukan *thawing* (pencairan/pelunakkan) sampai tempe dapat diiris sebelum dikonsumsi, (3) **blansir**, merupakan perlakuan pendahuluan sebelum penyimpanan suhu rendah maupun pembekuan, yaitu untuk inaktivasi enzim, menghambat pertumbuhan kapang, dan menurunkan jumlah bakteri, kombinasi keduanya memperpanjang penyimpanan 2 - 3 minggu, (4) **pengeringan**, dianjurkan Streinkraus *et al.* (1965) dengan cara menginkubasi tempe berbentuk kubus kecil (2.5 cm) dalam pengering sehingga diperoleh kadar air 2 - 4 persen dan tempe dapat disimpan dalam suhu ruang tanpa terjadi perubahan warna maupun rasa, (5) **pengeringan beku (*freeze drying*)**, dilakukan dengan pembekuan cepat (-14 °C) lalu pengeringan pada suhu sedang dengan menggunakan vakum, (6) **pengeringan semprot (*spray drying*)**, hasil yang diperoleh berupa bubuk tempe yang dapat digunakan sebagai campuran makanan lainnya, (7) **penggorengan**, produk yang dihasilkan langsung dapat dikonsumsi dengan rasa yang dapat diterima dan umur simpan seminggu menjadi 2 - 4 minggu jika dilakukan pengeringan sebelum penggorengan, dan (8) **pengalengan**, dilakukan setelah tempe direbus, didehidrasi atau digoreng.



Selanjutnya Winarno (1985) mengemukakan adanya teknik baru yang dapat meningkatkan daya simpan tempe, yaitu dengan cara menunda proses fermentasi sehingga hanya jika akan dikonsumsi kemasan diberi perforasi. Di samping itu telah dilakukan beberapa penelitian mengenai produksi tempe dengan melakukan penambahan *flavor* pada bahan baku sebelum tahap fermentasi, sehingga dihasilkan tempe berflavor.

Diversifikasi produk tempe diusulkan oleh Winarno (1985), Sadli (1985) maupun Koswara (1992) antara lain disebutkan beberapa produk seperti tempe *burger* yang diadopsi dari sejenis makanan yang populer di Amerika, demikian pula tempe *stick* dan sosis tempe. Semuanya merupakan contoh produk eksotik yang dapat dipertimbangkan pengembangannya.

#### E. BAHAN PENGEMAS PLASTIK DAN SIFAT PERMEABILITASNYA

*Codex Alimentarius Commission* pada tahun 1985 menyatakan bahwa fungsi pengemasan bahan pangan adalah untuk mempertahankan mutu dan kesegarannya, menambah daya tariknya bagi konsumen dan mempermudah penyimpanan dan distribusi produk tersebut. Beberapa kerusakan yang paling umum antara lain: oksidasi, peningkatan/pengurangan kadar air, perubahan komposisi dan atau penampakan, dampak pencahayaan, akibat reaksi enzimatik, akibat pemanasan atau pendinginan, pembusukan oleh mikroorganisme dan akibat serangan serangga (Brown, 1992).

Brown (1992) mengemukakan bahwa pertumbuhan mikroorganisme pengganggu dapat dicegah dengan mengeluarkan oksigen atau menghilangkan beberapa unsur yang reaktif dalam oksidasi lemak, protein dan minyak. Pengemasan vakum dilakukan dengan prinsip di atas, dan umumnya diikuti dengan injeksi gas lainnya, tujuannya adalah untuk menghilangkan sumber kerusakan

bahan yang dikemas/makanan sehingga dapat memperpanjang daya simpan bahan tersebut. Tetapi pada beberapa jenis bahan pangan perlu disisakan kadar oksigen dalam jumlah terbatas sebagai antisipasi terhadap tumbuhnya organisme anaerobik yang merugikan. Daya simpan bahan pangan yang dikemas vakum ditentukan oleh jenis bahan pangan dan keadaannya saat akan dikemas.

Secara ilmiah bahan plastik tergolong jenis polimer dengan berbagai jenis monomer dari bahan organik penyusunnya. Klasifikasi plastik yang paling mendasar adalah plastik termoset (mengeras jika dipanaskan) dan plastik termoplastik (meleleh jika dipanaskan). Berbagai jenis pengemas yang terbuat dari plastik umumnya tergolong termoplastik (Ratulangi, 1994). Plastik menjadi pilihan utama sebagai bahan pengemas beberapa produk pangan terutama karena fleksibilitasnya.

Brown (1992) menyatakan bahwa keuntungan memanfaatkan plastik sebagai pengemas bahan pangan antara lain karena jenis bentuk dan ukurannya tidak terbatas sehingga dapat dirancang bentuk yang optimal dengan pengisian bahan yang maksimal. Kemudian dikarenakan bobot jenisnya yang rendah, plastik menjadi sangat ringan sehingga penanganannya mudah dan dapat mengurangi biaya pengiriman. Di dalam pembuatan plastik dapat dicampur satu unsur dengan yang lainnya sehingga dapat diperoleh sifat yang diinginkan. Pada umumnya plastik bersifat permeabel terhadap gas dan uap air dalam kisaran nilai yang bervariasi dan ketahanannya terhadap bahan kimia menyebabkan plastik mampu digunakan untuk mengemas berbagai jenis bahan pangan.

Ratulangi (1994) mengemukakan bahwa di dalam pengemasan bahan pangan secara umum perlu diperhatikan pengendalian terhadap permeabilitas gas dan uap (*barrier packaging*), terutama untuk oksigen, karbondioksida dan uap air. Ditambahkan oleh Budiastra (1994) bahwa *barrier material* atau bahan



perintang juga mempunyai daya tahan tertentu terhadap lemak dan minyak. Kemudian yang menjadi sifat karakteristik bahan perintang adalah permeabilitas (oksigen) dan transmisibilitas (uap air), kekuatan serta kelenturan.

Perbedaan antara plastik sheet dan film adalah ketebalan, sheet memiliki ketebalan lebih dari 10 mil ( $254 \mu$ ) dan film kurang dari 10 mil. Di dalam pembuatannya beberapa jenis film mengalami berbagai perlakuan untuk memperbaiki sifat dasar bahan bakunya (umumnya jenis termoplastik). Perlakuan khusus yang dimaksud antara lain orientasi, pelapisan dan laminasi (Brown, 1992).

Terdapat beberapa jenis film plastik yang dapat digunakan untuk mengemas tempe, namun berdasarkan berbagai referensi yang telah disebutkan dalam bagian terdahulu umumnya digunakan PE. Dapat dipertimbangkan pemanfaatan film plastik yang telah dimodifikasi seperti PFX (OPP/PVDC coated) dan laminasi PE dengan Nilon (Nilon/Polietilen atau Ni/PE) agar pengemasan vakum dapat dilakukan dengan baik dan bertahan lama. Keterangan mengenai karakteristik bahan pengemas PE, PVDC serta Nilon dapat dilihat dalam Tabel 3.

Polietilen adalah film plastik yang dibuat dengan proses polimerisasi adisi gas etilen (hasil samping industri arang dan minyak) serta paling banyak digunakan dalam industri, disebabkan sifatnya yang mudah dibentuk, tahan terhadap bahan kimia, penampakkannya jernih dan mudah dilaminasi (Syarief *et al.*, 1989). PE yang diproses dalam tekanan tinggi dilakukan dengan penekanan etilen pada suhu  $150 - 200^{\circ}\text{C}$  dalam tekanan 1200 atmosfer dengan suatu aliran gas oksigen sebagai hasilnya disebut LDPE (berdensitas  $0.910 - 0.925$  gram per centimeter kubik). Proses dalam tekanan rendah pada suhu  $60 - 160^{\circ}\text{C}$  dan tekanan 40 atmosfer dengan katalis logam alkil menghasilkan HDPE (berdensitas  $0.941 - 0.965$  gram per centimeter kubik). Juga terdapat jenis *Medium Density* PE (MDPE) berdensitas  $0.926 - 0.940$  gram per centimeter kubik.

Tabel 3. Jenis dan sifat karakteristik bahan perintang\*

No	Bahan perintang	Transmibilitas terhadap uap air (g/hari.100in <sup>2</sup> .mil)	Permeabilitas terhadap gas (cc/hari.100in <sup>2</sup> .mil)			Sifat perintang		
			O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	uap	gas	lenak
1.	Low Density PE (LDPE)	1.3	550	180	2 900	B	KB	KB
2.	High Density PE (HDPE)	0.3	600	70	4 500	B	KB	B
3.	PVDC/saran	0.2	14	12	4	SB	SB	SB
4.	Nilon	19.0	25	160	160	KB	B	KB

\* Budiastira (1994)

Keterangan:

KB = Kurang Baik

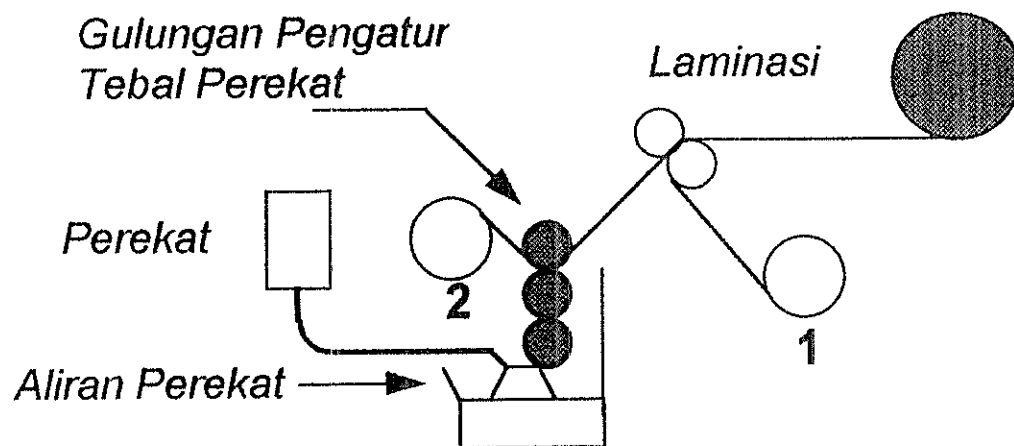
SB = Sangat Baik

B = Baik

PFX (PVDC coated) adalah film *Biaxially Oriented Polypropylene* atau Polietilen diorientasi dua arah (OPP) yang dilapisi PVDC untuk pencetakan dan laminasi. Sehingga diperoleh sifat yang menguntungkan dalam bahan pengemas tersebut, yaitu ketahanan terhadap uap air, oksigen dan aroma serta penampakan yang jernih dan licin. Juga diperoleh kekuatan tarik yang tinggi dengan ketebalan 22 mikron dan densitas 0.98 gram per centimeter kubik. PFX mempunyai permeabilitas gas oksigen sejumlah 24 centimeter kubik per meter kuadrat per atmosfer per hari dan transmibilitas uap air 4.0 gram per meter kuadrat per hari (Argha Karya Prima Industri (1989) di dalam Puspitarini (1993)). Brown (1992) mengemukakan bahwa jenis plastik semacam PFX umumnya digunakan untuk makanan kering sedangkan plastik semacam Ni/PE diperuntukkan keju, daging olahan atau makanan beku.

Perintang menurut Brown (1992) adalah suatu bahan yang mampu menahan perpindahan senyawa ke dalam bahan pangan (isi kemasan) maupun yang berasal dari bahan pangan tersebut. Sistem perintang adalah perpaduan

berbagi bahan perintang melalui ekstrusi bersama (*coextrusion*) atau laminasi. Pembuatan kedua jenis bahan pengemas dilakukan dengan laminasi tanpa pelarut (*solventless laminating*), yaitu menyatukan dua buah jaringan melalui polimerisasi bahan perekat (*adhesive*) tanpa menggunakan pelarut. Laminasi dengan cara demikian tidak menimbulkan pencemaran udara akibat pengeluaran senyawa bahan organik (toluen, metil etil keton, dan aseton). Lebih lanjut mengenai skema sistem laminasi ini dapat dilihat dalam Gambar 2.



- Keterangan :
1. Jaringan Pertama
  2. Jaringan Kedua

Gambar 2. Sistem laminasi tanpa pelarut (*Solventless laminating*) (Brown, 1992)

Perekat dapat diistilahkan sebagai *adhesive*, sedangkan gulungan pengatur tebal perekat adalah *metering rolls*. Sistem diatas dapat dijelaskan pada uraian di bawah ini.

Laminasi tersebut menghasilkan sejumlah kecil karbondioksida, yaitu pada saat polimerasi untuk membentuk lapisan *adhesive*. Proses laminasi terjadi melalui suatu reaksi kimia dengan memanfaatkan komponen tunggal atau ganda, khususnya saat polimerisasi. Umumnya digunakan komponen tunggal (uretan) dan diperlukan air yang telah diatomisasi untuk melengkapi reaksi. Dalam Gambar 2 *adhesive* dalam suhu tinggi ( $104^{\circ}\text{C}$ ) ditambahkan pada jaringan kedua (2) dan disatukan dengan jaringan pertama (1). Kegunaan *metering rolls* adalah untuk menghasilkan lapisan *adhesive* yang tipis. Ketebalan lapisan *adhesive* sangat berpengaruh terhadap permukaan yang rata pada produk akhir, sehingga pengaturan ketebalan dilakukan dalam *metering rolls* khususnya dengan empat rol yang terbuat dari baja dan karet, masing-masing ditumpuk secara bergantian. Pengawasan juga perlu dilakukan pada titik di mana terjadi penyatuan lapisan *adhesive* dengan substrat (jaringan kedua).

Menurut Pascat (1980) permeabilitas sebanding dengan nilai difusivitas dikalikan solubilitas *permeat* atau perembes (gas/uap air). Tetapi hal ini berlaku hanya jika tidak terjadi interaksi antara perembes dengan membran (polimer). Apabila terdapat interaksi, contohnya seperti yang terjadi antara air dengan bahan hidrofilik (nilon, film selulosa, polivinil alkohol), maka permeabilitas ( $P_m$ ) sebanding dengan faktor yang mewakili sifat film ( $F_i$ ) dikalikan dengan faktor sifat gas ( $G_k$ ) dan dikalikan dengan faktor interaksi keduanya ( $\tau_{i,k}$ ), hubungan tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$P_m = F_i \times G_k \times \tau_{i,k}$$

Berbagai faktor yang mempengaruhi permeabilitas antara lain adalah sifat polimer, sifat alami gas, suhu dan tekanan. Bahan pengemas berupa bahan polimer terbuat dari jaringan yang terdiri dari ikatan makromolekul serta celah.

Gerakan termal ikatan maupun gugus terminal kemudian menghasilkan rongga yang dapat terisi oleh bahan terdifusi, dengan adanya gradien konsentrasi atau perbedaan tekanan. Difusi bergantung pada jumlah dan dimensi rongga, dan diperlukan suatu energi aktivasi agar molekul yang berdifusi dapat melalui membran polimer (Pascat, 1980).

**Sifat alami polimer** antara lain adalah **struktur kimia**, terutama pengaruh gugus fungsional karena gugus tersebut yang kemudian dapat bereaksi dengan perembes. Selanjutnya, **densitas** bahan polimer bergantung pada panjang ikatan, dan secara langsung berpengaruh terhadap permeabilitas. Selain itu **orientasi molekul** juga mempengaruhi. **Polaritas dan sifat simetris** berpengaruh terhadap permeabilitas, yang dapat dilihat dalam persamaan berikut:

$$D = D_0 \times \exp(-E_D/RT) \text{ (hukum Arrhenius)}$$

Persamaan tersebut menerangkan variasi koefisien difusi ( $D$ ) sebagai fungsi suhu ( $T$ ).  $D_0$  ditentukan sebagai konstanta yang bergantung pada struktur polimer, yaitu jumlah celah dalam jaringan, sedangkan energi aktivasi ( $E_D$ ) adalah energi yang diperlukan agar proses difusi berlangsung. Diantara dua buah polimer dengan energi aktivasi sebanding, struktur yang kurang baik akibat ketidaksimetrisan mempunyai  $D_0$  yang rendah. Semakin simetris suatu bahan, semakin tinggi polaritasnya dan semakin tinggi energi kohesi sehingga dihasilkan permeabilitas yang rendah.

**Sifat alami perembes** juga mempengaruhi permeabilitas, yaitu perbedaan ukuran molekul, bentuk molekul, polaritas molekul serta sifat kondensasi dan solubilitas molekul. Gas yang mudah mengalami kondensasi umumnya mempunyai nilai solubilitas yang tinggi di dalam polimer. Permeabilitas gas tersebut bergantung pada suhu dan tekanan saat kondensasi.



Istilah permeabilitas, difusi dan solubilitas menjadi fungsi dari suhu (T) tekanan diantara kedua sisi ( $\Delta p$ ) sebanding dengan nilai koefisien perpindahan ( $Q/At$ ), ditunjukkan dalam persamaan:

$$(Q/At) = P_m \times \Delta p \frac{1}{l}$$

Persamaan di atas berlaku untuk gas permanen dan tidak terjadi interaksi antara perembes dengan membran. Perhitungan untuk gas permanen dapat menggunakan persamaan di atas selama tidak terjadi interaksi. Interaksi perembes dengan polimer membuat permeabilitas tidak sebanding lagi dengan  $\Delta p$ , melainkan sebanding dengan tekanan absolut. Ketebalan juga berpengaruh terhadap kecepatan perpindahan, nilainya berbanding terbalik.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa kondisi yang baik agar polimer dapat memiliki sifat perintang yang baik adalah:

1. Struktur yang kuat sehingga gas sulit berdifusi,
2. Tanpa gugus reaktif yang dapat berinteraksi dengan molekul perembes,
3. Tanpa perubahan struktur akibat suhu selama penyimpanan, dan
4. Perbedaan tekanan dan ketebalan yang sesuai menurut teori permeabilitas.

(Pascat, 1980)

## F. LANDASAN TEORI PROSES PEMBUATAN TEMPE BERBUMBU

Wattimena (1994) mengemukakan bahwa kecenderungan pengembangan makanan olahan di negara maju memberi dampak nyata bagi negara lainnya di seluruh dunia. Diperkirakan dalam kurun waktu 5 - 10 tahun yang akan datang makanan olahan demikian akan berkembang juga di Indonesia. Beberapa makanan olahan yang kini diperhatikan pengembangannya di Amerika dan Jepang



adalah (1) *convenience foods*, yaitu makanan siap dikonsumsi karena dinilai efisien dari segi waktu, (2) *health foods* dan *functional foods*, yaitu sebagai dampak dari kesadaran masyarakat terhadap pemeliharaan kesehatan maka dikembangkan makanan yang tidak merugikan kesehatan (*healthy*) dan secara spesifik mampu mencegah penyakit tertentu (*functional*), dan (3) *environmentally friendly products*, yaitu makanan yang dikemas dengan bahan pengemas yang tidak merusak lingkungan.

Tempe berbumbu yang akan dihasilkan dapat digolongkan dalam jenis makanan olahan *convenience foods* dan *health foods*. Hal ini sesuai dengan sifat produk tersebut yang *pre-cooked* atau mengalami pemasakan sebelum dikemas dan berdasarkan karakteristik bahan bakunya (tempe) nilai gizi yang diperoleh relatif tinggi serta aman bagi kesehatan karena kadar kolesterolnya rendah. Selanjutnya dengan penambahan bumbu (*flavoring*) di saat pemasakan diharapkan diperoleh cita rasa khas yang dapat memenuhi selera konsumen dari berbagai kalangan.

Tempe berbumbu kemudian disimpan dalam suhu dingin yang bertujuan untuk meningkatkan keawetan tempe berbumbu setelah dikemas secara vakum. Pada dasarnya pengawetan dengan memanfaatkan suhu dingin memperlambat mekanisme pembusukan yang dapat terjadi, tetapi jika suhu meningkat maka kecepatan reaksi pembusukan juga meningkat (Brown, 1992).

Rietz dan Wanderstock (1965) mengelompokkan dua cara pemasakan bahan pangan berdasarkan pemanfaatan senyawa berbentuk cairan serta suhu pemasakan, yaitu cara basah (*wet cookery*) dan cara kering (*dry cookery*). Perilaku air dalam berbagai kondisi pindah panas sangat mempengaruhi proses pemasakan. Diketahui pendidihan air terjadi akibat kesetimbangan antara tekanan uap air dan tekanan atmosfer udara di atas permukaan air. Pada kondisi tersebut



jumlah air yang menguap akibat pemanasan setimbang dengan jumlah uap air yang terkondensasi. Namun dalam keadaan mendidih penambahan panas tidak akan menimbulkan peningkatan suhu, kecuali dalam kondisi lewat jenuh (air menguap semua), adanya unsur lain dalam air atau kondisi pemasakan dalam keadaan tertutup rapat (*pressure cooking*). Jika air menjadi pelarut bahan aditif (umumnya berfungsi sebagai penyedap) maupun melarutkan bahan yang terkandung dalam bahan pangan, maka tekanan uap air pada berbagai suhu akan turun dan titik didih air naik.

Perlu diperhatikan dampak proses pemasakan terhadap komponen alami yang bersifat volatil. Dalam suatu larutan, komponen terlarut dan komponen pelarut masing-masing memberikan kontribusi terhadap tekanan uap pelarut setara dengan fraksi molnya. Hal yang berbeda terjadi pada campuran air dengan bahan yang tidak larut dalam air (contohnya minyak), karena tidak membentuk larutan maka masing-masing komponen mempunyai tekanan uap yang berbeda. Namun secara keseluruhan campuran air dengan bahan tidak larut dalam air yang bersifat volatil akan mendidih pada suhu dibawah  $100^{\circ}\text{C}$ . Campuran tersebut menguap pada titik didih, sehingga pendidihan yang terlalu lama dengan suhu ekstrim mengakibatkan kehilangan rasa pada bahan pangan. Dapat disimpulkan bahwa sebaiknya pendidihan dilakukan secara lambat namun kondisi didih tetap tercapai (Rietz dan Wanderstock, 1965).

Lebih lanjut dikemukakan oleh Rietz dan Wanderstock (1965) bahwa di dalam proses pemasakan cara basah umumnya terjadi peristiwa osmosis dan siner-sis. Istilah pertama adalah kecenderungan suatu cairan melalui membran semi-permeabel sampai terjadi kesetimbangan konsentrasi di antara kedua dinding membran, hal ini dipengaruhi *difusi* yaitu pergerakan pelarut dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Istilah kedua adalah kondisi interaksi positif antara

beberapa unsur sehingga terjadi suatu *kerjasama kelompok*, dalam hal ini yang dimaksud adalah adanya air yang dikeluarkan dari dalam bahan pangan. Selain itu dikenal adanya *penetrasi* cairan, yang dapat terjadi hanya jika dilakukan penusukan pada membran (permukaan bahan pangan) atau pemasakan sampai terjadi pelunakkan membran (sel kehilangan daya tahan).

Sel atau jaringan jika berada dalam suatu larutan mengalami perubahan dengan dipengaruhi berbagai faktor, yaitu (1) konsentrasi pelarut di dalam maupun di luar sel, (2) suhu, yang mempengaruhi kecepatan difusi dan osmosis serta osmolaritas sel maupun cairan di luar sel, dan (3) sifat fisik dan kimia senyawa di dalam pelarut yang berdifusi melalui membran sel, dan mempengaruhi osmolaritas intraseluler. Sekalipun idealnya untuk mempertahankan bentuk sel seperti semula adalah dengan menggunakan konsentrasi larutan yang setimbang dengan konsentrasi di dalam sel, diduga dalam pemasakan larutan dengan konsentrasi lebih tinggi maupun lebih rendah dapat menghasilkan rasa yang lebih baik. Fenomena lain dalam osmosis dan sinersis yang perlu diperhatikan adalah peristiwa *adsorpsi* (penahanan/kondensasi bahan terlarut pada permukaan membran), *absorpsi* (terjadinya asimilasi) dan *desikasi* (terjadinya pengeringan) (Rietz dan Wanderstock, 1965).

### III. BAHAN DAN METODA

#### A. BAHAN DAN ALAT

Bahan baku utama yang digunakan di dalam penelitian ini adalah tempe yang diperoleh dari salah satu industri tempe di daerah Babakan Sirna Kecamatan Bogor Timur. Industri tersebut dipilih berdasarkan informasi yang diperoleh dari KOPTI Kotamadya Bogor. Melalui pengamatan pendahuluan diketahui kapasitas produksi ditinjau dari pemanfaatan bahan baku adalah 150 kilogram biji kedelai per hari. Daerah pemasaran industri tempe tersebut adalah di Pasar Kebon Kembang dan dijual tanpa perantara.

Sebagai bahan pengemas digunakan film plastik Ni/PE dan film plastik PFX masing-masing diperoleh dari PT Plasindo Lestari Cikampek dan PT Argha Karya Prima Industri Citeureup.

Bahan kimia diperlukan untuk analisis proksimat bahan, yaitu aquades,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4(\text{p})$ ,  $\text{HCl}$  0.05 N,  $\text{NaOH}$  0.05 N, indikator mengsel, dan *Petroleum Benzene* (40-60). Di samping itu, juga dibutuhkan bahan kimia untuk pengujian mikrobiologi yaitu  $\text{NaCl}$  dan *PCA (Plate Count Agar)*.

Terdapat dua jenis bumbu, masing-masing dijadikan faktor perlakuan (uraian dapat dilihat dalam Lampiran 1). Di samping itu, bahan pembantu dalam pelaksanaan uji organoleptik/uji hedonik dapat dilihat pada Lampiran 2.

Peralatan yang digunakan adalah alat vakum, wajan *stainless steel*, alat destilasi, alat *Soxhlet*, pendingin balik, timbangan, oven, tanur, desikator, termometer, pipet, pengaduk, cawan porselin, beberapa alat gelas ukur, cawan petri, bunsen, alat *Quebec*, alat Instron serta sarung tangan. Karakteristik fisik plastik diuji dengan beberapa peralatan khusus yang tercantum dalam Lampiran 6, berikut prosedur pengujian plastik tersebut.

## B. METODA

### 1. Pembuatan Produk

Tahap pertama penelitian meliputi percobaan dalam pembuatan produk diversifikasi tempe. Produk tersebut disebut tempe berbumbu dengan diagram alir proses seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.

Bentuk akhirnya menyerupai daging gelondong (*pepperoni*) yang dikemas secara vakum, dengan cita rasa yang khas. Produk dikemas dalam kantong plastik dan rata-rata berat produk 110 gram (keterangan mengenai gambar dan dimensi kemasan dapat dilihat dalam Gambar 9).

### 2. Analisis Bahan Pengemas

Karakteristik bahan pengemas (ketebalan, laju transmisi uap air, laju transmisi gas) diketahui melalui analisis plastik dengan prosedur yang dapat dilihat pada Lampiran 2, pelaporan hasil akhir terdapat dalam Lampiran 3.

### 3. Analisis Bahan dan Uji Penerimaan Produk

Analisis bahan meliputi analisis proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak) dan uji mikrobiologi bahan baku maupun produk (prosedur dapat dilihat dalam Lampiran 4 dan 5). Sedangkan untuk mengetahui penerimaan konsumen terhadap produk akhir, dilakukan uji hedonik (Lampiran 6).

### 4. Rancangan Percobaan

Penelitian dirancang dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan anak petak terbagi waktu (*split in time*). Terdapat dua

buah faktor perlakuan (jenis bumbu (A), jenis film plastik (B)), masing-masing mempunyai dua taraf perlakuan. Sedangkan waktu dinyatakan dalam minggu, yaitu lama penyimpanan produk (0 - 4 minggu). Pengamatan dilakukan setiap minggu selama satu bulan.

Seluruh contoh disimpan dalam suhu dingin ( $\pm 10^{\circ}\text{C}$ ), namun disamping itu diperlukan contoh produk yang disimpan pada suhu ruang sebagai pembanding. Model rancangan percobaan adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \sigma_k + \epsilon_{ijk} + C_l + (AC)_{il} + (BC)_{jl} + (ABC)_{ijl} + \delta_{ijkl}$$

Keterangan:

i	= 1, 2
j	= 1, 2
k	= 1, 2
l	= 1, 2, 3, 4, 5
A <sub>1</sub>	= Bumbu merah
A <sub>2</sub>	= Bumbu kari
B <sub>1</sub>	= Ni/PE
B <sub>2</sub>	= PFX
$\sigma_1$	= ulangan 1
$\sigma_2$	= ulangan 2
C <sub>1</sub>	= 0 minggu
C <sub>2</sub>	= 1 minggu
C <sub>3</sub>	= 2 minggu
C <sub>4</sub>	= 3 minggu
C <sub>5</sub>	= 4 minggu
Y <sub>ijkl</sub>	= peubah respon untuk jenis bumbu ke-i, jenis film plastik ke-j, kelompok ke-k pada lama penyimpanan ke-l
$\mu$	= nilai tengah umum
A <sub>i</sub>	= pengaruh jenis bumbu ke-i
B <sub>j</sub>	= pengaruh jenis film plastik ke-j
$\sigma_k$	= pengaruh kelompok ke-k
(AB) <sub>ij</sub>	= pengaruh interaksi jenis bumbu ke-i dan jenis film plastik ke-j
$\epsilon_{ijk}$	= galat percobaan pada jenis bumbu ke-i, jenis film plastik ke-j dan kelompok ke-k
C <sub>l</sub>	= pengaruh lama penyimpanan ke-l
(AC) <sub>il</sub>	= pengaruh interaksi jenis bumbu ke-i dan lama penyimpanan ke-l
(ABC) <sub>ijl</sub>	= pengaruh interaksi jenis bumbu ke-i, jenis film plastik ke-j, lama penyimpanan ke-l
$\delta_{ijkl}$	= galat percobaan pengaruh bersama

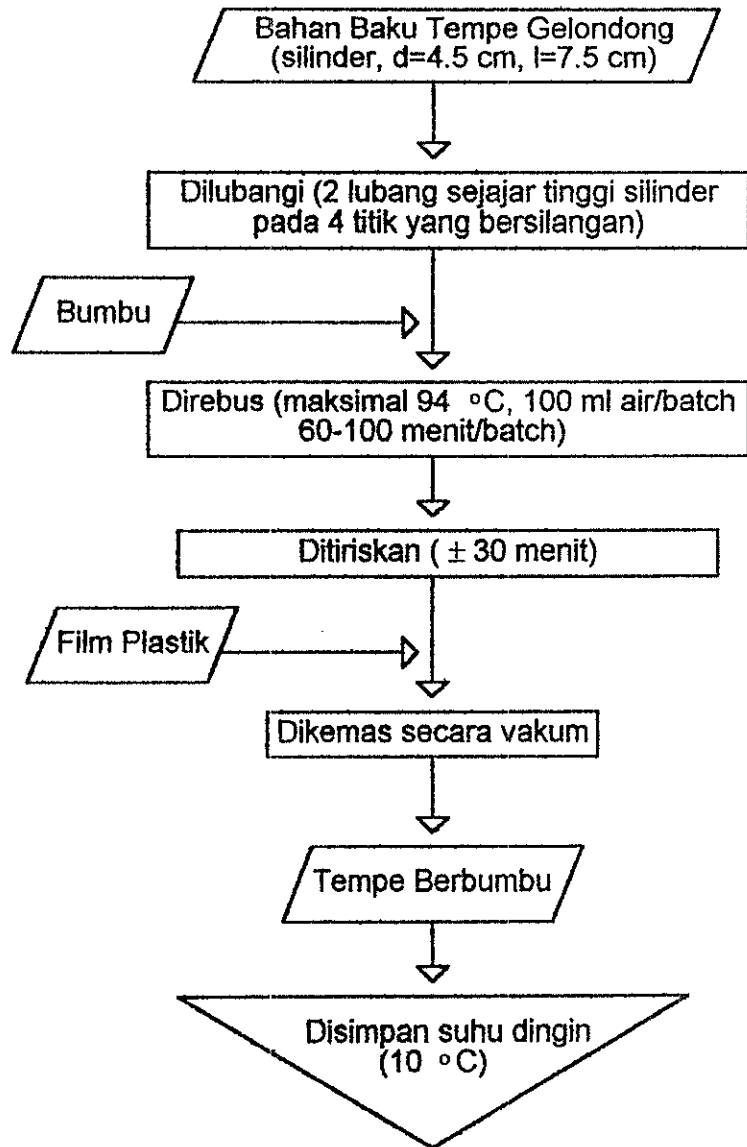


Data yang diperoleh dianalisis sidik ragam (ANOVA) kemudian uji Tukey dilakukan sebagai uji lanjutan jika hasil yang didapat berbeda nyata atau sangat berbeda nyata pada taraf kepercayaan 0.05 dan 0.01. Hipotesa awal adalah tidak adanya perbedaan yang nyata (pengaruh nyata) akibat penambahan bumbu, pemanfaatan bahan pengemas, lama penyimpanan serta interaksi diantaranya (Steel dan Torrie, 1980).

Dalam Lampiran 8 dapat dilihat hasil pengolahan data yang dilakukan dengan program komputer SAS. Contoh tabel ANOVA yang dihasilkan dapat dilihat dalam Gambar 4. Pada tabel tersebut *Dependent Variable* adalah peubah respon, *Source* adalah sumber keragaman, *DF* adalah db atau derajat bebas, *Sum of Squares* adalah jumlah kuadrat, *Mean Square* adalah kuadrat tengah, dan *F value* adalah *F* hitung.

Pembacaan hasil akhir pada tabel ANOVA dilakukan dengan melihat kolom yang berjudul " $Pr > F$ ". Nilai tersebut adalah peluang ( $Pr = Probability$ ) pada sebaran  $F$  (db perlakuan, db acak) untuk mendapatkan nilai  $F$  yang lebih besar atau sama dengan  $F$  hitung (lihat Gambar 5). Jika nilai tersebut berada di antara 0.05 dan 0.01, maka dianggap ada perlakuan yang berpengaruh nyata untuk peubah respon tersebut. Selanjutnya jika nilai tersebut lebih kecil daripada 0.01, maka dianggap ada perlakuan yang sangat berpengaruh nyata untuk peubah respon tersebut.





Gambar 3. Diagram alir pembuatan tempe berbumbu



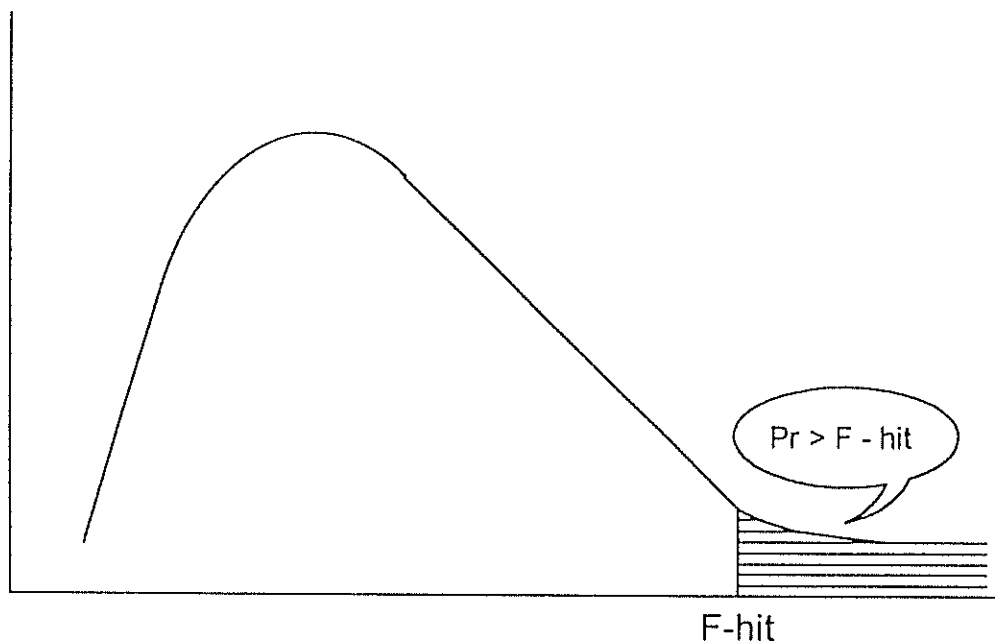
1. Dependent Variable: Y1 (KADAR AIR)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	229.7497421	9.9891192	11.63	0.0001
BLOK	1	2.5000000	2.5000000	1.38	0.3243
A	1	181.4504409	181.4504409	100.44	0.0021
B	1	1.5752961	1.5752961	0.87	0.4193
A*B	1	11.4554209	11.4554209	6.34	0.0863
GALAT 1	3	5.4198500	1.8066167		
C	4	7.7840681	1.9460170	2.27	0.1074
LINIER(W)	1	5.56723520	5.56723520	6.48	0.0216
KUADRATIK(W)	1	1.48672514	1.48672514	1.73	0.2068
KUBIK(W)	1	0.19572311	0.19572311	0.23	0.6396
A*C	4	8.6522806	2.1630701	2.52	0.0823
B*C	4	8.5726849	2.1431712	2.50	0.0843
A*B*C	4	2.3397006	0.5849252	0.68	0.6152
GALAT 2	16	13.7422010	0.8588876		
Corrected Total	39	243.4919431			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y1 Mean
0.943562	1.345115	0.926762	68.8983500

Gambar 4. Contoh tabel ANOVA untuk peubah respon kadar air



Gambar 5. Ilustrasi dari Pr > F hitung

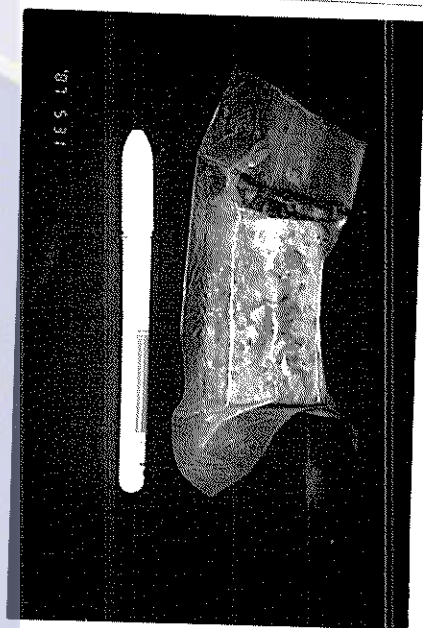
## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam tiga tahap utama, yaitu (1) *trial and error* pembuatan tempe berbumbu, (2) uji karakteristik bahan pengemas (film plastik) serta pembuatan kemasan, dan (3) uji mutu produk akhir serta penerimaan konsumen (selama penyimpanan 4 minggu). Produk yang dihasilkan tergolong produk baru, sebagai makanan tradisional khas Indonesia dalam bentuk, rasa dan kemasan yang dimodifikasi. Bumbu (A) dan kemasan (B) yang digunakan bervariasi (masing-masing dua jenis) sehingga terdapat empat macam produk yang berbeda. Dalam Gambar 6 dapat dilihat berturut-turut produk A1B1, A1B2, A2B1, dan A2B2.

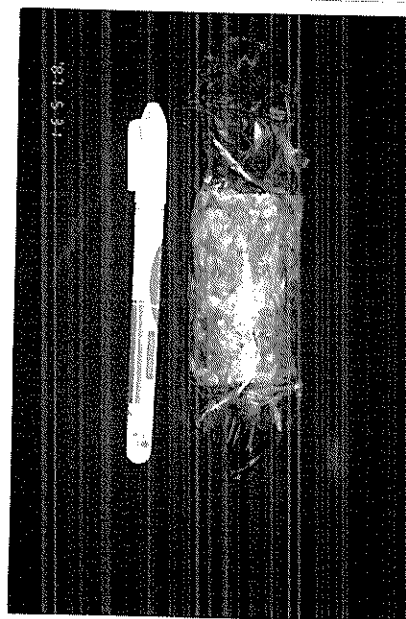
### A. BAHAN BAKU TEMPE BERBUMBU

Bahan baku tempe berbumbu adalah tempe dalam bentuk silinder/gelondong, dengan panjang 50 centimeter. Satu ulangan percobaan membutuhkan 20 buah tempe berbumbu dengan panjang 7.5 centimeter, sehingga secara keseluruhan dibutuhkan 150 centimeter atau 3 buah gelondong bahan baku. Melalui survai diketahui tata cara pembuatan tempe gelondong sekaligus dengan pembuatan tempe yang dilakukan sehari-hari. Tiga buah tempe gelondong dihasilkan dari 2.4 kilogram kacang kedelai yang telah direbus, direndam, dicuci dan dicampur inokulum. Pengemasan dilakukan dengan menggunakan selongsong plastik yang telah dilubangi, terbuat dari Polipropilen (PP) dan berdiameter 5 centimeter. Setelah tiga hari hasil yang diperoleh berupa tempe gelondong dengan berat rata-rata masing-masing 8 ons.

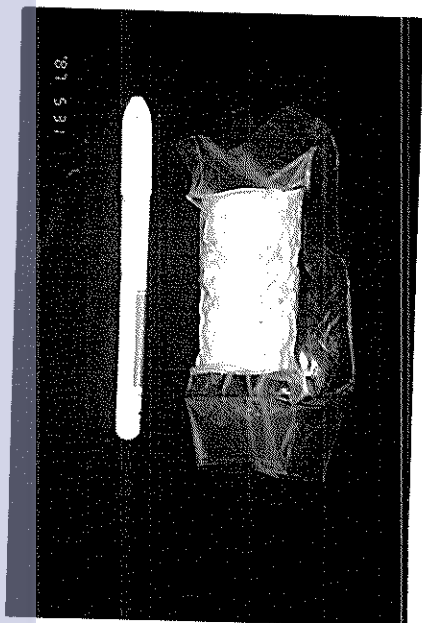
Dalam Gambar 7 dijelaskan tata cara pembuatan tempe yang setiap hari dilakukan di industri tempe terpilih. *Dehulling* dilakukan sekaligus penirisan secara manual.



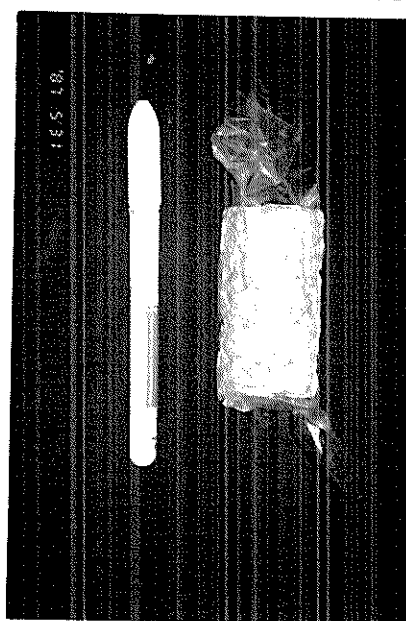
A1B1



A1B2

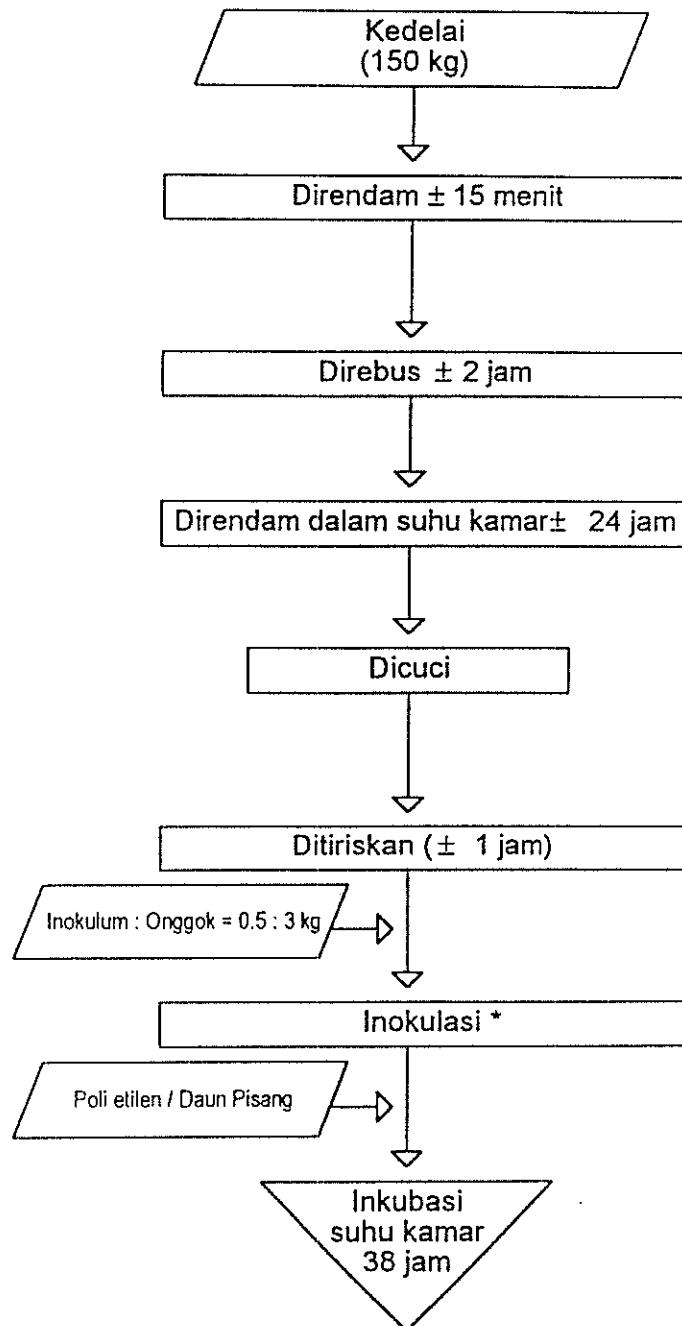


A2B1



A2B2

Gambar 6. Hasil produk akhir



Gambar 7. Diagram alir pembuatan tempe di daerah Babakan Sirna, Kecamatan Bogor Timur

\* *inokulum* yang digunakan adalah RAPRINA, diproduksi oleh Koperasi Bina Kimia LIPI Bandung, diperoleh dari KOPTI Kecamatan Bogor ongkok yang dicampurkan diperoleh dari pasar

Satu kali produksi menghasilkan rata-rata 400 bungkus dalam berbagai bentuk dan ukuran, yaitu bungkus plastik berbentuk persegi empat dalam ukuran kecil (20 cm x 13 cm x 2 cm), sedang (20 cm x 14 cm x 2.5 cm) dan besar (25 cm x 15 cm x 3.5 cm) serta bungkus daun berbentuk setengah lingkaran (diameter = 7 cm). Contoh produk yang dihasilkan dapat dilihat dalam Gambar 8 yang sekaligus menunjukkan kondisi penyimpanan tempe selama inkubasi.



Gambar 8. Kondisi penyimpanan tempe selama inkubasi

## B. KARAKTERISTIK BAHAN PENGEMAS

Karakteristik fisik bahan pengemas diuji di Pusat Pengujian Mutu Barang (PPMB), Ciracas, Jakarta. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat di dalam Tabel 5. Bahan pengemas yang digunakan keduanya berkwalitas baik, jika dilihat dari sifat perintang masing-masing. Di samping itu, juga dilakukan pengujian dengan *trial and error* untuk mengetahui kisaran suhu perekatan sedangkan ketahanan rekat diuji melalui uji kekuatan daya tarik (*tensile strength*).

Tabel 4. Hasil pengujian karakteristik fisik bahan pengemas

Jenis bahan pengemas	Ketebalan (mm)	Laju transmisi gas (mm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /hari)		Laju transmisi uap air (WVTR) (g/m <sup>2</sup> /hari)
		O <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	
Ni/PE	0.070	12.38	3.82	2.18
PFX (OPP/PVDC coated)	0.020	20.60	32.19	1.04

Keterangan:

Metoda pengujian laju transmisi gas = ASTM D 1434

Metoda pengujian WVTR = ASTM E 96

Brown (1992) menyatakan bahwa laminasi dilakukan dengan menyatukan dua jaringan atau lebih, proses tersebut berhubungan dengan pelapisan (*coating*) dan dapat dilakukan secara berurutan. Tujuan melakukan pelapisan maupun laminasi adalah untuk memperoleh sifat yang menguntungkan dan berguna serta tidak mungkin didapat jika menggunakan jaringan tersebut secara terpisah. OPP jika dilaminasi dengan PVDC menghasilkan PFX yang mempunyai sifat perintang yang tinggi, terutama terhadap oksigen dan uap air. Sedangkan pemanfaatan PE umumnya sebagai bahan untuk menguatkan perekatan. Nilon mempunyai daya tahan yang tinggi terhadap panas serta dapat menahan difusi gas dan komponen bahan pangan jika berada dalam keadaan kering.

Difusi gas melalui bahan kemasan jenis PFX relatif lebih tinggi jika dibandingkan dengan jenis Ni/PE dan sebaliknya yang terjadi untuk difusi uap air. Kedua hal tersebut dipengaruhi sifat permeabilitas bahan, yang secara umum sebanding dengan nilai difusivitas dikalikan solubilitas perembes (gas/uap air). Tetapi hal ini berlaku hanya jika tidak terjadi interaksi antara perembes dengan membran (polimer). Jenis plastik nilon mempunyai interaksi dengan uap air sehingga disebut hidrofilik, permeabilitasnya sangat bergantung pada sifat uap air maupun interaksi diantara uap air dengan film tersebut (Pascat, 1980).

Pascat (1980) mengemukakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi permeabilitas plastik sebagai bahan pengemas antara lain adalah sifat polimer, sifat alami gas, suhu, dan tekanan. Berdasarkan sifat alami polimer diketahui bahwa nilon bersifat hidrofilik sehingga uap air cenderung mudah untuk berdifusi. Selanjutnya mengenai derajat kristalinitas polimer, sifat perintang terhadap gas akan meningkat jika derajat kristalinitas polimer tersebut tinggi. Kristalinitas yang tinggi ditemui dalam bahan polimer yang kaku, seperti nilon dan HDPE.

Densitas bahan polimer bergantung pada panjang ikatan, yang secara langsung berpengaruh terhadap permeabilitas. Permeabilitas terhadap oksigen akan semakin tinggi jika densitas semakin rendah. Namun kedua jenis bahan pengemas densitasnya bernilai 0.98 gram per centimeter kubik.

Orientasi molekuler seperti yang dilakukan terhadap PP sehingga menghasilkan OPP dapat menurunkan permeabilitas terhadap oksigen, sekalipun tidak lebih rendah dari nilon.

Polaritas dan sifat simetris juga berpengaruh terhadap permeabilitas, dengan menganut hukum *Arrhenius*. Semakin simetris suatu bahan, semakin tinggi polaritasnya dan semakin tinggi energi kohesi sehingga dihasilkan permeabilitas yang rendah. Terbukti PVDC dalam hal ini mempunyai permeabilitas 200 - 1000 kali lebih rendah daripada PE. Gaya intermolekuler dapat mempengaruhi derajat kebebasan gugus dalam ikatan polimer, dan diketahui dalam struktur demikian ikatan hidrogen lebih kuat daripada gaya van der Waals. Fenomena ini menerangkan perbedaan permeabilitas PE dan poliamid (PA/nilon) (Pascat, 1980).

Sifat alami perembes juga mempengaruhi permeabilitas, antara lain karena perbedaan ukuran molekul yaitu semakin kecil ukurannya semakin

tinggi difusivitasnya tetapi hal ini tidak berlaku mutlak. Diketahui bahwa diameter molekul  $O_2$  dan  $CO_2$  masing-masing 3.1 dan 3.4 Angstrom dan sebagai hasilnya dapat dilihat bahwa nilai permeabilitas terhadap  $O_2$  lebih tinggi daripada  $CO_2$  untuk jenis kemasan Ni/PE, namun sebaliknya yang terjadi pada jenis kemasan PFX.

Bentuk molekul perembes yang linear menghasilkan permeabilitas yang tinggi jika dibandingkan dengan bentuk siklis maupun bercabang. Sedikit perubahan bentuk dapat menyebabkan perubahan permeabilitas yang nyata.

Polaritas molekul berpengaruh terhadap permeabilitas, karena kesesuaian polaritas mampu membantu proses difusi. Di samping itu, perlu diperhatikan sifat kondensasi dan solubilitas molekul. Gas yang mudah mengalami kondensasi umumnya mempunyai nilai solubulitas yang tinggi di dalam polimer. Permeabilitas gas tersebut bergantung pa pada suhu dan tekanan saat kondensasi. Ketebalan juga berpengaruh terhadap kecepatan perpindahan, nilainya berbanding terbalik. Ni/PE memiliki nilai ketebalan yang lebih besar dibandingkan dengan PFX. Sehingga hal tersebut diduga dapat mempengaruhi difusi perembes secara umum.

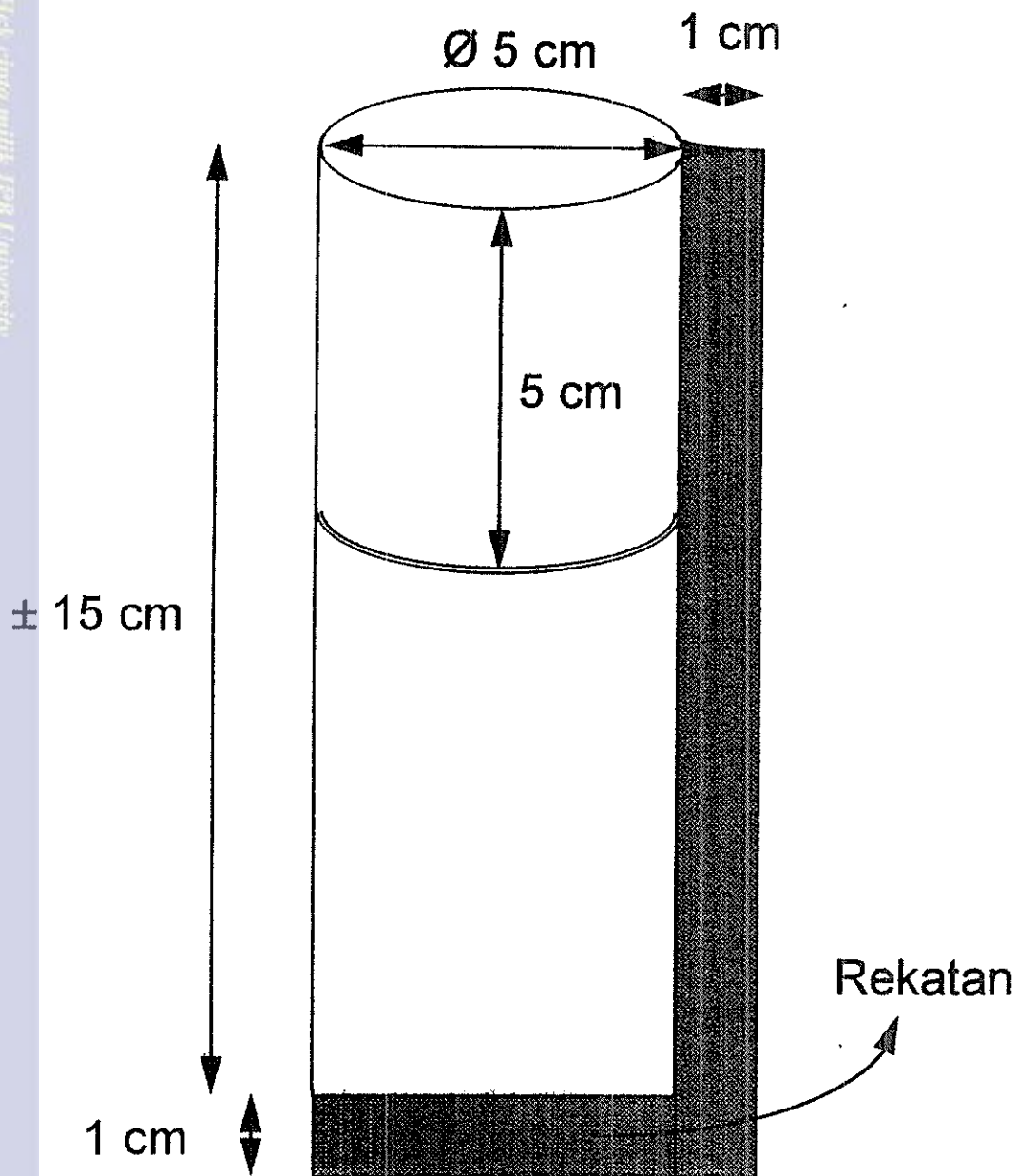
Setelah memperoleh nilai dari hasil pengujian beberapa karakteristik fisik bahan pengemas, diharapkan sifat bahan pengemas tersebut mampu menahan difusi gas maupun uap air serta syarat utama yang mutlak adalah kesesuaian bahan pengemas dengan alat vakum. Tidak semua plastik mampu divakum, oleh sebab itu dipilih plastik yang memiliki sifat keras dan tahan terhadap tekanan. Perbedaan mendasar diantara kedua bahan pengemas adalah sifat hidrofobik untuk PFX dan hidrofilik untuk Ni/PE. Selanjutnya dari segi penampakan, kejernihan (*clarity*) PFX lebih baik dari Ni/PE, tetapi di lain pihak PFX lebih tipis dan kaku.



Secara rinci dapat dikemukakan bahwa Ni/PE dan PFX merupakan film plastik hasil laminasi yang bersifat *food grade* atau tidak reaktif dengan bahan pangan. Perbandingan diantara keduanya menunjukkan bahwa Ni/PE memiliki sifat perintang yang sangat baik terhadap oksigen dan karbondioksida (gas) serta uap air (namun relatif lebih rendah sifat perintangnya jika dibandingkan dengan PFX), relatif tebal, agak buram, kuat, dan daya tahan sobek tinggi. Selanjutnya PFX memiliki sifat perintang yang baik terhadap oksigen dan karbondioksida (gas), sifat perintang yang sangat baik terhadap uap air, relatif tipis, tingkat kejernihan tinggi, kaku, dan daya tahan sobek rendah. Kedua jenis bahan pengemas memiliki ketahanan tinggi terhadap suhu, sehingga kisaran suhu untuk perekatan adalah 135 - 150 °C selama 0.5 - 1 detik.

Pembuatan kemasan dilakukan di Pusat Pengujian Mutu Barang (PPMB) sekaligus pengujian kekuatan rekatnya dengan uji daya tarik. Perekatan dilakukan pada bagian sisi dan bagian bawah kemasan dengan bentuk yang sangat sederhana (dapat dilihat dalam Gambar 9). Di dalam perancangan kemasan tersebut hal utama yang dipertimbangkan adalah segi kemudahan dalam pembuatan mengingat masalah teknis, yaitu keterbatasan alat yang tersedia. Namun pertimbangan tersebut tidak lepas dari fungsi kemasan sebagai pelindung bahan pangan.

Kemasan dibuat lebih besar dari ukuran tempe berbumbu, yaitu kelebihan panjang  $\pm 7.5$  cm dan kelebihan diameter 0.5 cm. Hal tersebut bermaksud untuk memudahkan pengisian tempe berbumbu ke dalam kemasan maupun memudahkan perekatan saat divakum (diperlukan 5 cm dari ujung atas). Tahap pertama plastik dibuat menjadi empat persegi panjang berukuran 16 cm x 18 cm. Kemudian kedua sisi dengan panjang 16 centimeter disatukan dengan perekatan (rekatan  $\pm 1$  cm), selanjutnya ujung bawah kemasan direkatkan juga.



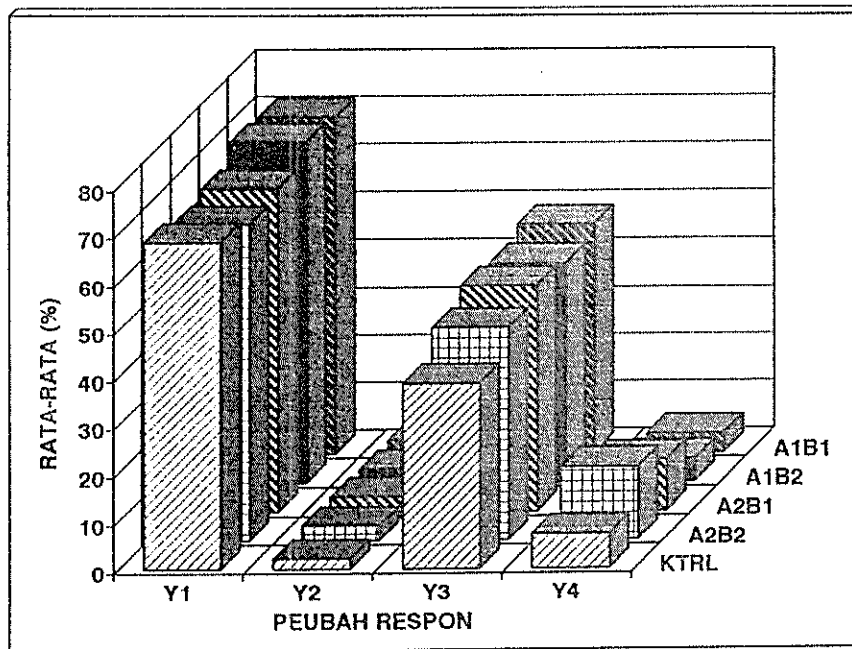
Gambar 9. Contoh kemasan tempe berbumbu

### C. PERUBAHAN KOMPOSISI KIMIA PRODUK SELAMA PENYIMPANAN

Dalam Lampiran 7 ditunjukkan rekapitulasi data hasil pengujian proksimat berikut data suplemen hasil pengujian lainnya. Data tersebut diolah dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*) dan diperoleh kesimpulan antara lain bahwa faktor perlakuan berupa variasi bumbu (A) maupun variasi bahan pengemas (B) masing-masing memberi pengaruh terhadap produk akhir. Di samping itu, secara umum lama penyimpanan (C) berpengaruh terhadap produk akhir.

Berdasarkan pengolahan data tersebut (lihat Lampiran 8), bumbu khususnya mempengaruhi kadar air, kadar abu, dan kadar lemak produk. Di lain pihak pengaruh bahan pengemas adalah terhadap kadar lemak produk. Namun faktor lama penyimpanan (4 minggu) terbukti berpengaruh terhadap kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak produk. Penjelasan lebih spesifik disampaikan kemudian dalam bagian 1, 2 dan 3. Hasil interpretasi data menunjukkan interaksi di antara semua faktor perlakuan tidak mempengaruhi komposisi kimia produk, sehingga nilai rata-rata mingguan dapat digunakan.

Dalam Gambar 10 disajikan perbandingan komposisi kimia antara tempe gelondong (bahan baku) atau kontrol (KTRL) dengan empat jenis produk yang dihasilkan, yaitu A1B1, A1B2, A2B1, dan A2B2. Nilai yang tercantum adalah hasil rata-rata 0 - 4 minggu, sedangkan yang dimaksud dengan peubah respon Y1, Y2, Y3, Y4 berturut-turut adalah kadar air, kadar abu, kadar protein dan kadar lemak. Secara umum dapat dilihat bahwa perubahan komposisi kimia tidak terlalu ekstrim, dan perubahan yang terjadi adalah akibat variasi bumbu atau bahan pengemas, secara terpisah. Kadar lemak sangat bervariasi, hal tersebut menunjukkan tingginya sensitivitas lemak selama penyimpanan.



Gambar 10. Perbandingan komposisi kimia bahan baku dengan produk

### 1. Pengaruh Penambahan Bumbu

Bumbu sebagai faktor perlakuan terdiri dari dua jenis yaitu yang berwarna merah ("merah") dan kuning ("kari"). Bumbu pertama (A1) adalah hasil ramuan sendiri berdasarkan konsultasi secara langsung dengan staf ahli boga majalah FEMINA, Ibu Rinto Habsari. Sedangkan bumbu kedua (A2) diperoleh dari PT Anekapangan Dwitama (Indofood), yaitu produk "bumbu instant" rasa "kari". Pemilihan bumbu tersebut berdasarkan tujuan penelitian untuk mengembangkan produk tempe agar dapat diterima secara umum, sehingga bumbu yang dipilih adalah bumbu yang bercitarasa asing (bumbu merah) dan bumbu tradisional Indonesia (bumbu kari).

Dari komposisi maupun konsistensinya kedua bumbu tersebut sangat berbeda, tetapi dalam proses pembuatannya diusahakan suatu keseragaman

kondisi dengan target bumbu **meresap** dan **menyelimuti** produk. Keterangan lebih lanjut mengenai komposisi bumbu dapat dilihat dalam Lampiran 1.

Dalam Gambar 10 dapat dilihat bahwa kedua produk berbumbu merah dibandingkan terhadap bahan baku mengalami peningkatan kadar air, demikian juga hasil pengolahan data. Diduga hal ini dikarenakan pemasakan yang dilakukan menggunakan air sebagai media untuk membantu difusi, penetrasi dan adsorpsi bumbu sehingga bumbu dapat meresap dan menyelimuti produk. Penetrasi berlangsung karena dilakukan penusukan pada bahan baku. Bumbu merah berbentuk pasta sehingga lama pemasakan lebih panjang daripada bumbu kari. Produk diangkat setelah air habis seluruhnya, karena air yang digunakan setara dengan bobot awal produk (rata-rata 100 gram per buah) dan pemasakan dilakukan secara tertutup.

Selanjutnya kadar air produk bumbu kari relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan bumbu merah maupun bahan baku. Hal ini diduga akibat unsur minyak (santan, minyak nabati) dalam bumbu kari. Pada prinsipnya minyak dan air sulit bercampur, selanjutnya diduga saat pemasakan air dan minyak mendidih secara terpisah, kemudian minyak terlebih dahulu memenuhi rongga di dalam bahan pangan (berdifusi akibat gerakan termal molekul perembes). Kapasitas rongga dalam bahan pangan terbatas, sehingga sekalipun jumlah air yang digunakan sama dengan pemasakan dengan merah, pemasakan dengan kari tidak sampai air habis. Rongga tersebut mayoritas berisi minyak dan bumbu lainnya. Kadar air yang terbatas juga dipengaruhi penambahan *Gum arab* (< 5 persen dari berat total produk) yang berfungsi sebagai *coating agent* atau bahan untuk membantu penyelimutan bumbu pada permukaan produk. Menurut Fennema (1985) *Gum arab* mampu menahan absorpsi air ke dalam bahan pangan.



Kadar air yang terlampau tinggi dalam bahan pangan mempercepat proses pembusukan, karena merupakan kondisi tumbuh yang layak bagi mikroorganisme. Tetapi berdasarkan data pengujian mikrobiologi (total bakteri) yang tercantum dalam Lampiran 9, bakteri lebih banyak tumbuh pada bumbu kari daripada bumbu merah, sekalipun kadar air bumbu merah lebih tinggi. Sesuai yang diharapkan semula, bumbu dapat berperan sebagai penghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga diduga bumbu merah mengandung zat antimikroorganisme (bawang putih segar dan *mixed herbs* atau campuran rempah-rempah) yang lebih efektif dibandingkan bumbu kari yang mengandung garam. Dapat disimpulkan sekalipun kadar airnya tinggi, bumbu merah lebih aman untuk digunakan. Tetapi pernyataan ini belum dikaitkan dengan hasil uji hedonik untuk mengetahui penerimaan konsumen.

**Kadar abu** produk dipengaruhi bumbu yang digunakan, dengan asumsi kadar abu yang terhitung nilainya setara dengan jumlah total mineral produk. Produk dengan bumbu kari rata-rata mempunyai kadar abu lebih tinggi daripada produk dengan bumbu merah (Lampiran 8), tetapi kedua jenis tersebut lebih tinggi daripada bahan baku (Gambar 10). Namun terdapat suatu batasan spesifik untuk jumlah maksimal setiap jenis mineral dalam suatu bahan pangan, karena dalam jumlah berlebih mineral dapat bersifat toksik (Fennema, 1985).

**Kadar lemak** produk dipengaruhi jenis bumbu yang digunakan, hal ini merupakan hasil pengolahan data yang dapat dilihat dalam Lampiran 8. Selanjutnya dalam Gambar 10 ditunjukkan bahwa produk dengan bumbu merah relatif lebih rendah kadar lemaknya jika dibandingkan dengan bumbu kari maupun bahan baku, sedangkan produk berbumbu kari relatif lebih

tinggi kadar lemaknya jika dibandingkan dengan bahan baku. Hal ini berhubungan dengan sifat kadar air yang bernilai sebaliknya. Pada dasarnya tempe mengandung lemak yang berbentuk asam lemak bebas, dengan asam linoleat dalam komposisi terbesar (Koswara, 1992). Di dalam tempe berbumbu kari, selain lemak tersebut juga terdapat minyak nabati dan santan yang meresap ke dalam tempe sehingga meningkatkan kadar lemak dengan drastis. Di samping itu, dalam campuran bumbu kari terdapat tokoferol antioksidan primer alami yang berfungsi mencegah oksidasi minyak nabati (Fennema, 1985). Kemudian jika dilihat dari tempe sebagai bahan baku, kandungan lemak di dalamnya dapat terjaga dengan adanya sejenis antioksidan alami, yaitu *genestein*, *daidzen*, *6.7.4 trihidroksiisoflavon* (Koswara, 1992). Selain aktivitas tokoferol, diduga terjadi proses sinergis antara tokoferol dengan antioksidan alami dalam bahan baku, sehingga terjadi peningkatan efektivitas antioksidan primer (Ketaren, 1986). Dengan demikian kestabilan minyak nabati dalam tempe berbumbu dapat terjaga.

Produk berbumbu merah mempunyai kadar lemak yang lebih rendah, terutama karena pada dasarnya komposisi bumbu merah tidak mengandung lemak. Lebih lanjut antioksidan alami dalam tempe diduga menurun efektivitasnya akibat pemasakan tempe berbumbu yang dilakukan pada suhu maksimal 94°C. Kehilangan antioksidan tersebut membuat lemak yang semula terdapat dalam bahan baku mengalami oksidasi.

Kedua jenis bumbu pada dasarnya tidak mempengaruhi kadar protein tempe berbumbu. Kenyataannya jika mengacu pada referensi, salah satu keunggulan tempe adalah sebagai sumber protein nabati yang potensial. Tetapi akibat pemberian bumbu komposisi kimia lainnya berubah dan dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa bumbu kari dapat menjadi pilihan



yang baik selama kadar air, kadar abu dan kadar lemak tempe berbumbu kari berada dalam batas toleransi (lihat SII 0271 - 90 pada Tinjauan Pustaka). Hasil pengujian mikrobiologi (Lampiran 9) menyatakan bahwa tempe berbumbu kari maksimal dapat dikonsumsi setelah 3 minggu masa penyimpanan.

## 2. Pengaruh Bahan Pengemas

Pemanfaatan bahan pengemas film plastik terbukti mempunyai pengaruh terhadap kadar lemak produk akhir (lihat Lampiran 8). Dapat dilihat dalam Gambar 10 bahwa jika produk dibandingkan dengan bahan baku pada dasarnya dapat dibagi ke dalam dua kelompok, yaitu yang lebih tinggi nilainya daripada bahan baku dan sebaliknya. Namun untuk masing-masing kelompok nilainya bervariasi bergantung pada jenis kemasan yang digunakan. Produk dengan bahan kemasan Ni/PE mempunyai kecenderungan bernilai lebih rendah dalam kelompok yang disebut di atas, sebaliknya yang terjadi pada produk yang dikemas dengan PFX.

Lebih lanjut dalam Lampiran 8 dapat dilihat bahwa tidak terbukti adanya interaksi antara bahan pengemas dengan bumbu, sehingga aksi yang terjadi adalah transmisi gas dan uap air. Namun hal tersebut masih terkait dengan karakteristik produk secara umum.

Menurut Winarno (1982) lemak dan minyak termasuk dalam kelompok senyawa lipida yang tidak larut dalam air. Lemak alami merupakan hasil kondensasi tiga molekul asam lemak dan gliserol. Lemak berbentuk padat pada suhu kamar, antara lain dikarenakan kandungan asam lemak jenuh yang relatif tinggi sehingga titik lelehnya cenderung lebih tinggi. Minyak berbentuk cair pada suhu kamar, dikarenakan asam lemak jenuh yang relatif rendah dengan titik leleh cenderung rendah.



Kerusakan lemak dapat disebabkan oleh (1) penyerapan bau (*tainting*), (2) hirolisis oleh air, (3) oksidasi dan ketengikan, dan (4) reversi yang terjadi pada proses hidrogenasi lemak atau minyak. Ditambahkan oleh Ketaren (1986) faktor lain penyebab kerusakan lemak adalah aksi oleh enzim dan aksi oleh mikroorganisme. Di samping itu, khusus mengenai reversi *flavor* dinyatakan tidak sama dengan ketengikan karena reversi bersifat spesifik (berbeda untuk setiap jenis minyak atau lemak) dan peristiwa reversi tidak mempunyai hubungan dengan bilangan peroksida yang dapat menjadi indikasi ketengikan minyak atau lemak.

Hal penting yang perlu dicatat adalah bahwa dalam penelitian tidak dilakukan pengujian ketengikan minyak dan lemak tempe berbumbu secara mendetail. Pengujian dibatasi hanya pada penentuan kadar lemak kasar dengan cara ekstraksi pelarut menggunakan alat Soxhlet. Menurut Ketaren (1986) fraksi lemak kasar atau lipid dalam bahan pangan terdiri dari lemak (*true fat*), lilin, lipid kompleks (contohnya fosfolipid) dan turunan lipid (contohnya sterol, pigmen, hidrokarbon dan minyak volatil).

Diduga lemak kasar tempe berbumbu berupa unsur *true fat* adalah lemak alami dalam tempe bahan baku, yang banyak mengandung asam lemak bebas tidak jenuh berupa asam linolenat dan khusus untuk bumbu kari terdapat minyak nabati (tidak disebut secara spesifik), yang mayoritas terdiri dari asam lemak tidak jenuh berupa asam oleat dan linoleat serta kurang dari 20 persen asam lemak jenuh. Di samping itu, dalam bumbu kari tersebut terdapat santan, dengan kadar lemak 4 - 5 persen (Ketaren, 1986). Produk berbumbu kari mengandung *true fat* berupa asam lemak bebas linolenat, asam lemak linoleat dan asam lemak oleat yang semuanya bersifat tidak



jenuh, dengan demikian secara kuantitatif kadar lemaknya lebih tinggi daripada produk berbumbu merah.

Menurut Singh dan Heldman (1984) penurunan suhu mampu menghambat rekasi pembusukan yang terjadi selama penyimpanan. Kecepatan reaksi dapat dihambat sampai setengahnya dengan menurunkan suhu sampai  $10^{\circ}\text{C}$ . Sedangkan suhu kulkas bervariasi bergantung kepada cairan pendingin yang digunakan, yaitu berkisar antara  $-87^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $10^{\circ}\text{C}$ . Panas dari bahan yang disimpan dalam kulkas dikonversi menjadi udara dingin yang bersirkulasi di dalam kulkas.

Bahan pengemas Ni/PE mempunyai sifat perintang yang relatif lebih rendah terhadap uap air, jika dibandingkan dengan PFX. Diduga difusi air dalam bentuk uap terjadi selama penyimpanan dalam kulkas. Air tersebut tentunya menyatu dengan air yang telah ada dalam bahan pangan. Adanya air dalam minyak dan lemak menyebabkan degradasi karena reaksi hidrolisis. Melalui hidrolisis lemak terurai menjadi gliserol dan asam lemak, dan dipercepat dengan adanya enzim lipase atau enzim lipolitik yang dihasilkan oleh bakteri dalam kondisi aerobik maupun anaerobik. Tetapi proses hidrolisis ini berlangsung lebih lambat dalam kondisi suhu yang rendah.

Sekalipun *Rhizopus oligosporus* yang tumbuh secara dominan dalam tempe dapat menghasilkan enzim lipase, namun setelah pemasakan diduga kapang tersebut dapat dihentikan aktivitasnya. Di lain pihak, menurut data pengujian terhadap bakteri (Lampiran 9), dari Minggu-0 telah dideteksi adanya bakteri dan populasinya terus meningkat selama penyimpanan. Bakteri tersebut tidak diidentifikasi secara spesifik, namun diduga diantaranya merupakan bakteri yang aktif memproduksi enzim lipolitik.

Dapat disimpulkan dari uraian di atas bahwa proses hidrolisis berlangsung selama penyimpanan tempe berbumbu yang dikemas dengan Ni/PE karena adanya air dalam bahan pangan. Proses tersebut didukung aktivitas enzim lipolitik yang dihasilkan oleh bakteri, namun berlangsung secara lambat karena penyimpanan pada suhu dingin serta sifat perintang yang relatif baik terhadap uap air. Pada akhirnya terjadi penurunan kadar lemak karena sebagian hasil peruraian bersifat volatil. Rantai asam lemak bebas juga dapat terurai dan menghasilkan senyawa dengan berat molekul lebih rendah (Ketaren, 1986).

Selanjutnya bahan pengemas PFX mempunyai sifat perintang yang lebih baik terhadap uap air daripada terhadap gas. Gas yang dimaksud adalah oksigen dan karbondioksida. Menurut Fennema (1985) proses oksidasi lemak dalam bahan pangan sangat bergantung kepada komposisi asam lemak, jumlah asam lemak bebas, konsentrasi oksigen, suhu penyimpanan, luas permukaan kontak bahan dengan oksigen, kelembaban, adanya prooksidan, energi radiasi serta adanya antioksidan.

Ketaren (1986) mengemukakan bahwa oksidasi biasanya dimulai dengan pembentukan peroksida dan hidroperoksida. Kemudian terjadi peruraian asam lemak diikuti konversi hidroperoksida menjadi aldehid dan keton serta asam lemak bebas. Peristiwa ketengikan (*rancidity*) terjadi karena adanya aldehid, sedangkan peroksida yang dapat diukur secara kuantitatif (*PV/Peroxide Value*) menjadi indikator awal sebelum bau tengik yang sebenarnya terbentuk. Oksidasi lebih lanjut menghasilkan keton (*ketonic rancidity*), karena reaksi tersebut diikuti hidrolisa. Menurut Fennema (1985) oksidasi dalam bahan pangan dapat terjadi melalui reaksi enzimatik maupun nonenzimatik.

Tahap pertama oksidasi disebabkan oleh reaksi lemak dengan oksigen dan tahap kedua merupakan kelanjutan tahap sebelumnya yang prosesnya dapat merupakan proses oksidasi dan non oksidasi. Asam lemak pada umumnya bersifat semakin reaktif terhadap oksigen dengan bertambahnya jumlah ikatan rangkap pada rantai molekul. Variasi stabilitas minyak dan lemak terhadap proses oksidasi juga dipengaruhi perbedaan sumber minyak dan lemak tersebut. Pada dasarnya proses oksidasi tidak ditentukan jumlah lemak dalam bahan, karena lemak secara umum potensial untuk mengalami oksidasi. Oksidasi juga terjadi pada sejumlah kecil persenyawaan yang menimbulkan aroma, rasa, warna dan vitamin (Ketaren, 1986).

Hasil degradasi primer adalah senyawa hidroperoksida reaktif yang dihasilkan akibat serangan oksigen pada ikatan rangkap (tidak jenuh), yaitu asam oleat (1 ikatan rangkap), asam linoleat (ikatan ganda), asam linolenat (3 ikatan rangkap). Degradasi sekunder merupakan hasil degradasi hiperperoksida yang membentuk persenyawaan alkohol, aldehida dan asam serta persenyawaan tidak jenuh dengan berat molekul lebih rendah. Proses oksidasi tanpa melalui pembentukan peroksida adalah oksidasi langsung terhadap ikatan rangkap. Sedangkan degradasi peroksida terdiri dari 3 macam reaksi kimia, yaitu (1) pembentukan radikal hiperperoksida, (2) polimerisasi dan (3) pembentukan senyawa karbonil. Selama oksidasi asam lemak tidak jenuh berlangsung, terutama pada suhu tinggi dengan katalis logam akan terbentuk beberapa macam gas seperti  $\text{CO}_2$ , asam volatil, akrolein, aldehid volatil dan sejumlah molekul air serta sejumlah kecil hidrogen (Ketaren, 1986).

Dapat disimpulkan dari uraian di atas bahwa oksidasi dapat terjadi melalui kontak bahan pangan dengan oksigen dalam kondisi tertentu. Bahan pengemas PFX mempunyai sifat perintang yang lebih baik terhadap uap air

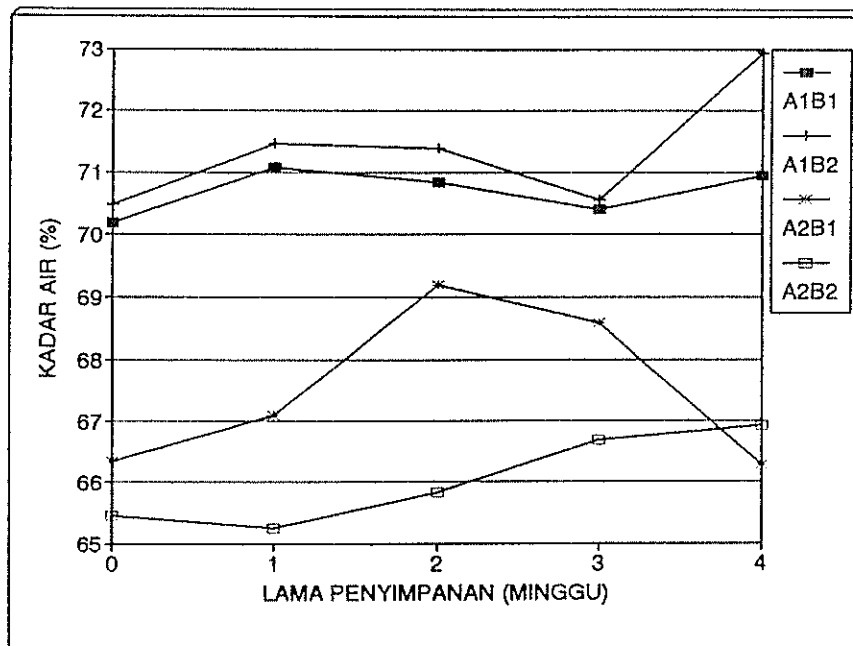
dibandingkan dengan gas. Dengan demikian oksidasi dapat terjadi sekalipun dalam taraf kecepatan reaksi relatif lambat. Hal ini dikarenakan jumlah oksigen relatif sedikit, suhu penyimpanan rendah, adanya antioksidan dan minimnya ketersediaan katalis. Tetapi di sisi lain indikasi adanya oksidasi terlihat secara visual pada tempe berbumbu kari yang mengalami sedikit degradasi warna (pigmen). Pigmen merupakan salah satu komponen non lemak atau minyak yang dapat mengalami degradasi akibat peroksida aktif yang dapat menjadi senyawa pengoksidasi. Kestabilan minyak dalam tempe berbumbu kari tersebut dijaga dengan adanya reaksi sinergis antioksidan primer ( tokoferol) dengan antioksidan alami dalam tempe (Lihat Bab IV, Sub Bab C, Bagian 1). Sedangkan tempe berbumbu merah hanya mempunyai asam linolenat sebagai unsur *true fat*, asam lemak tersebut sangat tidak stabil dan mudah teroksidasi. Penurunan kadar lemak yang terjadi dalam tempe yang dikemas dengan PFX dikarenakan sebagian hasil dekomposisi berupa bahan volatil dan persenyawaan dengan berat molekul lebih rendah.

Perbandingan di antara kedua bahan pengemas menunjukkan bahwa tempe berbumbu yang dikemas dengan Ni/PE mengalami perubahan komposisi lemak yang relatif rendah pada masing-masing jenis bumbu. Jika dibandingkan dengan rata-rata kadar lemak bahan baku, perubahan yang terjadi sangat sedikit (lihat Gambar 10). Selama penyimpanan penurunan kadar lemak produk tersebut dapat terjadi akibat hidrolisis tetapi hal ini berlangsung sangat lambat. Dengan demikian bahan pengemas Ni/PE dapat dijadikan pilihan yang baik untuk pengemasan tempe berbumbu, terbukti lebih lanjut dalam uji hedonik yang akan dibahas dalam Bab IV, Sub bab D.

### 3. Pengaruh Lama Penyimpanan

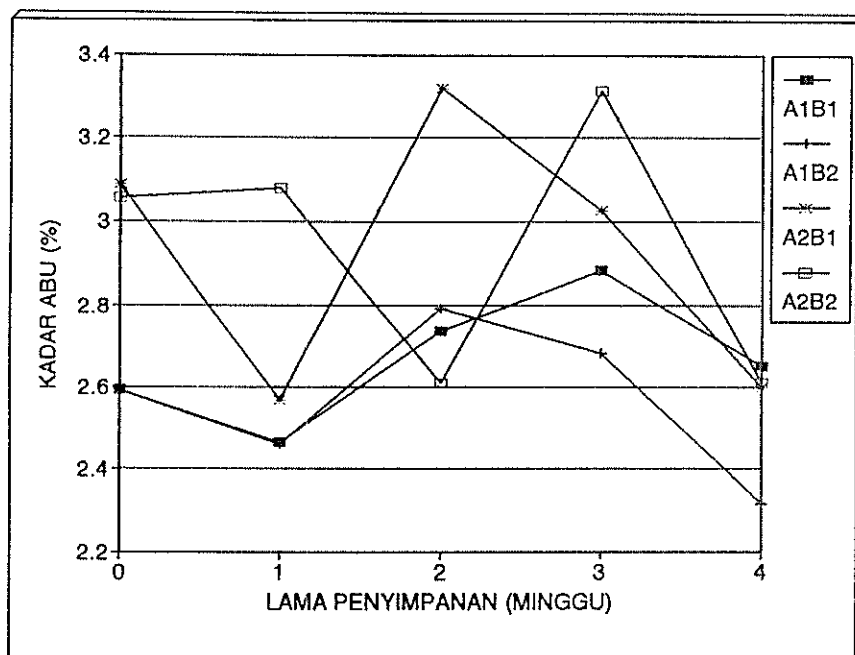
Uraian mengenai pengaruh lama penyimpanan terhadap hasil produk akhir secara umum dapat dilihat dalam Gambar 11 - Gambar 14 yang menampilkan hasil pengujian proksimat rata-rata per minggu yang diplotkan sebagai fungsi dari waktu/lama penyimpanan.

Dari hasil pengolahan data dalam Lampiran 8 dapat dilihat bahwa lama penyimpanan tersebut menghasilkan plot grafik dengan kecenderungan linear (pangkat 1) untuk kadar air, kecenderungan berbentuk kubik (pangkat 3) untuk kadar abu, kadar protein dan kadar lemak. Tetapi tidak ditemukan interaksi antara pengaruh bumbu, plastik, maupun lama penyimpanan. Penyimpanan dilakukan dalam kulkas pada suhu dingin, yaitu  $10^{\circ}\text{C}$ .

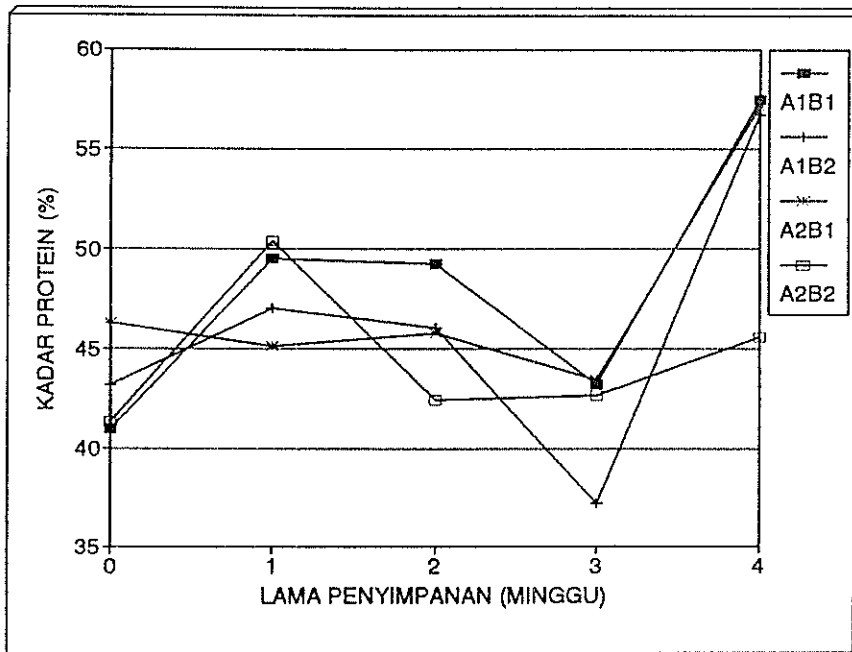


Gambar 11. Hubungan lama penyimpanan dengan kadar air produk

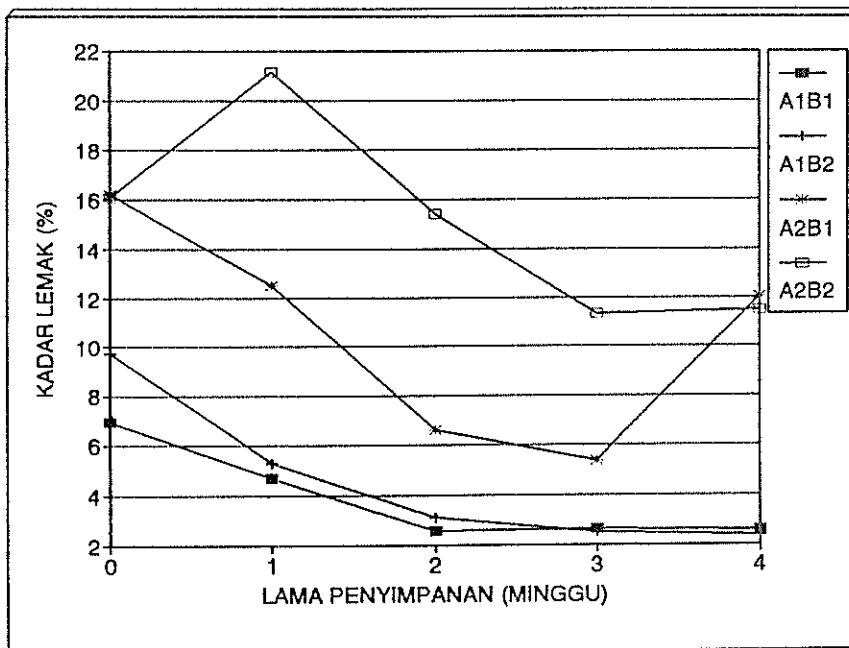
Kadar air secara umum menunjukkan kecenderungan yang meningkat dari awal penyimpanan sampai dengan akhir penyimpanan (4 minggu), terkecuali pada minggu ke-4 untuk produk A2B1. Namun peningkatan kadar air yang terjadi kurang dari 5 persen, diduga selain karakteristik produk dan kemasan, sistem pengemasan secara vakum juga mempengaruhi hal tersebut. Difusi uap air memasuki kemasan sampai ke dalam tempe berbumbu berlangsung dalam taraf yang relatif rendah, sehingga perubahan kadar air tetap terjadi, namun tidak secara ekstrim. Mikroorganisme berupa bakteri jumlahnya sampai pada batas toleransi setelah memasuki minggu ke-3 (lihat Lampiran 11). Aktivitas bakteri tersebut umumnya diikuti transfer gas maupun uap air, sehingga memasuki minggu ke-4 dapat dilihat peningkatan yang relatif drastis pada A1B2 dan penurunan yang relatif drastis pada A2B1, sesuai karakteristik produk dan bahan pengemas masing-masing.



Gambar 12. Hubungan lama penyimpanan dengan kadar abu produk



Gambar 13. Hubungan lama penyimpanan dengan kadar protein produk



Gambar 14. Hubungan lama penyimpanan dengan kadar lemak produk



**Kadar abu, kadar protein dan kadar lemak** produk selama penyimpanan mengalami fluktuasi. Hal ini dapat dilihat dari kecenderungannya berupa fungsi kubik. Komposisi kimia bahan pangan satu sama lain saling mempengaruhi dari segi kuantitatif maupun kualitatif karena dalam bahan pangan masing-masing komponen tersebut umumnya tidak hanya dalam bentuk yang murni, namun juga dalam bentuk campuran. Terdapat reaksi yang sinergis dengan hasil yang menguntungkan maupun merugikan, reaksi tersebut perlu diantisipasi dan kontrol paling sederhana adalah menetapkan kondisi penyimpanan yang paling optimum. Kesulitan utama dalam menangani produk baru adalah terbatasnya informasi mengenai hal-hal tersebut di atas.

Pada tahap awal setelah pemasakan (minggu ke-0), akibat pemanasan yang dilakukan adalah terbentuknya senyawa dalam bentuk lebih sederhana sehingga mudah dicerna dan mudah larut dalam air. Degradasi yang terjadi pada protein atau lemak tidak mutlak menyebabkan penurunan kadar masing-masing komponen tersebut. Sebab berdasarkan pengujian yang dilakukan (analisis proksimat) komponen yang dideteksi adalah dalam bentuk campuran. Selanjutnya interaksi antara hasil degradasi lemak (aldehid) dengan salah satu unsur dalam protein (lisin, misalnya) dapat menyebabkan terjadinya reaksi pencoklatan nonenzimatik. Senyawa kompleks lipoprotein juga dapat terbentuk dan pada kondisi tertentu dapat mengalami oksidasi. Sedangkan mineral dalam bahan pangan umumnya berfungsi menjadi katalis reaksi biokimiawi tersebut (Fennema, 1985).

Reaksi tersebut di atas umumnya lebih cepat berlangsung dalam kondisi suhu relatif tinggi. Sebaliknya yang dilakukan dalam penyimpanan tempe berbumbu. Di samping itu, perintang dalam kemasan berfungsi untuk

menahan difusi oksigen yang berpengaruh terhadap oksidasi. Kulkas sebagai media penyimpanan tempe berbumbu mengalami perubahan suhu setiap terjadi penambahan benda/bahan baru ke dalam kulkas, karena suhu bahan tersebut umumnya lebih tinggi daripada suhu di dalam kulkas. Transfer panas terjadi sampai akhirnya mencapai suhu semula (kesetimbangan). Diduga hal tersebut menghasilkan suatu pola fluktuasi suhu penyimpanan yang berakibat langsung pada tempe berbumbu.

Pada hasil pengujian kadar protein perubahan yang drastis terlihat pada minggu terakhir (minggu ke-4) penyimpanan, saat populasi kontaminan semakin meningkat dan telah melewati batas toleransi. Diduga dalam hasil pengujian kadar protein termasuk di dalamnya unsur bakteri, sehingga nilainya berbeda jauh lebih tinggi dibandingkan minggu sebelumnya.

Tambahan mineral diperoleh dari air saat pemasakan maupun dari peralatan yang digunakan serta bahan aditif dalam bumbu. Mineral tersebut tidak ditentukan secara spesifik namun diduga ada yang menjadi katalis untuk reaksi kimia yang berlangsung dalam tempe berbumbu, sehingga dapat terjadi penurunan kadar abu. Namun sulit diduga penyebab kenaikan kadar abu dalam tempe berbumbu setelah berada dalam media penyimpanan. Selanjutnya penurunan yang drastis dapat dilihat pada minggu terakhir, dimana reaksi enzimatik oleh bakteri berlangsung.

Secara umum perubahan komposisi lemak yang terjadi dalam tempe berbumbu dipengaruhi jenis bumbu, jenis kemasan dan lama penyimpanan. Perubahan komposisi air dan abu dipengaruhi jenis bumbu dan lama penyimpanan, sedangkan perubahan komposisi protein dipengaruhi lama penyimpanan.

#### D. UJI PENERIMAAN TERHADAP PRODUK TEMPE BERBUMBU

Dalam penelitian yang dilakukan panelis umumnya merupakan civitas akademika, sehingga dapat digolongkan ke dalam panelis agak terlatih karena umumnya mereka mempunyai latar belakang pengalaman atau pengetahuan yang relevan dengan pengujian organoleptik. Panel tersebut berjumlah 16 orang dengan komposisi pria dan wanita setimbang. Kisaran umur panelis adalah antara 17 - 47 tahun, namun mayoritas berumur 22 - 24 tahun. Pengujian dilakukan setiap minggu dua kali, yaitu terhadap masing-masing ulangan.

Soekarto (1985) menyatakan bahwa pada dasarnya organoleptik terbagi atas kelompok pengujian perbedaan (*difference test*) dan kelompok pengujian pemilihan atau penerimaan (*preference test*). Salah satu uji pemilihan adalah uji hedonik atau kesukaan yang spesifik digunakan di dalam penelitian, penjelasan lebih lanjut mengenai uji tersebut dapat dilihat dalam Lampiran 6 berikut contoh formulir pengujian.

Para panelis dianjurkan untuk melakukan pengujian secara visual terlebih dahulu dan disusul dengan uji terhadap rasa. Panelis yang menguji tidak boleh dalam keadaan terlalu lelah, haus atau lapar dan tidak boleh mempunyai fanatisme yang terlalu tinggi terhadap tempe, maupun sebaliknya. Dalam Lampiran 11 terdapat rekapitulasi data hasil pengujian hedonik dan dalam Lampiran 12 dapat dilihat hasil pengolahan data tersebut. Hasil analisis ragam dilakukan terhadap masing-masing peubah respon (kemasan/penampilan, bau, warna, dan rasa) dan selanjutnya melalui Uji Tukey dapat disimpulkan yang paling baik diantara perlakuan yang berbeda nyata.

Dapat disimpulkan bahwa bumbu kari lebih disukai rasanya, yaitu pada minggu ke-0 dan minggu ke-2 dan terutama pada minggu ke-1. Bumbu kari juga



sangat disukai warnanya, yaitu pada minggu ke-3. Kemasan yang disukai warnanya adalah kemasan Ni/PE, yaitu pada minggu ke-3.

Selama penyimpanan terjadi berbagai perubahan komposisi kimia tempe berbumbu, hal tersebut dapat dilihat dalam pembahasan sebelumnya (Bab IV, Sub bab C). Uji hedonik dilakukan selama masa penyimpanan tersebut sehingga setiap minggu contoh yang digunakan sebagai bahan pengujian juga mengalami perubahan. Perubahan tersebut dapat dideteksi oleh panelis, terutama dari rasa dan warnanya. Tetapi bau dan kemasan atau penampilan secara keseluruhan tidak mempengaruhi preferensi panelis.

Bumbu kari lebih disukai rasanya diduga karena panelis lebih "mengenal" makanan dengan rasa yang khas Indonesia dibandingkan dengan rasa "baru". Di samping itu, tempe sendiri merupakan makanan tradisional khas Indonesia, sehingga dianggap lebih cocok dengan bumbu serupa. Namun hal ini tidak menutup kemungkinan dilakukannya suatu observasi yang lebih mendalam mengenai "pembumbuan" ini. Jika target pasarnya ingin diperluas sampai ke luar negeri, hal tersebut mutlak dilakukan. Tetapi melalui penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa civitas akademika di lingkungan IPB belum mengalami pergeseran selera makanan yang terlalu jauh. Diduga bumbu kari sangat disukai pada minggu ke-1 karena pada saat tersebut bumbu telah meresap lebih jauh ke dalam rongga bahan pangan serta belum terjadi dekomposisi bahan yang menyebabkan rasa tidak enak. Selanjutnya memasuki minggu ke-2 bakteri mulai aktif menghasilkan enzim yang mampu mendegradasi komposisi kimia bahan, namun jumlah bakteri tersebut tetap dalam batas toleransi sampai batas minggu ke-3 (lihat Lampiran 9).

Berdasarkan hasil pengujian, warna kari ternyata lebih disukai terutama pada minggu ke-3. Dalam kondisi tertentu tempe berbumbu merah juga dapat

mengalami degradasi warna, seperti yang terlihat pada perubahan secara visual yang terjadi pada contoh dalam suhu kamar. Degradasi warna terjadi antara lain akibat oksidasi pigmen dan hal tersebut terkait dengan unsur lemak yang terdapat dalam bumbu kari. Menurut Ketaren (1986) dalam bahan pangan berlemak yang mudah mengalami oksidasi spontan adalah asam lemak tidak jenuh dan sejumlah kecil persenyawaan yang berperan membuat bahan pangan menarik, yaitu konstituen aroma, warna, rasa, dan vitamin.

Lebih lanjut diperoleh kesimpulan bahwa tempe yang menggunakan bahan pengemas Ni/PE lebih disukai warnanya terutama pada minggu ke-3. Kemasan tersebut sekalipun mempunyai tingkat kejernihan relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan PFX, namun diduga tampak lebih "mantap" karena tebalnya. Sekalipun warna produk menjadi tersamar, tetapi memberi kesan yang baik terhadap para panelis. Dengan adanya perbedaan yang mencolok akibat bumbu yang berbeda, bahan pengemas yang digunakan juga berpengaruh.

Tempe berbumbu yang menggunakan bumbu kari dan bahan pengemas Ni/PE disebut A2B1. Produk tersebut dapat dinyatakan sebagai pilihan yang terbaik jika dilihat dari daya simpan maupun daya tariknya. Penampilan tempe berbumbu tersebut bahkan paling disukai saat batas konsumsi terakhir, yaitu setelah 3 minggu masa penyimpanan. Diduga kombinasi warna produk dan kemasannya menampakkan penampilan yang berkesan menarik. Dari hasil visualisasi dapat dilihat bahwa bumbu kari tampak menyebar dengan merata dan kemasan Ni/PE tampak lebih aman. Kepedulian masyarakat terhadap keamanan pangan dan semakin meningkatnya kesejahteraan rakyat juga mendukung hal ini, sehingga konsumen lebih menyadari pentingnya kemasan yang baik dan menarik.



## E. RINGKASAN PEMBAHASAN

Tempe berbumbu yang dihasilkan terdiri dari empat macam produk, yaitu (1) A1B1, tempe berbumbu merah dengan film plastik Ni/PE, (2) A1B2, tempe berbumbu merah dengan film plastik PFX, (3) A2B1, tempe berbumbu kari dengan film plastik Ni/PE, (4) A2B2, tempe berbumbu kari dengan film plastik PFX. Perbandingan antara bahan baku dengan produk akhir dapat dilihat dalam Gambar 10, secara umum komposisi kimia mengalami peningkatan setelah tempe menjadi tempe berbumbu (kecuali kadar air untuk produk berbumbu kari dan kadar lemak untuk produk berbumbu merah).

Perubahan komposisi lemak dalam tempe berbumbu selama penyimpanan dipengaruhi jenis bumbu, jenis kemasan, dan lama penyimpanan. Kemudian perubahan komposisi air dan abu dipengaruhi jenis bumbu dan lama penyimpanan. Sedangkan perubahan komposisi protein dipengaruhi lama penyimpanan. Hal ini menunjukkan bahwa kadar lemak merupakan parameter yang sangat sensitif selama penyimpanan tempe berbumbu.

Produk berbumbu merah mengandung kadar lemak yang relatif rendah secara kualitatif maupun kuantitatif maupun jika dibandingkan dengan bahan baku, namun memiliki zat antimikroorganisme berupa rempah-rempah campur yang mampu menahan reaksi pembusukan oleh bakteri kontaminan sekalipun kadar airnya relatif tinggi. Sedangkan kadar abu produk berbumbu merah relatif rendah dan kadar proteinnya tidak banyak perubahan kecuali pada akhir penyimpanan.

Produk berbumbu kari mengandung kadar lemak yang relatif tinggi tetapi lemak alaminya mayoritas berupa asam lemak tidak jenuh, sedangkan stabilitas kadar lemak yang tetap bernilai tinggi dipengaruhi adanya zat antioksidan alami dalam tempe maupun dalam bumbu kari yang bekerja secara sinergis. Kadar air



relatif rendah bahkan lebih rendah daripada bahan baku namun lebih mudah ditumbuhi bakteri kontaminan. Kadar abu produk berbumbu kari relatif lebih tinggi karena kandungan garam dalam bumbu kari, sedangkan kadar proteinnya mengalami perubahan yang drastis hanya pada akhir penyimpanan.

Perbandingan diantara kedua bahan pengemas menunjukkan bahwa Ni/PE mempunyai sifat perintang yang sangat baik terhadap oksigen dan karbondioksida, relatif tebal, agak buram, kuat dan sulit disobek. Sedangkan PFX mempunyai sifat perintang yang sangat baik terhadap uap air, sifat perintang yang baik terhadap oksigen dan karbondioksida, relatif tipis, tingkat kejernihan yang tinggi, kaku dan mudah disobek. Pengaruh bahan pengemas hanya pada kadar lemak tempe berbumbu, dimana pada Ni/PE lebih mudah terjadi proses transmisi uap air yang berakibat hidrolisis lemak sedangkan pada PFX terjadi proses transmisi gas yang melancarkan proses oksidasi lemak. Namun kedua reaksi tersebut berlangsung relatif lambat terutama karena penyimpanan pada suhu dingin.

Tempe berbumbu kari disukai rasanya terutama setelah satu minggu penyimpanan, hal ini berlangsung sampai dengan minggu ke-2. Hal ini disebabkan rasa tersebut lebih "dikenal" dan dalam masa awal penyimpanan belum terjadi dekomposisi bahan yang menyebabkan perubahan rasa. Bumbu kari disukai warnanya terutama pada minggu ke-3, karena warna tersebar dengan merata berbeda dengan tempe berbumbu merah yang memiliki unsur lain dalam campurannya. Produk yang dikemas dengan Ni/PE disukai warnanya, yaitu pada minggu ke-3 diduga karena dari tebalnya tampak lebih mantap dan aman untuk dikonsumsi.

Jika dilihat dari seluruh hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kombinasi bumbu kari dan bahan pengemas Ni/PE (A2B1) merupakan

pilihan yang baik untuk pembuatan tempe berbumbu. Selain perubahan komposisi kimia yang tidak terlalu ekstrim, kombinasi tersebut lebih disukai rasa maupun warnanya. Penampilan A2B1 bahkan lebih disukai pada saat batas akhir konsumsi, yaitu setelah 3 minggu penyimpanan. Namun yang perlu diperhatikan adalah masalah kestabilan lemak tempe berbumbu kari, karena kadar lemaknya bernilai tinggi baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Bahan pangan dengan kandungan kadar lemak yang tinggi mempunyai resiko terjadinya hidrolisis dan oksidasi lemak jika reaksi tersebut tidak ditahan dengan memanfaatkan bahan perintang untuk pengemasan bahan pangan tersebut.





## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

Penelitian ini adalah langkah awal pengembangan produk tempe agar dapat diterima sebagai makanan yang lebih bergengsi di mata masyarakat Indonesia maupun dunia internasional, dalam rangka mendukung gerakan ACMI. Adanya usaha peningkatan citra pangan tradisional yang sejajar dengan bahan pangan impor seperti *fast food* secara langsung berdampak positif terhadap para penghasil bahan pangan tradisional. Dengan demikian selain untuk mencapai keinginan konsumen sasaran lainnya adalah untuk distribusi pendapatan yang optimal.

Berdasarkan seluruh pengujian yang dilakukan produk dengan kode A2B1, yaitu tempe berbumbu kari dengan bahan pengemas Ni/PE merupakan kombinasi perlakuan yang terbaik di dalam pembuatan tempe berbumbu. Hal ini dilihat dari daya simpan maupun daya terima produk tersebut. Batas akhir konsumsi A2B1 adalah setelah 3 minggu penyimpanan dan pada saat tersebut A2B1 sangat disukai oleh konsumen. Namun yang perlu diperhatikan adalah stabilitas kadar lemak yang secara umum menjadi parameter yang paling sensitif selama penyimpanan.

Dengan demikian produk tradisional yang "diwarnai" secara tradisional ternyata lebih disukai, yaitu dalam hal ini bumbu kari untuk tempe berbumbu. Tetapi "sentuhan" teknologi tetap diperlukan untuk mendapatkan mutu yang terbaik dan hal tersebut dapat diterima oleh konsumen, khususnya dalam penelitian ini dilakukan modifikasi pengemasan dengan memanfaatkan bahan perintang. Seiring dengan meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap keamanan pangan dan meningkatnya kesejahteraan rakyat disimpulkan bahwa konsumen menyukai produk yang dikemas secara baik dan menarik.

## B. SARAN

Tempe berbumbu dapat dihasilkan melalui kerjasama pengrajin tempe, KOPTI, perguruan tinggi atau lembaga penelitian dan pihak swasta. Masing-masing pihak yang terkait dapat berperan secara aktif dan hasil yang diperoleh selayaknya menguntungkan.

Penelitian lanjutan yang perlu dilakukan antara lain (1) mengkaji aspek finansial dan pemasaran tempe untuk pengembangan tempe berbumbu sampai ke skala industri dengan konsep kerjasama di atas, (2) menetapkan formula bumbu yang paling baik dengan membandingkan berbagai cita rasa tradisional dengan warna yang bervariasi, atau cita rasa lainnya bergantung pada sasaran konsumen yang dituju, (3) menetapkan stabilitas lemak dalam tempe berbumbu kari, (4) menetapkan kondisi pemasakan yang optimal, (5) merancang bentuk kemasan dalam bentuk yang lebih menarik dan menguntungkan dari segi teknoekonomi yang berwawasan lingkungan, dan (6) membandingkan tempe berbumbu yang divakum dengan jenis pengemasan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

AOAC. 1984. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist, Washington DC.

Aristiarini, A. 1994. Antara Tempe, Jepang dan AIDS. Kompas edisi 6 Sptember 1994.

ASTM. 1979. Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing and Materials, Easton Madison.

Brown, W.E. 1992. Plastics in Food Packaging. Marcel Dekker, Inc., New York.

Briston, J.H. dan L.L. Katan. 1974. Plastic in Contact with Food. The Anchor Press, Ltd., Great Britain.

Budiastra, I.W. 1994. Penggunaan Barrier Material. Makalah pada *Food Packaging Course* Institut Pengemasan Indonesia, 29 Juni - 2 Juli 1994, Jakarta.

Daldiyono. 1994. Infeksi Lambung dan Tempe. Kompas edisi 24 Juli 1994.

Fardiaz, S. 1989. Analisis Mikrobiologi Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Fennema, O.R. 1985. Food Chemistry. Marcel Dekker, Inc., New York.

Haerah, A. 1993. Masalah Pengembangan Bahan Pangan Tradisional dalam Rangka Penganekaragaman Penyediaan Pangan. Di dalam Aku Cinta Makanan Indonesia dalam Rangka Meningkatkan Citra Makanan Indonesia, Prosiding Seminar Pengembangan Pangan Tradisional dalam Rangka Penganekaragaman Pangan. A. Soepanto, B. Subroto, T. Djuhati, dan I M. Winadiyasa (eds.). 12 Oktober 1993, Jakarta, Indonesia.

Karyadi. 1985. Prospek Pengembangan Tempe dalam Upaya Peningkatan Gizi dan Kesehatan Masyarakat. Di dalam Simposium Pemanfaatan Tempe dalam Peningkatan Upaya Kesehatan dan Gizi. Hermana dan D. Karyadi (eds.) Puslitbang Gizi, Balitbang Kesehatan, Departemen Kesehatan RI.

Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press, Jakarta.

Koswara, S. 1992. Teknologi Pengolahan Kedelai. Pustaka Sinar Harapan, Jakarta.

Menteri Negara Urusan Pangan. 1994. Pengarahan pada Rapat Koordinasi Pangan di DKI Jakarta, 17 Januari 1994.

Mighty Bean Tempeh Manufacturers Pty Ltd. 1994. Introduction to Soy Tempeh, Beyond Beef Nutriceutical (Promotion Brochure).

- Pascat, B. 1980. Study of some Factors Affecting Permeability. Di dalam Food Packaging and Preservation, Theory and Practice. M. Mathlouthi (ed.), hal. 7. Elsevier Applied Science Publishers, USA.
- Pedoman Pemasaryakatan Gerakan Aku Cinta Makanan Indonesia (ACMI). 1993. Kantor Menteri Negara Urusan Pangan, Jakarta.
- Puspitarini, N. 1994. Studi Perkiraan Umur Simpan Makanan Ringan Berminyak dalam Kemasan Plastik dengan Metoda Akselerasi. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Ratulangi, M.S. 1994. Plastik untuk Pengemas Pangan. Makalah pada *Food Packaging Course* Institut Pengemasan Indonesia, 29 Juni - 2 Juli 1994, Jakarta.
- Reitz, C.A. dan J.J. Wanderstock. 1965. A Guide to the Selection, Combination, and Cooking of Foods. The AVI Publising Co. Inc., Westport Connecticut.
- Sadli, S. 1985. Persepsi Masyarakat Mengenai Tempe. Di dalam Hermana dan D. Karyadi (eds.). Simposium Pemanfaatan Tempe dalam Peningkatan Upaya Kesehatan dan Gizi. Puslitbang Gizi, Balitbang Kesehatan, Departemen Kesehatan RI.
- Shurtleff, W. dan A. Aoyagi. 1980. The Book of Tempeh. Harper and Row, New York.
- Simatupang, I.A. 1985. Mempelajari Pengaruh Penyimpanan Beku Terhadap Penerimaan Tempe yang Berflavor. Skripsi Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
- Singh, R.P. dan D.R. Heldman. Introduction to Food Engineering. 1984. Academic Press, Inc., Orlando.
- Soekarto, S.T. 1985. Penilaian Organoleptik untuk Industri Pangan dan Hasil Pertanian. Bhratara Karya Aksara, Jakarta.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1980. Priinciples and Procedures of Statistics. Mc Graw Hill Kogakusha, Ltd., Tokyo.
- Wattimena, J. 1994. Trend Kemasan Makanan Menjelang Tahun 2000. Makalah pada *Food Packaging Course* Institut Pengemasan Indonesia, 27 Juni - 2 Juli 1994, Jakarta.
- Winarno, F.G. 1985. Tempe-Peningkatan Mutu dan Statusnya di Masyarakat. Di dalam Simposium Pemanfaatan Tempe dalam Peningkatan Upaya Kesehatan dan Gizi. Hermana dan D. Karyadi (eds.) Puslitbang Gizi, Balitbang Kesehatan, Departemen Kesehatan RI.
- Winarno, F.G. (ed.) 1986. International Soyfoods Symposium. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan (Pusbangtepa)/Food Technology Department Center (FTDC), Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Winarno, F.G. 1986. Kimia Pangan dan Gizi. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.



Hal Cipta (Hak Cipta) Unsur-unsur:

1. Diambil sebagai subjek atau objek karya seni, sastra, atau ilmu pengetahuan, dan merupakan bentuk
2. Berwujud sebagai bentuk fisik, elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
3. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
4. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
5. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
6. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
7. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
8. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
9. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya
10. Berwujud sebagai bentuk elektronik, magnetik, optik, mekanik, kimia, atau lainnya

## LAMPIRAN



## Lampiran 1. Jenis bumbu

### 1. Bumbu Merah

Bumbu yang digunakan diadaptasi dari bumbu yang umum digunakan dalam masakan asal Italia. Informasi mengenai bumbu tersebut diperoleh dari hasil wawancara dengan staf ahli tata boga majalah FEMINA, Ibu Rinto Habsari.

Satu *batch* atau satu kali pemasakan menggunakan 1000 mililiter air 115 gram pasta tomat, 6.5 gram *mixed herbs* atau campuran rempah-rempah dan bawang putih secukupnya (menimbulkan aroma). Mula-mula bumbu dicampur dengan air, kemudian tempe gelondong yang sudah berlubang dimasukkan. Pemasakan berlangsung 100 menit sampai air habis, 30 menit pertama digunakan api besar, selanjutnya api dikecilkan. Tempe yang matang berwarna merah.

### 2. Bumbu Kari

Bumbu kari yang digunakan merupakan kontribusi dari PT Anekapangan Dwitama dan diperoleh langsung dari pabrik pada *batch* produksi yang sama. Komposisi bumbu kari meliputi: bumbu, santan, minyak nabati, garam, bawang merah, bawang putih, cabai, rempah-rempah, gula, yeast ekstrak, dan tokoferol.

Diperlukan 4 bungkus kari (200 gram) dengan 1000 mililiter air masak untuk satu kali pemasakan selama 60 menit. Selain itu, juga ditambahkan *Gum arab* yang berfungsi sebagai *coating agent*, sebanyak 12 gram. Mula-mula bumbu ditumis sampai berbau wangi kemudian ditambahkan air dan *Gum arab*. Api besar digunakan sampai air mendidih (sekitar 20 menit) dan selanjutnya api dikecilkan. Tempe yang matang berwarna kuning dan bumbu menyerap.

## Lampiran 2. Prosedur analisis plastik

### 1. Ketebalan (ASTM, 1979)

Lembaran plastik dipotong berukuran 10 x 10 cm. Bahan yang akan dianalisa tidak boleh rusak dan bebas dari bekas-bekas mesin pembuatan. Plastik dikondisikan selama semalam di ruang penelitian (laboratorium) pada suhu 23 - 25°C dan RH 50%.

Lembaran plastik ditempatkan diantara dua permukaan sedemikian rupa sehingga pinggirannya paling sedikit 50 mm dari landasan. Kaki pengukur diturunkan dan dijaga supaya bahan uji coba tetap horizontal. Pembacaan angka dilakukan pada saat jarum penunjuk berhenti bergerak (dalam satuan mikrometer/ $\mu\text{m}$ ) dan dilakukan pengulangan sebanyak dua kali.

### 2. Laju transmisi uap air berdasarkan cara cawan (ASTM, 1979)

Bahan uji diipotong dari contoh bahan yang tersedia dengan menggunakan template. Apabila kedua permukaan dari bahan uji tidak sama, maka permukaan yang berhadapan dengan udara yang lebih lembab dipasang pada cawan menghadap keatas.

Bahan penyerap (desikan) diletakkan di dalam tiap cawan sehingga permukaannya berjarak 3 mm dari bahan uji. Tutup dari cawan diletakkan menghadap ke atas dan cincin logam diletakkan sehingga bagian yang teralur menghadap ke atas. Bahan uji diletakkan ke dalam tutup cawan. Cincin karet diletakkan untuk sealing ke dalam dan ditutup cawan disekrupkan.

Tiap cawan ditimbang dengan ketelitian 0.0001 g kemudian diletakkan dalam *humidity chamber* dan ditutup serta kipas angin dijalankan. Cawan ditimbang tiap hari pada jam yang hampir sama dan ditentukan pertambahan berat dari



## Lampiran 2. Lanjutan

tiap cawan, lalu dibuat grafik hubungan antara berat (mg) dan waktu (jam).

Untuk cawan angka WVTR dihitung dengan rumus :

$$WVTR = 4.8 \times \frac{m_2}{t} \text{ g/m}^2/24 \text{ jam}$$

dimana :

$m_2$  = pertambahan berat (mg/t jam)

$t$  = waktu dalam jam antara dua penimbangan terakhir

Dihitung harga rata-rata aritmatik WVTR dari angka WVTR seluruh cawan dan angka ini adalah angka WVTR yang didapat dalam satuan  $\text{g/m}^2/24$  jam.

### 3. Laju transmisi gas dari lembaran film (ASTM, 1979)

Contoh plastik dipotong berdiameter 105 - 108 mm dan harus bebas dari kerusakan atau cacat. Contoh ditempatkan pada dasar sel, ditutup dan sekrup dikencangkan. Ujung tester dimiringkan ke kiri maka tetesan merkuri pada dasar tabung pengukur menuju pipa kapiler. Kran 3 ditutup, kran A dan 4 dibuka, serta pompa vakum dihidupkan.

Tabung tekanan compensation dan tabung pengukur dikosongkan serta divakumkan sesempurna mungkin kira-kira lima menit (untuk mengurangi gas yang terabsorpsi dan teradsorpsi). Pemompaan dilanjutkan sampai tekanan dalam ruang 2 kurang dari 0.2 mmHg (27 pa). Kran 4 ditutup dan pompa vakum dimatikan.



## Lampiran 2. Lanjutan

Alat pengukur dikembalikan dengan posisi tegak lurus. Udara dimasukkan pelan-pelan pada distributor dengan cara membuka kran 3 sampai benang merkuri menuju kapiler pada skala nol dan kran A ditutup.

Gas uji dimasukkan melalui sel penutup dan aliran diatur. Benang merkuri akan turun (laju tergantung pada permeabilitas bahan). Selanjutnya dibuat grafik tinggi merkuri (h) dalam cm terhadap waktu (t) dan jam.

Laju transmisi gas (d) pada tekanan 1 atm dihitung berdasarkan rumus :

$$G = 24 \times \frac{T_0}{T} \times \frac{1}{P_0} \times \frac{10^4}{A} \times \frac{V + 2ah}{H - ch} \times c \frac{dh}{dt}$$

dimana :

$T_0 = 273 \text{ } ^\circ\text{K}$  (suhu pada  $0 \text{ } ^\circ\text{C}$ )

$G =$  Laju transmisi gas ( $\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{jam}/\text{mm}/\text{atm}$ )

$P_0 =$  Tekanan atmosfer normal (1 atm)

$A =$  Luas permukaan contoh uji dalam  $\text{cm}^2$

$V =$  Volume awal dari ruang 2 ( $0.0443 \text{ cm}^3$ )

$a =$  Penampang melintang dari tabung kapiler ( $0.0123 \text{ cm}^2$ )

$h =$  Tinggi merkuri dalam kapiler dibaca pada waktu start

$H =$  Tinggi kolom merkuri pada tekanan atm (tinggi barometer)  
dalam centimeter

$c =$  Faktor koreksi (1)

$\frac{dh}{dt} =$  Slope dari kurva pada titik t dalam cm/jam

## Lampiran 3. Hasil pengujian karakteristik film plastik di PPMB

REPUBLIK INDONESIA  
DEPARTEMEN PERDAGANGAN  
PUSAT PENGUJIAN MUTU BARANG

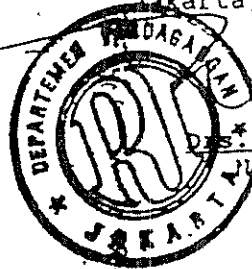
Jalan Raya Bogor KM. 26 Ciracas JAKARTA 13740 Kotak Pos 4235  
Telepon : 8710321-3 Fax : (021) 8710478

LAPORAN HASIL ANALISA  
PEFORT OF ANALYSIS

Pemohon : Sdr. MIRNA MATTJIK  
Applicant : Institut Pertanian Bogor  
Alamat :  
Address :  
Uraian Contoh : PLASTIK :  
Sample Description : - PFX (OPP/PVDC)  
- NYLON  
Tanggal diterima : 26 September 1994  
Date of received :  
Tanggal Analisa : 27 September s/d 04 Oktober 1994  
Date of testing :  
Hasil Pengujian :  
Test Result :

No.	Karakteristik Characteristics	Hasil Pengujian Test Result	Metoda Pengujian Test Methods
1.	Gas Transmission Rate (cc/m <sup>2</sup> /day): ✓		ASTM D 1434
	a. Oxygen (O <sub>2</sub> ):		
	- PFX (OPP/PVDC)	20,60	
	- NYLON	12,38	
	b. Carbon dioxide (CO <sub>2</sub> ):		
	- PFX (OPP/PVDC)	32,19	
	- NYLON	3,82	
2.	Water Vapour Transmission Rate (g/m <sup>2</sup> /day) :		ASTM E 96
	- PFX (OPP/PVDC)	1,04	
	- NYLON	2,18	

Jakarta, 04 Oktober 1994



Drs. Nuswandi, S.Ch.  
P. 070005546

#### Lampiran 4. Prosedur analisis proksimat

##### 1. Kadar Air (AOAC, 1984)

Cawan dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama satu jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya (X). Selanjutnya ditimbang lima gram contoh (Y) dalam cawan yang telah diketahui beratnya. Cawan berisi contoh dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C sampai diperoleh berat konstan, didinginkan dalam desikator dan ditimbang beratnya (Z). Kadar air sama dengan hasil jumlah X dan Y dikurangi Z kemudian dibagi Y. Hasil tersebut selanjutnya dikalikan 100 persen.

##### 2. Kadar Abu (AOAC, 1984)

Contoh sebanyak 2 - 5 gram ditempatkan dalam cawan porselen kering yang telah diketahui beratnya. Setelah contoh ditimbang dengan teliti, selanjutnya dilakukan pengabuan selama 3 - 5 jam sampai diperoleh berat yang tetap. Pengabuan dilakukan dengan menggunakan tanur dan dilaksanakan dalam dua tahap, yaitu tahap pertama dengan suhu 400 °C dan tahap kedua pada 550 °C.

Cawan berikut contoh kemudian didinginkan di dalam desikator dan ditimbang secepatnya setelah suhunya mencapai suhu kamar. Hasil kadar abu diperoleh melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar abu} = \frac{T - C}{M} \times 100\%$$

dimana:

M = berat awal **contoh** (gram)

T = berat **total** setelah pengabuan (gram)

C = berat awal **cawan** (gram)

## Lampiran 4. Lanjutan

### 3. Kadar Protein

Analisa protein yang dilakukan menggunakan metoda **Mikro Kjeldahl**. Dalam labu *Kjeldahl* contoh sebanyak lebih kurang 0.1 gram didekstruksi dengan 2.5 ml asam sulfat pekat menggunakan katalisator (campuran  $\text{CuSO}_4$  dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  dengan perbandingan 1 : 1.2) lebih kurang satu gram, sampai campuran menjadi hijau jernih.

Labu dan isinya didinginkan sehingga mencapai suhu kamar, kemudian isi labu dipindahkan ke dalam alat destilasi dan ditambahkan aquades secukupnya berikut NaOH 50 persen sebanyak 15 mililiter. Hasil destilasi ditampung di dalam labu erlenmeyer 100 mililiter yang telah berisi 25 mililiter HCl 0.02 N dan 3 tetes indikator mengsel. Destilasi berlangsung sampai campuran HCl dan destilat mencapai lebih kurang 50 mililiter. Hasil akhir dititrasi dengan larutan NaOH 0.02 N. Sebagai pembanding di dalam perhitungan dibutuhkan nilai blanko, dikerjakan sesuai dengan uraian di atas, tanpa menggunakan contoh bahan yang dianalisa.

Perubahan warna dari ungu menjadi hijau menandakan titik akhir titrasi. Kadar protein dihitung sebagai berikut :

$$\text{Kadar protein} = \frac{a \times N \times 14.007 \times 6.25}{M} \times 100 \%$$

dimana:

a = selisih titrant untuk titrasi blanko dan contoh (mililiter)

N = normalitas larutan NaOH sebagai titrant

M = berat contoh (miligram)

## Lampiran 4. Lanjutan

## 4. Kadar Lemak (AOAC, 1984)

Contoh bebas air sebanyak 2 - 3 gram diekstraksi dengan pelarut n-Heksan dalam alat sohxlet selama lebih kurang 6 jam. Setelah tahap ekstraksi, labu dimasukkan dalam oven bersuhu 105 °C sehingga diperoleh berat tetap. Sebelum penimbangan, labu disimpan dalam desikator sehingga mencapai suhu kamar. Kadar lemak ditentukan melalui perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Kadar lemak} = \frac{L1 - L0}{M} \times 100 \%$$

dimana:

L1 = berat labu sesudah ekstraksi (gram)

L0 = berat labu sebelum ekstraksi (gram)

M = berat awal contoh (gram)

Lampiran 5. Uji mikrobiologi (Fardiaz, 1989)

Sebanyak 1 gram contoh dilarutkan ke dalam 9 ml larutan pengencer 0.85% NaCl. Kemudian 0.1 ml dari pengenceran pertama dilarutkan ke dalam 9.9 ml larutan pengencer kedua dan seterusnya sehingga diperoleh tingkat pengenceran  $10^{-9}$ . Sebanyak 1 ml dari masing-masing pengenceran  $10^{-5}$ ,  $10^{-7}$ ,  $10^{-9}$  dipupukkan ke dalam cawan petri steril dan kemudian ke dalam cawan dituang PCA (Plate Count Agar) (dilakukan secara duplo).

Cawan kemudian digoyang-goyang untuk meratakan penyebaran sel-sel mikroba dan setelah agar memadat cawan diinkubasikan pada suhu ruang dengan posisi terbalik. Pengamatan terhadap total masing-masing mikroba dilakukan setelah inkubasi selama 48 jam, dimana satu koloni bakteri dianggap sebagai satu sel. Jumlah mikroba yang diambil adalah yang memenuhi *Standard Plate Count* (SPC). Penetapan jumlah koloni per gram sampel dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah koloni per gram} = \text{Jumlah koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

dimana:

$$\text{Faktor pengenceran} = V_0 \times F_0 \times F_i$$

$V_0$  = Volume yang ditambahkan (mililiter)

$F_0$  = Pengenceran awal

$F_i$  = Pengenceran berikutnya

## Lampiran 6. Uji hedonik (Soekarto, 1985)

Uji hedonik termasuk dalam kelompok uji penerimaan atau *preference test* yang menyangkut penilaian seseorang akan suatu sifat atau kualitas suatu bahan yang menyebabkan orang tersebut menyenangkan. Di dalam kelompok uji penerimaan panelis mengemukakan tanggapan pribadi, dengan demikian uji tersebut bersifat sangat subjektif.

Diperlukan panel dengan tanggapan yang dapat mewakili pendapat umum atau mewakili suatu populasi masyarakat tertentu, sesuai sasaran yang diinginkan. Karena tujuan uji penerimaan adalah untuk mengetahui apakah suatu komoditi atau sifat sensorik tertentu dapat diterima oleh masyarakat. Tanggapan yang diberikan harus cepat dan spontan, namun tidak diperlukan panelis yang terlatih secara khusus, kecuali jika diperlukan.

Di dalam uji kesukaan panelis diminta tanggapan pribadinya tentang kesukaan atau ketidaksukaan dalam berbagai tingkatan yang disebut skala hedonik. Skala tersebut kemudian ditransformasikan menjadi skala numerik dengan angka menaik menurut tingkat kesukaan. Data tersebut pada akhirnya dianalisis dengan metoda statistika. Uji kesukaan atau uji hedonik secara tidak langsung dapat digunaunakan untuk mengetahui perbedaan karena dapat menilai produk sejenis, tetapi yang menjadi obyek penilaian adalah hasil akhir produksi.

Di dalam penelitian ini dibutuhkan pengujian kesukaan terhadap kemasan, warna, bau, dan rasa produk. Pada saat pengujian rasa, produk dikondisikan menurut keadaan saat akan dikonsumsi. Tempe berbumbu ini merupakan jenis makanan siap hidang, namun sebelumnya dapat digoreng terlebih dahulu dengan minyak maksimal 30 mililiter untuk 20 potongan kecil (seperempat lingkaran) tempe berbumbu.

## Lampiran 6. Lanjutan

Masing-masing peubah respon dinilai dengan menggunakan 7 skala hedonik, dengan uraian sebagai berikut:

Skala hedonik	Skala numerik
7	sangat suka
6	agak suka
5	suka
4	netral
3	tidak suka
2	agak tidak suka
1	sangat tidak suka



## Lampiran 6. Lanjutan

Berikut ini adalah contoh formulir pengujian yang diisi oleh setiap panelis pada saat pelaksanaan uji hedonik:

KELOMPOK/JENIS KELAMIN/UMUR

TANGGAL

MINGGU KE

TULISKAN ANGKA YANG ANDA PILIH UNTUK MEMBERIKAN PENILAIAN TERHADAP:  
KEMASAN, WARNA, BAU DAN RASA PRODUK

DENGAN KONVERSI NILAI HEDONIK SEBAGAI BERIKUT:

- 7 = Amat sangat suka
- 6 = Sangat suka
- 5 = Suka
- 4 = Agak suka
- 3 = Agak tidak suka
- 2 = Tidak suka
- 1 = Sangat tidak suka

	KEMASAN	BAU	WARNA	RASA
0606				
1972				
0249				
1510				



## Lampiran 7. Rekapitulasi data analisis proksimat dan data suplemen

Kombinasi Perlakuan dan Waktu	Kadar Air		Kadar Abu		Kadar Protein		Kadar Lemak	
	I	II	I	II	I	II	I	II
A1B1C1	71.303	69.073	2.586	2.602	44.747	37.109	8.107	5.688
A1B2C1	71.242	69.731	2.557	2.627	43.974	42.413	7.823	11.600
A2B1C1	67.551	65.151	3.628	2.547	47.441	45.158	13.695	18.673
A2B2C1	65.472	65.451	3.316	2.796	41.048	41.610	16.774	15.346
A1B1C2	70.436	71.731	2.356	2.571	38.090	60.875	6.142	3.241
A1B2C2	71.956	70.972	2.365	2.557	41.187	52.824	6.778	3.750
A2B1C2	66.925	67.281	2.193	2.946	41.910	48.284	13.805	11.183
A2B2C2	64.694	65.806	3.481	2.676	47.417	53.350	17.854	24.415
A1B1C3	71.121	70.568	2.726	2.749	52.408	46.074	3.114	1.999
A1B2C3	72.055	70.730	2.796	2.788	48.161	43.943	3.752	2.450
A2B1C3	69.627	68.747	3.444	3.193	37.340	54.174	7.544	5.635
A2B2C3	65.019	66.646	2.366	2.851	45.482	39.350	17.143	13.714
A1B1C4	70.514	70.272	2.897	2.873	50.315	36.164	2.930	2.277
A1B2C4	70.952	70.150	2.585	2.783	46.723	27.705	2.977	2.047
A2B1C4	67.769	69.393	2.761	3.293	45.126	41.797	6.345	4.374
A2B2C4	66.150	67.239	3.158	3.469	46.035	39.248	10.384	12.314
A1B1C5	71.055	70.842	2.564	2.741	51.210	63.623	2.370	2.819
A1B2C5	72.724	71.137	2.470	2.163	46.902	66.461	2.047	2.703
A2B1C5	66.602	65.975	2.791	2.413	48.263	65.995	7.590	12.562
A2B2C5	67.800	66.072	2.880	2.343	45.857	45.306	11.514	15.382
Bahan baku*	68.405		2.095		38.703		7.234	
Suhu kamar* (Minggu ke-4)								
A1B1	67.701		2.025		35.925		3.794	
A1B2	71.911		2.378		52.375		3.862	
A2B1	65.956		2.282		21.833		5.343	
A2B2	64.361		2.374		16.698		6.638	

## Lampiran 7. Lanjutan

## Keterangan:

- A = Bumbu (A1 = Merah dan A2 = Kari)
- B = Plastik (B1 = Ny/PE dan B2 = PFX)
- C = Waktu (Minggu ke-0 - Minggu ke-4)
- I = Ulangan 1
- II = Ulangan 2
- \* = data *suplemen*, sebagai pembanding (hasil rata-rata)

## Lampiran 8. Hasil Pengolahan Data Proksimat dengan Rancangan Split in Time

General Linear Models Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	2	A1 A2
B	2	B1 B2
C	5	C1 C2 C3 C4 C5
BLOK	2	1 2

Number of observations in data set = 40

1. Dependent Variable: Y1 (KADAR AIR)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	229.7497421	9.9891192	11.63	0.0001
BLOK	1	2.5000000	2.5000000	1.38	0.3243
A	1	181.4504409	181.4504409	100.44	0.0021
B	1	1.5752961	1.5752961	0.87	0.4193
A*B	1	11.4554209	11.4554209	6.34	0.0863
GALAT 1	3	5.4198500	1.8066167		
C	4	7.7840681	1.9460170	2.27	0.1074
LINIER(W)	1	5.56723520	5.56723520	6.48	0.0216
KUADRATIK(W)	1	1.48672514	1.48672514	1.73	0.2068
KUBIK(W)	1	0.19572311	0.19572311	0.23	0.6396
A*C	4	8.6522806	2.1630701	2.52	0.0823
B*C	4	8.5726849	2.1431712	2.50	0.0843
A*B*C	4	2.3397006	0.5849252	0.68	0.6152
GALAT 2	16	13.7422010	0.8588876		
Corrected Total	39	243.4919431			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y1 Mean	
	0.943562	1.345115	0.926762	68.8983500	

Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 1.806617  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.3673

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	BLOK
A	69.148	20	1
A	68.648	20	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 1.806617  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.3673

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	71.028	20	A1
B	66.768	20	A2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 1.806617  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.3673

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	69.097	20	B1
A	68.700	20	B2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
A1	B1	10	70.6915000	0.72274988
A1	B2	10	71.3649000	1.37638007
A2	B1	10	67.5021000	1.44398834
A2	B2	10	66.0349000	0.97146847



## Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 0.858888  
 Critical Value of Studentized Range= 4.333  
 Minimum Significant Difference= 1.4196

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	C
A	69.314	8	C3
A			
A	69.276	8	C5
A			
A	69.055	8	C4
A			
A	68.725	8	C2
A			
A	68.122	8	C1

Level of A	Level of C	N	Mean	SD
A1	C1	4	70.3372500	1.11312065
A1	C2	4	71.2737500	0.69938562
A1	C3	4	71.1185000	0.66608833
A1	C4	4	70.4720000	0.35395292
A1	C5	4	71.9395000	1.86049214
A2	C1	4	65.9062500	1.10625958
A2	C2	4	66.1765000	1.17121717
A2	C3	4	67.5097500	2.07873637
A2	C4	4	67.6377500	1.35037411
A2	C5	4	66.6122500	0.83841373

Level of B	Level of C	N	Mean	SD
B1	C1	4	68.2695000	2.58772867
B1	C2	4	69.0932500	2.36264405
B1	C3	4	70.0157500	1.04680637
B1	C4	4	69.4870000	1.24248595
B1	C5	4	68.6185000	2.70400006
B2	C1	4	67.9740000	2.96605271
B2	C2	4	68.3570000	3.63850684
B2	C3	4	68.6125000	3.32239758
B2	C4	4	68.6227500	2.29398887
B2	C5	4	69.9332500	3.82362423

## Lampiran 8. Lanjutan

Level of A	Level of B	Level of C	N	-----YI-----	
				Mean	SD
A1	B1	C1	2	70.1880000	1.57684812
A1	B1	C2	2	71.0835000	0.91570328
A1	B1	C3	2	70.8445000	0.39103005
A1	B1	C4	2	70.3930000	0.17111984
A1	B1	C5	2	70.9485000	0.15061374
A1	B2	C1	2	70.4865000	1.06843835
A1	B2	C2	2	71.4640000	0.69579307
A1	B2	C3	2	71.3925000	0.93691649
A1	B2	C4	2	70.5510000	0.56709964
A1	B2	C5	2	72.9305000	2.53639202
A2	B1	C1	2	66.3510000	1.69705627
A2	B1	C2	2	67.1030000	0.25173001
A2	B1	C3	2	69.1870000	0.62225397
A2	B1	C4	2	68.5810000	1.14834141
A2	B1	C5	2	66.2885000	0.44335595
A2	B2	C1	2	65.4615000	0.01484924
A2	B2	C2	2	65.2500000	0.78630274
A2	B2	C3	2	65.8325000	1.15046273
A2	B2	C4	2	66.6945000	0.77003928
A2	B2	C5	2	66.9360000	1.22188052

## Lampiran 8. Lanjutan

2. Dependent Variable: Y2 (KADAR ABU)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	3.25692998	0.14160565	1.22	0.3467
BLOK	1	0.02204303	0.02204303	0.52	0.5247
A	1	0.95759303	0.95759303	22.39	0.0179
B	1	0.01793522	0.01793522	0.42	0.5634
A*B	1	0.03030503	0.03030503	0.71	0.4617
GALAT 1	3	0.12832247	0.04277416		
C	4	0.97731260	0.24432815	2.10	0.1278
LINIER(W)	1	0.04579245	0.04579245	0.39	0.5389
KUADRATIK(W)	1	0.20077289	0.20077289	1.73	0.2071
KUBIK(W)	1	0.73000205	0.73000205	6.29	0.0233
A*C	4	0.16903560	0.04225890	0.36	0.8307
B*C	4	0.38269340	0.09567335	0.82	0.5290
A*B*C	4	0.57168960	0.14292240	1.23	0.3371
GALAT 2	16	1.85834200	0.11614637		
Corrected Total	39	5.11527197			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y2 Mean	
	0.636707	12.29214	0.340803	2.77252500	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.042774  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.2104

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	BLOK
A	2.7960	20	1
A			
A	2.7490	20	2



## Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.042774  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.2104

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	2.9272	20	A2
B	2.6178	20	A1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.042774  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.2104

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	2.7937	20	B1
A	2.7513	20	B2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
A1	B1	10	2.66650000	0.16273581
A1	B2	10	2.56910000	0.20150735
A2	B1	10	2.92090000	0.46628495
A2	B2	10	2.93360000	0.41484273

## Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 0.116146  
 Critical Value of Studentized Range= 4.333  
 Minimum Significant Difference= 0.522

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	C
A	2.977	8	C4
A			
A	2.864	8	C3
A			
A	2.832	8	C1
A			
A	2.643	8	C2
A			
A	2.546	8	C5

Level of A	Level of C	N	Mean	SD
A1	C1	4	2.59300000	0.02933712
A1	C2	4	2.46225000	0.11768709
A1	C3	4	2.76475000	0.03299874
A1	C4	4	2.78450000	0.14176389
A1	C5	4	2.48450000	0.24199518
A2	C1	4	3.07175000	0.49005875
A2	C2	4	2.82400000	0.53746256
A2	C3	4	2.96350000	0.46662369
A2	C4	4	3.17025000	0.30108401
A2	C5	4	2.60675000	0.26815216

Level of B	Level of C	N	Mean	SD
B1	C1	4	2.84075000	0.52534140
B1	C2	4	2.51650000	0.32550115
B1	C3	4	3.02800000	0.35086845
B1	C4	4	2.95600000	0.23235318
B1	C5	4	2.62725000	0.17287447
B2	C1	4	2.82400000	0.34299951
B2	C2	4	2.76975000	0.49117232
B2	C3	4	2.70025000	0.22458610
B2	C4	4	2.99875000	0.39337546
B2	C5	4	2.46400000	0.30459481

## Lampiran 8. Lanjutan .

Level of A	Level of B	Level of C	N	Mean	SD
A1	B1	C1	2	2.59400000	0.01131371
A1	B1	C2	2	2.46350000	0.15202796
A1	B1	C3	2	2.73750000	0.01626346
A1	B1	C4	2	2.88500000	0.01697056
A1	B1	C5	2	2.65250000	0.12515790
A1	B2	C1	2	2.59200000	0.04949747
A1	B2	C2	2	2.46100000	0.13576450
A1	B2	C3	2	2.79200000	0.00565685
A1	B2	C4	2	2.68400000	0.14000714
A1	B2	C5	2	2.31650000	0.21708178
A2	B1	C1	2	3.08750000	0.76438243
A2	B1	C2	2	2.56950000	0.53245141
A2	B1	C3	2	3.31850000	0.17748380
A2	B1	C4	2	3.02700000	0.37618081
A2	B1	C5	2	2.60200000	0.26728636
A2	B2	C1	2	3.05600000	0.36769553
A2	B2	C2	2	3.07850000	0.56922096
A2	B2	C3	2	2.60850000	0.34294679
A2	B2	C4	2	3.31350000	0.21991021
A2	B2	C5	2	2.61150000	0.37971634

*a Hick cipu mih IPB University*

## Lampiran 8. Lanjutan

3. Dependent Variable: Y3 (KADAR PROTEIN)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	1293.819176	56.253008	0.76	0.7324
BLOK	1	43.73744823	43.73744823	1.38	0.3248
A	1	10.72985222	10.72985222	0.34	0.6014
B	1	65.29813622	65.29813622	2.06	0.2466
A*B	1	2.73685922	2.73685922	0.09	0.7880
GALAT 1	3	95.0346553	31.6782184		
C	4	786.1298114	196.5324528	2.66	0.0714
LINIER(W)	1	209.3368513	209.3368513	2.83	0.1120
KUADRATIK(W)	1	95.3127000	95.3127000	1.29	0.2732
KUBIK(W)	1	459.6726903	459.6726903	6.21	0.0241
A*C	4	102.0704036	25.5176009	0.34	0.8438
B*C	4	62.4878096	15.6219524	0.21	0.9285
A*B*C	4	125.5942001	31.3985500	0.42	0.7889
GALAT 2	16	1184.252560	74.015785		
Corrected Total	39	2478.071736			
		R-Square	C.V.	Root MSE	Y3 Mean
		0.522107	18.49067	8.603243	46.5274750

## Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 31.67822  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 5.7256

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	BLOK
A	47.573	20	2
A	45.482	20	1

Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 74.01578  
 Critical Value of Studentized Range= 4.333  
 Minimum Significant Difference= 13.178

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	C
A	54.202	8	C5
A	47.992	8	C2
A	45.866	8	C3
A	42.938	8	C1
A	41.639	8	C4

Level of A	Level of C	N	Mean	SD
A1	C1	4	42.0607500	3.4409482
A1	C2	4	48.2440000	10.5423515
A1	C3	4	47.6465000	3.6113368
A1	C4	4	40.2267500	10.2838743
A1	C5	4	57.0490000	9.4667620
A2	C1	4	43.8142500	3.0259895
A2	C2	4	47.7402500	4.6854834
A2	C3	4	44.0865000	7.5642750
A2	C4	4	43.0515000	3.1222431
A2	C5	4	51.3552500	9.8439231

Level of B	Level of C	N	Mean	SD
B1	C1	4	43.6137500	4.4955007
B1	C2	4	47.2897500	9.9854004
B1	C3	4	47.4990000	7.6133613
B1	C4	4	43.3505000	5.9362111
B1	C5	4	57.2727500	8.8380966
B2	C1	4	42.2612500	1.2718284
B2	C2	4	48.6945000	5.6780576
B2	C3	4	44.2340000	3.6931003
B2	C4	4	39.9277500	8.8191383
B2	C5	4	51.1315000	10.2410781



Halo Guru! (Platform) Universitas IPB  
 1. Di dalam lingkungan sebagai salah satu bagian dari upaya meningkatkan dan meningkatkan kualitas  
 2. Peningkatan hasil belajar dan kompetensi siswa melalui berbagai metode, pendekatan, dan model pembelajaran yang inovatif, kreatif, dan menyenangkan.  
 3. Mengembangkan dan meningkatkan kompetensi yang wajib bagi IPB University.  
 4. Berperan sebagai mitra dan pengembang teknologi dalam meningkatkan kualitas dan efisiensi belajar bagi IPB University.

## Lampiran 8. Lanjutan

Level of A	Level of B	Level of C	N	-----Y3-----	
				Mean	SD
A1	B1	C1	2	40.9280000	5.4008816
A1	B1	C2	2	49.4825000	16.1114280
A1	B1	C3	2	49.2410000	4.4788144
A1	B1	C4	2	43.2395000	10.0062681
A1	B1	C5	2	57.4165000	8.7773165
A1	B2	C1	2	43.1935000	1.1037937
A1	B2	C2	2	47.0055000	8.2286016
A1	B2	C3	2	46.0520000	2.9825764
A1	B2	C4	2	37.2140000	13.4477568
A1	B2	C5	2	56.6815000	13.8303015
A2	B1	C1	2	46.2995000	1.6143248
A2	B1	C2	2	45.0970000	4.5070986
A2	B1	C3	2	45.7570000	11.9034356
A2	B1	C4	2	43.4615000	2.3539585
A2	B1	C5	2	57.1290000	12.5384174
A2	B2	C1	2	41.3290000	0.3973940
A2	B2	C2	2	50.3835000	4.1952645
A2	B2	C3	2	42.4160000	4.3359788
A2	B2	C4	2	42.6415000	4.7991337
A2	B2	C5	2	45.5815000	0.3896158

Halaman 92 dari 100 halaman

Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 31.67822  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 5.7256

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	47.045	20	A1
A	46.010	20	A2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 31.67822  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 5.7256

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	47.805	20	B1
A	45.250	20	B2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
A1	B1	10	48.0615000	9.52251182
A1	B2	10	46.0293000	9.71992029
A2	B1	10	47.5488000	7.92956873
A2	B2	10	44.4703000	4.30772704

## Lampiran 8. Lanjutan

## 4. Dependent Variable: Y4 (KADAR LEMAK)

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	23	1256.257090	54.619873	10.35	0.0001
BLOK	1	0.3018906	0.3018906	0.05	0.8335
A	1	736.3613532	736.3613532	128.04	0.0015
B	1	69.7884306	69.7884306	12.13	0.0400
A*B	1	36.7431392	36.7431392	6.39	0.0856
GALAT 1	3	17.2536363	5.7512121		
C	4	265.5682113	66.3920528	12.57	0.0001
LINIER(W)	1	112.1692810	112.1692810	21.25	0.0003
KUADRATIK(W)	1	9.4252687	9.4252687	1.79	0.2002
KUBIK(W)	1	26.8100168	26.8100168	5.08	0.0386
A*C	4	39.1669162	9.7917290	1.85	0.1678
B*C	4	37.9972632	9.4993158	1.80	0.1784
A*B*C	4	53.0762497	13.2690624	2.51	0.0827
GALAT 2	16	84.475748	5.279734		
Corrected Total	39	1340.732838			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y4 Mean	
	0.936993	26.96364	2.297767	8.52172500	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 5.751212  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 2.4396

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	BLOK
A	8.609	20	2
A	8.435	20	1



## Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 5.751212  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 2.4396

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	12.812	20	A2
B	4.231	20	A1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 5.751212  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 2.4396

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	9.843	20	B2
B	7.201	20	B1

Level of A	Level of B	N	-----Y4----- Mean	SD
A1	B1	10	3.8687000	2.04567099
A1	B2	10	4.5936000	3.15386110
A2	B1	10	10.5330000	4.48283987
A2	B2	10	15.0916000	4.59217630

## Lampiran 8. Lanjutan

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 16 MSE= 5.279734  
 Critical Value of Studentized Range= 4.333  
 Minimum Significant Difference= 3.5197

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	C
A	12.214	8	C1
A			
A	10.896	8	C2
B	7.123	8	C5
B			
B	6.919	8	C3
B			
B	5.456	8	C4

Level of A	Level of C	N	Mean	SD
A1	C1	4	8.3067500	2.44735468
A1	C2	4	4.9777500	1.74356424
A1	C3	4	2.8287500	0.76717985
A1	C4	4	2.5577500	0.46691425
A1	C5	4	2.4847500	0.34840051
A2	C1	4	16.1220000	2.11543613
A2	C2	4	16.8142500	5.76249491
A2	C3	4	11.0090000	5.34880304
A2	C4	4	8.3542500	3.63680174
A2	C5	4	11.7620000	3.22549676

Level of B	Level of C	N	Mean	SD
B1	C1	4	11.5407500	5.81822151
B1	C2	4	8.5927500	4.77927291
B1	C3	4	4.5730000	2.49725463
B1	C4	4	3.9815000	1.80288297
B1	C5	4	7.3162500	5.47203937
B2	C1	4	12.8880000	4.01517289
B2	C2	4	13.1992500	9.62601549
B2	C3	4	9.2647500	7.27309835
B2	C4	4	6.9305000	5.17646820
B2	C5	4	6.9305000	6.15313256

Level of A	Level of B	Level of C	N	-----Y4----- Mean	SD
A1	B1	C1	2	6.8975000	1.71049130
A1	B1	C2	2	4.6915000	2.05131677
A1	B1	C3	2	2.5565000	0.78842406
A1	B1	C4	2	2.6035000	0.46174073
A1	B1	C5	2	2.5945000	0.31749094
A1	B2	C1	2	9.7160000	2.66437835
A1	B2	C2	2	5.2640000	2.14111933
A1	B2	C3	2	3.1010000	0.92065303
A1	B2	C4	2	2.5120000	0.65760931
A1	B2	C5	2	2.3750000	0.46386205
A2	B1	C1	2	16.1840000	3.51997756
A2	B1	C2	2	12.4940000	1.85403398
A2	B1	C3	2	6.5895000	1.34986685
A2	B1	C4	2	5.3595000	1.39370747
A2	B1	C5	2	12.0380000	0.74104791
A2	B2	C1	2	16.0600000	1.00974848
A2	B2	C2	2	21.1345000	4.63932759
A2	B2	C3	2	15.4285000	2.42466915
A2	B2	C4	2	11.3490000	1.36471609
A2	B2	C5	2	11.4860000	5.50977604

## Lampiran 9. Hasil uji mikrobiologi

Waktu	Kombinasi Perlakuan							
	A1B1		A1B2		A2B1		A2B2	
	I	II	I	II	I	II	I	II
Minggu ke-3	6.9e5	4.0e7	7.9e5	9.2e7	7.4e5	7.5e7	5.0e5	3.5e7
Minggu ke-4	6.8e6	1.3e6	8.5e7	1.7e8	5.6e6	3.6e7	4.4e7	6.6e7
Minggu ke-0 <sup>†</sup> (tanpa kenasan)	3.4e2 (bumbu merah)				8.9e3 (bumbu kari)			
Suhu kamar <sup>†</sup> (Minggu ke-4)	4.6e9		5.3e9		8.7e9		8.6e9	

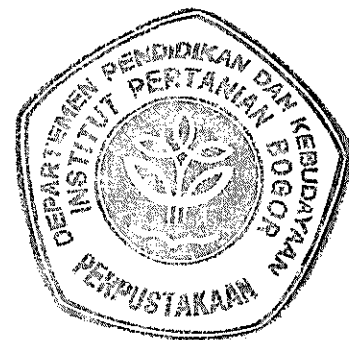
## Keterangan:

Hasil dalam satuan **TPC/gram**

*en* = tingkat pengenceran

=  $\times 10^n$ ,  $n = \{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

\* = data suplemen, sebagai pembanding (hasil rata-rata)



## Lampiran 10. Rekapitulasi data uji hedonik

DATA SKOR RATA-RATA

UHS	Faktor-A	Faktor-B	Ulangan	Minggu	Kemasan	Bau	Warna	Rasa
1	a1	b1	1	0	4.75	4.44	4.81	3.69
2	a1	b2	1	0	4.06	4.06	4.50	4.44
3	a2	b1	1	0	4.75	4.06	4.81	4.94
4	a2	b2	1	0	4.19	4.31	4.56	4.75
5	a1	b1	2	0	4.63	3.63	4.00	3.63
6	a1	b2	2	0	3.50	3.56	3.63	3.38
7	a2	b1	2	0	4.31	4.25	4.31	4.94
8	a2	b2	2	0	4.94	4.56	4.38	5.25
9	a1	b1	1	1	4.38	3.63	3.69	2.94
10	a1	b2	1	1	3.50	3.13	3.44	3.25
11	a2	b1	1	1	4.94	2.88	4.63	4.69
12	a2	b2	1	1	3.25	3.75	3.94	4.50
13	a1	b1	2	1	4.38	4.31	4.06	3.94
14	a1	b2	2	1	3.81	4.00	4.38	3.31
15	a2	b1	2	1	3.88	3.63	4.00	5.19
16	a2	b2	2	1	3.75	3.69	4.38	5.19

DATA SKOR RATA-RATA

UHS	Faktor-A	Faktor-B	Ulangan	Minggu	Kemasan	Bau	Warna	Rasa
1	a1	b1	1	2	4.75	2.88	4.00	3.81
2	a1	b2	1	2	3.63	2.81	4.13	3.50
3	a2	b1	1	2	5.00	3.25	4.44	5.06
4	a2	b2	1	2	4.50	2.88	4.31	4.00
5	a1	b1	2	2	3.81	3.94	3.69	3.19
6	a1	b2	2	2	3.63	3.56	3.63	3.36
7	a2	b1	2	2	4.31	4.00	4.88	3.19
8	a2	b2	2	2	4.13	3.88	4.06	4.75
9	a1	b1	1	3	4.50	3.44	3.88	.
10	a1	b2	1	3	4.13	3.69	3.31	.
11	a2	b1	1	3	4.06	4.94	5.06	.
12	a2	b2	1	3	4.19	3.69	4.06	.
13	a1	b1	2	3	3.94	3.38	3.38	.
14	a1	b2	2	3	3.50	3.25	3.06	.
15	a2	b1	2	3	4.31	3.75	4.69	.
16	a2	b2	2	3	4.06	3.69	4.19	.
17	a1	b1	1	4	4.19	2.88	3.63	.
18	a1	b2	1	4	4.25	3.06	3.69	.
19	a2	b1	1	4	4.25	3.31	3.81	.
20	a2	b2	1	4	4.13	3.19	3.88	.
21	a1	b1	2	4	4.56	3.81	4.38	.
22	a1	b2	2	4	3.94	3.25	3.69	.
23	a2	b1	2	4	4.06	3.13	4.00	.
24	a2	b2	2	4	3.50	3.44	3.63	.

## Lampiran 11. Hasil Pengolahan Data Uji Hedonik dengan Rancangan Faktorial-RAK

Analysis of Variance Procedure  
Class Level Information

Class	Levels	Values
A	2	a1 a2
B	2	b1 b2
REP	2	1 2

Number of observations in by group = 8

## 1. Dependent Variable: Y1 (Kemasan)

## 1.1. Lama Penyimpanan 0 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.04175000	0.26043750	1.49	0.3874
REP	1	0.01711250	0.01711250	0.10	0.7750
A	1	0.19531250	0.19531250	1.12	0.3683
B	1	0.38281250	0.38281250	2.19	0.2357
A*B	1	0.44651250	0.44651250	2.55	0.2085
Error	3	0.52493750	0.17497917		
Corrected Total	7	1.56668750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y1 Mean	
	0.664938	9.525878	0.418305	4.39125000	

## Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.174979  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.9515

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.437	4	1
A	4.345	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.174979  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.9515

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.548	4	a2
A	4.235	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.174979  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.9515

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.610	4	b1
A	4.173	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y1----- Mean	SD
a1	b1	2	4.69000000	0.08485281
a1	b2	2	3.78000000	0.39597980
a2	b1	2	4.53000000	0.31112698
a2	b2	2	4.56500000	0.53033009



Halo, Gue Mahasiswa Unswagati  
 1. Dukung kegiatan sebagai mahasiswa Unswagati  
 2. Berpartisipasi dalam kegiatan akademik dan non akademik  
 3. Mengembangkan kemampuan diri sebagai mahasiswa Unswagati  
 4. Berprestasi dalam berbagai bidang akademik dan non akademik  
 5. Mengembangkan sikap sebagai mahasiswa Unswagati  
 6. Mengembangkan kemampuan diri sebagai mahasiswa Unswagati  
 7. Mengembangkan kemampuan diri sebagai mahasiswa Unswagati  
 8. Mengembangkan kemampuan diri sebagai mahasiswa Unswagati  
 9. Mengembangkan kemampuan diri sebagai mahasiswa Unswagati  
 10. Mengembangkan kemampuan diri sebagai mahasiswa Unswagati

1.2. Lama Penyimpanan 1 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.36935000	0.34233750	1.41	0.4043
REP	1	0.00781250	0.00781250	0.03	0.8690
A	1	0.00781250	0.00781250	0.03	0.8690
B	1	1.33661250	1.33661250	5.52	0.1004
A*B	1	0.01711250	0.01711250	0.07	0.8077
Error	3	0.72703750	0.24234583		
Corrected Total	7	2.09638750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y1 Mean	
	0.653195	12.34961	0.492286	3.98625000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.242346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.1198

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.017	4	1
A	3.955	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.242346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.1198

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.017	4	a1
A	3.955	4	a2



Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.242346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.1198

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N	B
A	A	4.395	4	b1
A	A	3.578	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y1----- Mean	SD
a1	b1	2	4.38000000	0.00000000
a1	b2	2	3.65500000	0.21920310
a2	b1	2	4.41000000	0.74953319
a2	b2	2	3.50000000	0.35355339

1.3. Lama Penyimpanan 2 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.59990000	0.39997500	4.83	0.1132
REP	1	0.50000000	0.50000000	6.04	0.0910
A	1	0.56180000	0.56180000	6.79	0.0800
B	1	0.49005000	0.49005000	5.92	0.0931
A*B	1	0.04805000	0.04805000	0.58	0.5015
Error	3	0.24830000	0.08276667		
Corrected Total	7	1.84820000			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y1 Mean
0.865653	6.817345	0.287692	4.22000000



Halo, Gue, IPB University...  
 1. Diambil sebagai...  
 2. Pengujian...  
 3. Pengujian...  
 4. Pengujian...  
 5. Pengujian...  
 6. Pengujian...  
 7. Pengujian...  
 8. Pengujian...  
 9. Pengujian...  
 10. Pengujian...

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.082767  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6544

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.470	4	1
A			
A	3.970	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.082767  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6544

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.485	4	a2
A			
A	3.955	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.082767  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6544

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.467	4	b1
A			
A	3.972	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y1----- Mean	SD
a1	b1	2	4.28000000	0.66468037
a1	b2	2	3.63000000	0.00000000
a2	b1	2	4.65500000	0.48790368
a2	b2	2	4.31500000	0.26162951



1. Diambil sebagai dasar...  
 2. Penelitian yang...  
 3. Penelitian yang...  
 4. Penelitian yang...  
 5. Penelitian yang...  
 6. Penelitian yang...  
 7. Penelitian yang...  
 8. Penelitian yang...  
 9. Penelitian yang...  
 10. Penelitian yang...

1.4. Lama Penyimpanan 3 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.34855000	0.08713750	1.04	0.5082
REP	1	0.14311250	0.14311250	1.70	0.2828
A	1	0.03781250	0.03781250	0.45	0.5502
B	1	0.10811250	0.10811250	1.29	0.3389
A*B	1	0.05951250	0.05951250	0.71	0.4616
Error	3	0.25183750	0.08394583		
Corrected Total	7	0.60038750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y1 Mean	
	0.580542	7.090464	0.289734	4.08625000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.083946  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6591

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.220	4	1
A	3.952	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.083946  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6591

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.155	4	a2
A	4.017	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.083946  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6591

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N	B
A	A	4.202	4	b1
A	A	3.970	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y1----- Mean	SD
a1	b1	2	4.22000000	0.39597980
a1	b2	2	3.81500000	0.44547727
a2	b1	2	4.18500000	0.17677670
a2	b2	2	4.12500000	0.09192388

1.5. Lama Penyimpanan 4 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.39120000	0.09780000	1.13	0.4807
REP	1	0.07220000	0.07220000	0.83	0.4293
A	1	0.12500000	0.12500000	1.44	0.3166
B	1	0.19220000	0.19220000	2.21	0.2338
A*B	1	0.00180000	0.00180000	0.02	0.8947
Error	3	0.26080000	0.08693333		
Corrected Total	7	0.65200000			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y1 Mean
0.600000	7.173834	0.294845	4.11000000



Halo, Gini! IPB University...  
 1. Diambil sebagai bagian dari...  
 2. Penelitian yang dilakukan...  
 3. Penelitian yang dilakukan...  
 4. Penelitian yang dilakukan...  
 5. Penelitian yang dilakukan...  
 6. Penelitian yang dilakukan...  
 7. Penelitian yang dilakukan...  
 8. Penelitian yang dilakukan...  
 9. Penelitian yang dilakukan...  
 10. Penelitian yang dilakukan...

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.086933  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6707

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.205	4	1
A	4.015	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.086933  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6707

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.235	4	a1
A	3.985	4	a2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y1

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.086933  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6707

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.265	4	b1
A	3.955	4	b2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
a1	b1	2	4.37500000	0.26162951
a1	b2	2	4.09500000	0.21920310
a2	b1	2	4.15500000	0.13435029
a2	b2	2	3.81500000	0.44547727





2. Dependent Variable: Y2 Bau

2.1. Lama Penyimpanan 0 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.50115000	0.12528750	0.92	0.5490
REP	1	0.09461250	0.09461250	0.70	0.4653
A	1	0.27751250	0.27751250	2.04	0.2484
B	1	0.00151250	0.00151250	0.01	0.9226
A*B	1	0.12751250	0.12751250	0.94	0.4042
Error	3	0.40773750	0.13591250		
Corrected Total	7	0.90888750			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y2 Mean
0.551388	8.972635	0.368663	4.10875000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.135913  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.8386

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.217	4	1
A	4.000	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.135913  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.8386

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.295	4	a2
A	3.923	4	a1



Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.135913  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.8386

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.122	4	b2
A	4.095	4	b1

Level of A	Level of B	N	-----Y2----- Mean	SD
a1	b1	2	4.03500000	0.57275649
a1	b2	2	3.81000000	0.35355339
a2	b1	2	4.15500000	0.13435029
a2	b2	2	4.43500000	0.17677670

2.2. Lama Penyimpanan 1 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.16425000	0.29106250	3.29	0.1778
REP	1	0.62720000	0.62720000	7.09	0.0762
A	1	0.15680000	0.15680000	1.77	0.2753
B	1	0.00180000	0.00180000	0.02	0.8956
A*B	1	0.37845000	0.37845000	4.28	0.1305
Error	3	0.26550000	0.08850000		
Corrected Total	7	1.42975000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y2 Mean	
	0.814303	8.200951	0.297489	3.62750000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.0885  
Critical Value of Studentized Range= 4.549  
Minimum Significant Difference= 0.6767

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	3.907	4	2
A			
A	3.348	4	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.0885  
Critical Value of Studentized Range= 4.549  
Minimum Significant Difference= 0.6767

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	3.768	4	a1
A			
A	3.487	4	a2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.0885  
Critical Value of Studentized Range= 4.549  
Minimum Significant Difference= 0.6767

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	3.642	4	b2
A			
A	3.612	4	b1

Level of A	Level of B	N	-----Y2----- Mean	SD
a1	b1	2	3.97000000	0.48083261
a1	b2	2	3.56500000	0.61518290
a2	b1	2	3.25500000	0.53033009
a2	b2	2	3.72000000	0.04242641



2.3. Lama Penyimpanan 2 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.77890000	0.44472500	33.27	0.0081
REP	1	1.58420000	1.58420000	118.52	0.0017
A	1	0.08405000	0.08405000	6.29	0.0871
B	1	0.11045000	0.11045000	8.26	0.0638
A*B	1	0.00020000	0.00020000	0.01	0.9104
Error	3	0.04010000	0.01336667		
Corrected Total	7	1.81900000			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y2 Mean
0.977955	3.400421	0.115614	3.40000000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.013367  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.263

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	3.8450	4	2
B	2.9550	4	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.013367  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.263

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	3.5025	4	a2
A	3.2975	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.013367  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.263

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	3.5175	4	b1
A	3.2825	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y2----- Mean	SD
a1	b1	2	3.41000000	0.74953319
a1	b2	2	3.18500000	0.53033009
a2	b1	2	3.62500000	0.53033009
a2	b2	2	3.38000000	0.70710678

Halo, saya mahasiswa Universitas IPB  
 1. Di dalam tugas saya sebagai mahasiswa saya harus bisa menggunakan komputer dan spreadsheet seperti  
 2. Pengolahan hasil data statistik menggunakan spreadsheet, seperti excel, pergunakan hasil email, penyesuaian seperti, penulisan kritis atau tulisan untuk masalah  
 3. Pengolahan data statistik menggunakan yang wajib IPB University  
 4. Di dalam menggunakan dan menggunakan selang atau selang kritis bisa bisa di dalam seperti seperti seperti IPB University

a Halo saya mahasiswa IPB University

2.4. Lama Penyimpanan 3 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	1.45665000	0.36416250	2.43	0.2459
REP	1	0.35701250	0.35701250	2.38	0.2204
A	1	0.66701250	0.66701250	4.45	0.1254
B	1	0.17701250	0.17701250	1.18	0.3567
A*B	1	0.25561250	0.25561250	1.71	0.2827
Error	3	0.44963750	0.14987917		
Corrected Total	7	1.90628750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y2 Mean	
	0.764129	10.38263	0.387142	3.72875000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.149879  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.8806

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	3.940	4	1
A	3.517	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.149879  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.8806

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.017	4	a2
A	3.440	4	a1



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya ini untuk kepentingan komersial dan penyebaran berita.  
 2. Diperlukan izin tertulis untuk mengutip sebagian atau seluruh karya ini untuk kepentingan komersial.  
 3. Diperlukan izin tertulis untuk mengutip sebagian atau seluruh karya ini untuk kepentingan akademik.  
 4. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.  
 5. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.  
 6. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.  
 7. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.  
 8. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.  
 9. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.  
 10. Pengutipan harus mencantumkan sumber dan nama penulis.



Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.149879  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.8806

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N	B
A		3.878	4	b1
A		3.580	4	b2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
a1	b1	2	3.41000000	0.04242641
a1	b2	2	3.47000000	0.31112698
a2	b1	2	4.34500000	0.84145707
a2	b2	2	3.69000000	0.00000000

2.5. Lama Penyimpanan 4 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.22275000	0.05568750	0.52	0.7322
REP	1	0.17701250	0.17701250	1.65	0.2886
A	1	0.00061250	0.00061250	0.01	0.9444
B	1	0.00451250	0.00451250	0.04	0.8504
A*B	1	0.04061250	0.04061250	0.38	0.5814
Error	3	0.32093750	0.10697917		
Corrected Total	7	0.54368750			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y2 Mean
0.409702	10.03688	0.327077	3.25875000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.106979  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.744

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	3.408	4	2
A			
A	3.110	4	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.106979  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.744

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	3.267	4	a2
A			
A	3.250	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y2

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.106979  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.744

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	3.282	4	b1
A			
A	3.235	4	b2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
a1	b1	2	3.34500000	0.65760931
a1	b2	2	3.15500000	0.13435029
a2	b1	2	3.22000000	0.12727922
a2	b2	2	3.31500000	0.17677670

Halo, Gue pinter banget! Unsur-unsurnya  
 1. Di dalam analisis statistik, data adalah kumpulan dari pengamatan-pengamatan dan variabel-variabel yang  
 2. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 3. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 4. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 5. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 6. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 7. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 8. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 9. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan  
 10. Pengujian hipotesis adalah langkah-langkah statistik untuk menentukan apakah perbedaan-perbedaan yang signifikan

a Hika cpa mltk IPB University

3. Dependent Variable: Y3 (Warna)  
 3.1. Lama Penyimpanan 0 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.97670000	0.24417500	4.84	0.1131
REP	1	0.69620000	0.69620000	13.79	0.0340
A	1	0.15680000	0.15680000	3.10	0.1763
B	1	0.09245000	0.09245000	1.83	0.2690
A*B	1	0.03125000	0.03125000	0.62	0.4889
Error	3	0.15150000	0.05050000		
Corrected Total	7	1.12820000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y3 Mean	
	0.865715	5.136504	0.224722	4.37500000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.0505  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.5112

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.670	4	1
B	4.080	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.0505  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.5112

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.515	4	a2
A	4.235	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.0505  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.5112

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping		Mean	N	B
A		4.482	4	b1
A		4.267	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y3----- Mean	SD
a1	b1	2	4.40500000	0.57275649
a1	b2	2	4.06500000	0.61518290
a2	b1	2	4.56000000	0.35355339
a2	b2	2	4.47000000	0.12727922

3.2. Lama Penyimpanan 1 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.42010000	0.10502500	0.49	0.7516
REP	1	0.15680000	0.15680000	0.73	0.4570
A	1	0.23805000	0.23805000	1.10	0.3711
B	1	0.00720000	0.00720000	0.03	0.8668
A*B	1	0.01805000	0.01805000	0.08	0.7915
Error	3	0.64870000	0.21623333		
Corrected Total	7	1.06880000			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y3 Mean
0.393058	11.43933	0.465009	4.06500000



Halo, saya mahasiswa Universitas Indonesia...  
 1. Diketahui...  
 2. Ditanyakan...  
 3. Diketahui...  
 4. Ditanyakan...  
 5. Diketahui...  
 6. Ditanyakan...  
 7. Diketahui...  
 8. Ditanyakan...  
 9. Diketahui...  
 10. Ditanyakan...

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.216233  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.0578

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.205	4	2
A	3.925	4	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.216233  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.0578

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.237	4	a2
A	3.893	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.216233  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.0578

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.095	4	b1
A	4.035	4	b2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
a1	b1	2	3.87500000	0.26162951
a1	b2	2	3.91000000	0.66468037
a2	b1	2	4.31500000	0.44547727
a2	b2	2	4.16000000	0.31112698



3.3. Lama Penyimpanan 2 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.90210000	0.22552500	2.67	0.2226
REP	1	0.04805000	0.04805000	0.57	0.5052
A	1	0.62720000	0.62720000	7.44	0.0721
B	1	0.09680000	0.09680000	1.15	0.3626
A*B	1	0.13005000	0.13005000	1.54	0.3026
Error	3	0.25305000	0.08435000		
Corrected Total	7	1.15515000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y3 Mean	
	0.780938	7.011001	0.290431	4.14250000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.08435  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6606

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.220	4	1
A			
A	4.065	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.08435  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6606

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.422	4	a2
A			
A	3.862	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.08435  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6606

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.253	4	b1
A	4.032	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y3----- Mean	SD
a1	b1	2	3.84500000	0.21920310
a1	b2	2	3.88000000	0.35355339
a2	b1	2	4.66000000	0.31112698
a2	b2	2	4.18500000	0.17677670

3.4. Lama Penyimpanan 3 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3.27015000	0.81753750	22.17	0.0145
REP	1	0.12251250	0.12251250	3.32	0.1659
A	1	2.38711250	2.38711250	64.73	0.0040
B	1	0.71401250	0.71401250	19.36	0.0218
A*B	1	0.04651250	0.04651250	1.26	0.3432
Error	3	0.11063750	0.03687917		
Corrected Total	7	3.38078750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y3 Mean	
	0.967275	4.857148	0.192039	3.95375000	



Halo, saya adalah mahasiswa IPB yang sedang melakukan penelitian tentang...  
 1. Melakukan observasi sebagai salah satu metode pengumpulan data...  
 2. Melakukan wawancara sebagai salah satu metode pengumpulan data...  
 3. Melakukan dokumentasi sebagai salah satu metode pengumpulan data...  
 4. Melakukan pengujian hipotesis sebagai salah satu metode analisis data...  
 5. Melakukan penyajian data sebagai salah satu metode komunikasi data...  
 6. Melakukan penarikan kesimpulan sebagai salah satu metode komunikasi data...  
 7. Melakukan evaluasi sebagai salah satu metode komunikasi data...

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.036879  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.4368

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.077	4	1
A			
A	3.830	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.036879  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.4368

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.500	4	a2
B	3.408	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.036879  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.4368

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.253	4	b1
B	3.655	4	b2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
a1	b1	2	3.6300000	0.35355339
a1	b2	2	3.1850000	0.17677670
a2	b1	2	4.8750000	0.26162951
a2	b2	2	4.1250000	0.09192388

3.5. Lama Penyimpanan 4 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	0.18185000	0.04546250	0.50	0.7418
REP	1	0.05951250	0.05951250	0.66	0.4764
A	1	0.00061250	0.00061250	0.01	0.9396
B	1	0.10811250	0.10811250	1.20	0.3540
A*B	1	0.01361250	0.01361250	0.15	0.7238
Error	3	0.27103750	0.09034583		
Corrected Total	7	0.45288750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y3 Mean	
	0.401535	7.830045	0.300576	3.83875000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.090346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6837

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	3.925	4	2
A	3.753	4	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y3

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.090346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6837

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	3.847	4	a1
A	3.830	4	a2



4. Dependent Variable: Y4 (Rasa)

4.1 Lama Penyimpanan 0 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	2.92260000	0.73065000	3.42	0.1700
REP	1	0.04805000	0.04805000	0.23	0.6676
A	1	2.80845000	2.80845000	13.15	0.0361
B	1	0.04805000	0.04805000	0.23	0.6676
A*B	1	0.01805000	0.01805000	0.08	0.7902
Error	3	0.64055000	0.21351667		
Corrected Total	7	3.56315000			

R-Square	C.V.	Root MSE	Y4 Mean
0.820229	10.55577	0.462079	4.37750000

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.213517  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.0511

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.455	4	1
A	4.300	4	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.213517  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.0511

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.970	4	a2
B	3.785	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.213517  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 1.0511

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.455	4	b2
A			
A	4.300	4	b1

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
a1	b1	2	3.66000000	0.04242641
a1	b2	2	3.91000000	0.74953319
a2	b1	2	4.94000000	0.00000000
a2	b2	2	5.00000000	0.35355339

4.2. Lama Penyimpanan 1 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	5.36455000	1.34113750	17.34	0.0206
REP	1	0.63281250	0.63281250	8.18	0.0646
A	1	4.69711250	4.69711250	60.73	0.0044
B	1	0.03251250	0.03251250	0.42	0.5630
A*B	1	0.00211250	0.00211250	0.03	0.8792
Error	3	0.23203750	0.07734583		
Corrected Total	7	5.59658750			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y4 Mean	
	0.958539	6.740047	0.278111	4.12625000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.077346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6326

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.408	4	2
A			
A	3.845	4	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.077346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6326

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.893	4	a2
B	3.360	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.077346  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.6326

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.190	4	b1
A			
A	4.062	4	b2

Level of A	Level of B	N	Mean	SD
a1	b1	2	3.44000000	0.70710678
a1	b2	2	3.28000000	0.04242641
a2	b1	2	4.94000000	0.35355339
a2	b2	2	4.84500000	0.48790368



Halo, Glick cpa with IPB University  
 1. Diambil sebagai bagian dari artikel yang akan diterbitkan secara online dan dicetak dalam bentuk  
 2. Revisi dan perbaikan artikel akan dilakukan secara berkala, sehingga artikel yang telah diterbitkan dapat  
 3. Berikan tanggapan atau komentar pada artikel yang akan diterbitkan di IPB University  
 4. Diambil sebagai bagian dari penelitian yang akan diterbitkan di IPB University  
 5. Diambil sebagai bagian dari penelitian yang akan diterbitkan di IPB University



## 4.3. Lama Penyimpanan 2 Minggu

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	4	3.62665000	0.90666250	5.78	0.0907
REP	1	0.01280000	0.01280000	0.08	0.7938
A	1	3.05045000	3.05045000	19.43	0.0217
B	1	0.25920000	0.25920000	1.65	0.2890
A*B	1	0.30420000	0.30420000	1.94	0.2581
Error	3	0.47090000	0.15696667		
Corrected Total	7	4.09755000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	Y4 Mean	
	0.885078	9.587179	0.396190	4.13250000	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.156967  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.9012

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	REP
A	4.173	4	2
A	4.092	4	1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.156967  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.9012

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	A
A	4.750	4	a2
B	3.515	4	a1

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: Y4

Alpha= 0.05 df= 3 MSE= 0.156967  
 Critical Value of Studentized Range= 4.549  
 Minimum Significant Difference= 0.9012

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	B
A	4.312	4	b1
A	3.953	4	b2

Level of A	Level of B	N	-----Y4----- Mean	SD
a1	b1	2	3.5000000	0.43840620
a1	b2	2	3.5300000	0.04242641
a2	b1	2	5.1250000	0.09192388
a2	b2	2	4.3750000	0.53033009



Halo, Citra Pionir! Universitas Indonesia  
 1. Diambil sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh dosen pembimbing dan terdapat nomor  
 2. Pengujian hasil analisis statistik menggunakan SPSS, Minitab, dan lain-lain yang sudah tertera pada lampiran  
 3. Pengujian hasil analisis statistik menggunakan SPSS, Minitab, dan lain-lain yang sudah tertera pada lampiran  
 4. Diambil sebagai bagian dari penelitian yang dilakukan oleh dosen pembimbing dan terdapat nomor