

Prosidings

PERKEMBANGAN TERKINI TENTANG TEMPE: TEKNOLOGI, STANDARDISASI DAN POTENSINYA DALAM PERBAIKAN GIZI SERTA KESEHATAN

Bogor, 28-29 Agustus 2008

IPB International Convention Center (IICC)

Kampus IPB Baranang Siang Bogor

Editor:

Hardinsyah

Made Astawan

Harsi Kusumaningrum

Leily Amelia

Dodik Briawan

Muhammad Aries

Diselenggarakan oleh:

Forum Tempe Indonesia (FTI), Yayasan Tempe Indonesia, dan
PERGIZI PANGAN Indonesia

bekerjasama dengan

Indofood Nutrition dan ASA International Marketing

2008



ISBN: 978-979-19919-0-2

POTENSI PEMANFAATAN TEMPE KEDELAI DALAM PEMBUATAN BUBUR INSTAN UNTUK DIABETESI DENGAN KOMPLIKASI GANGREN

Dewi Kusumah, Dr. Rimbawan, Dr. Ir. Lilik Kustiyah, MSi

Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia (FEMA) IPB

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Diabetes melitus menjadi salah satu penyakit yang paling ditakuti oleh masyarakat belakangan ini. Penyakit yang menjadi ciri negatif dari kemakmuran (Khomsan 2006) ini merupakan salah satu dari 4 jenis penyakit pembunuh mematikan di Amerika Serikat dengan jumlah penderita yang semakin bertambah tiap tahunnya.

Diabetesi memerlukan pengaturan makanan yang tepat untuk mengurangi hiperglikemia, mencegah hipoglikemia pada pasien yang diberi terapi insulin serta mencegah komplikasi yang terjadi terutama penyakit kardiovaskuler (Willet et al diacu dalam Rimbawan & Siagian 2005). Pengaturan makan pada diabetesi hendaknya dilakukan sepanjang hidup karena diabetes melitus merupakan jenis penyakit metabolik yang tidak dapat disembuhkan.

Salah satu komplikasi diabetes yang ditakuti adalah gangren atau kematian jaringan yang terjadi di kaki (*foot diabetic*). Gangren merupakan kondisi kematian jaringan yang diakibatkan oleh ketidakmampuan sistem kekebalan tubuh dalam membantu proses penyembuhan luka.

Tempe merupakan bahan pangan kaya protein yang dapat digunakan sebagai bahan penyusun diet untuk diabetesi, karena disamping kandungan asam amino dan vitamin B yang meningkat akibat fermentasi, tempe juga mempunyai aktivitas isoflavin dan serat yang tinggi yang bermanfaat untuk penurunan kadar glukosa darah.

Perkembangan zaman yang menuntut segala sesuatu serba cepat juga berdampak pada pola konsumsi pangan yang dalam perkembangannya meningkatkan permintaan terhadap produk instan. Berdasarkan hal tersebut,

maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai pembuatan bubur instan dari bahan tempe kedelai untuk diabetesi dengan komplikasi gangren.

Tujuan

Tujuan umum dari penelitian ini adalah mempelajari proses pembuatan bubur instan dari bahan tempe kedelai sebagai alternatif menu diet diabetesi dengan komplikasi gangren. Adapun tujuan khususnya adalah: mempelajari proses pembuatan tempe kedelai, menentukan formula yang tepat dari bubur instan dari bahan tempe kedelai, mempelajari proses pembuatan bubur instan dari bahan tempe kedelai, mempelajari proses pengeringan dalam pembuatan bubur instan dari bahan tempe kedelai, menguji mutu organoleptik dari produk bubur instan dari tempe kedelai, menganalisis kandungan gizi bubur instan dari tempe kedelai, dan menganalisis kaitan antara komposisi gizi bubur instan dengan diabetes melitus.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai dengan Mei 2008 di pabrik tempe Sindangbarang II untuk pembuatan tempe kedelai, Laboratorium *Pilot Plan Seafast Centre* untuk proses pengeringan, Laboratorium Pengolahan Pangan Departemen Gizi Masyarakat, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor untuk pembuatan produk serta Laboratorium Analisis Zat Gizi, Departemen Gizi Masyarakat, dan Laboratorium Kimia Terpadu, Institut Pertanian Bogor, Baranangsiang untuk analisis produk.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam pembuatan tempe untuk penelitian ini adalah kedelai kuning jenis *Americana* yang diperoleh dari Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian (Balitbiogen) Cimanggu, Bogor; inokulum tempe *Rhizopus oligosporus* murni (yang selanjutnya disebut ragi tempe) yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Institut Teknologi Bandung; air dan pembungkus plastik yang telah dilubangi. Sedangkan bahan yang digunakan untuk pembuatan produk bubur instan adalah tempe, tepung tapioka, maltodekstrin, CMC (*carboxy methyl selulose*), sukralosa, air dan essen vanilin. Bahan yang digunakan untuk analisis kandungan zat gizi terdiri atas bahan kimia

untuk analisis protein, larutan multienzim (tripsin, kimotripsin dan peptidase), bahan kimia untuk analisis lemak serta bahan kimia standar HPLC untuk analisis asam amino.

Alat yang digunakan untuk pembuatan tempe meliputi adalah timbangan, panci, kompor, mesin penggiling kedelai dan ember, sedangkan alat yang digunakan untuk pembuatan produk meliputi pisau, talenan, panci, kompor, termometer, blender, brabender *amilograph*, *freeze dryer*, *drum dryer* dan *vacuum evaporator*. Analisis kandungan gizi menggunakan seperangkat alat analisis lemak, seperangkat alat ekstraksi protein, seperangkat alat standart HPLC, pH meter, penangas air dan stirer.

Metode Penelitian

Kegiatan penelitian ini terbagi menjadi dua tahap yaitu tahap penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Penelitian pendahuluan terdiri dari proses pembuatan tempe kedelai dan penentuan formula yang tepat dari produk bubur instan. Penentuan formula terbagi atas tahapan penentuan proporsi bahan yang akan digunakan, penentuan jumlah perisa dan penentuan jumlah sukralosa yang sesuai. Sedangkan penelitian lanjutan meliputi tahap pembuatan bubur instan, penerapan beberapa alat pengeringan dalam proses pembuatan bubur instan, pengujian organoleptik terhadap produk bubur instan, analisis kandungan gizi produk bubur instan dan analisis kaitan antara komposisi gizi bubur instan dengan diabetes melitus.

Analisis Data

Data yang diperoleh ditabulasi dengan menggunakan *Microsoft Excel 2007* dan dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan *SPSS (Statistical Program for Social Science)* versi 15.00 for windows.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Proses Pembuatan Tempe kedelai

Pembuatan tempe kedelai dilakukan di pabrik tempe Sindangbarang dengan menggunakan metode tradisional. Kedelai yang digunakan adalah

varietas *Americana* yang diperoleh dari Balitbio untuk menjamin kemurnian varietas. Proses pembuatan tempe diawali dengan pencucian kedelai, perebusan kedelai sampai empuk, pengupasan kulit, penambahan ragi, pembungkusan dan pemeraman selama 2 x 24 jam untuk menghasilkan tempe. Tempe tersebut kemudian dianalisis kandungan gizinya, yang meliputi lemak, protein, air, abu dan karbohidrat. Adapun hasil analisis kedelai mentah dan tempe disajikan pada Tabel 13.1.

Tabel 13.1 Kandungan gizi kedelai mentah dan tempe segar (Basis Kering)

Hasil Analisis Kandungan Gizi	Bahan	
	Kedelai mentah (%) ¹	Tempe segar (%)
Basis kering		
Protein	40,65	43,94
Lemak	12,83	19,33
Abu	5,58	2,39
Air	0	0
Karbohidrat	40,94	34,34

Sumber: ¹: Ghozali (2007)

Berdasarkan Tabel 13.1, hasil analisis protein dan lemak tempe lebih tinggi jika dibandingkan kadar protein kedelai mentah. Hal ini disebabkan oleh proses fermentasi yang terjadi dapat meningkatkan jumlah protein bebas dan asam lemak bebas. Sedangkan untuk kadar abu, pada kedelai mentah lebih tinggi jika dibandingkan dengan tempe.

Penentuan Formula Produk

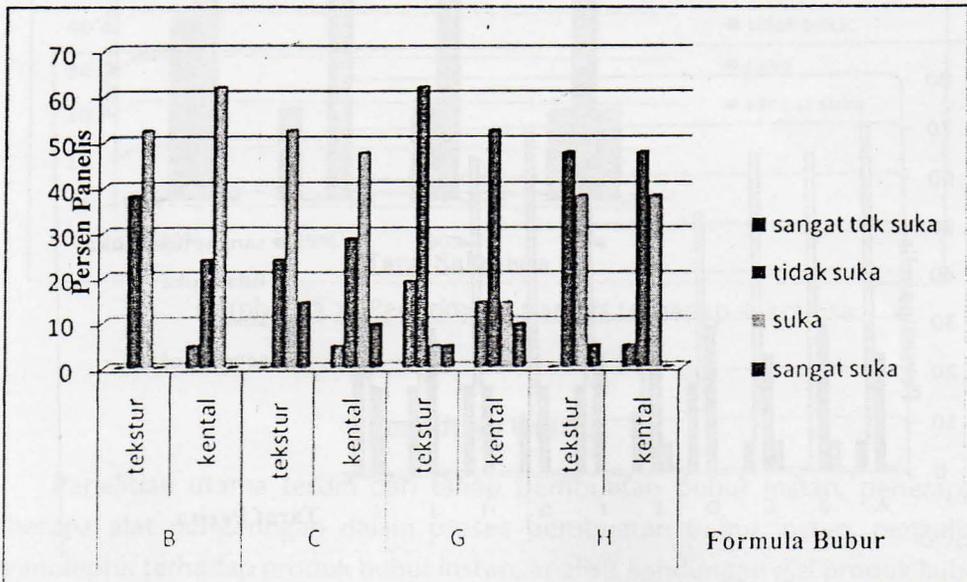
Penentuan Jenis dan Proporsi Bahan. Produk bubur yang dibuat adalah jenis pangan instan, sehingga prinsip kematangan produk menjadi hal yang penting. Formula produk terdiri atas tempe, tapioka, maltodekstrin, CMC dan air. Tapioka dan maltodekstrin dipilih sebagai bahan pengisi karena mempunyai kemampuan yang baik untuk membentuk gel. Sedangkan CMC dipilih karena mempunyai kemampuan mengikat air yang baik, sehingga diharapkan dapat memperbaiki tekstur produk. Adapun komposisi formula yang diujicoba tersaji pada Tabel 13.2.

Tabel 13.2. Komposisi bahan penyusun produk dan kemampuan membentuk gel bubuk

Formula	Jenis bahan					Ket	Suhu tengah gelatinisasi	Tingkat kekentalan (BU)
	Tempe (g)	CMC (%)	Malto-dekstrin (%)	Tapioka (%)	Air (ml)			
A	100	0,1	5	-	350	TTG	-	-
B	100	0,1	-	5	350	TG	80,2	290
C	100	0,1	2,5	2,5	350	TG	81	80
D	100	0,1	-	-	350	TTG	-	-
E	100	-	-	-	350	TTG	-	-
F	100	-	5	-	350	TTG	-	-
G	100	-	-	5	350	TG	79,8	480
H	100	-	2,5	2,5	350	TG	81,1	79

Keterangan TTG: Tidak terbentuk gel BU: Brabender Unit TG : Terbentuk gel

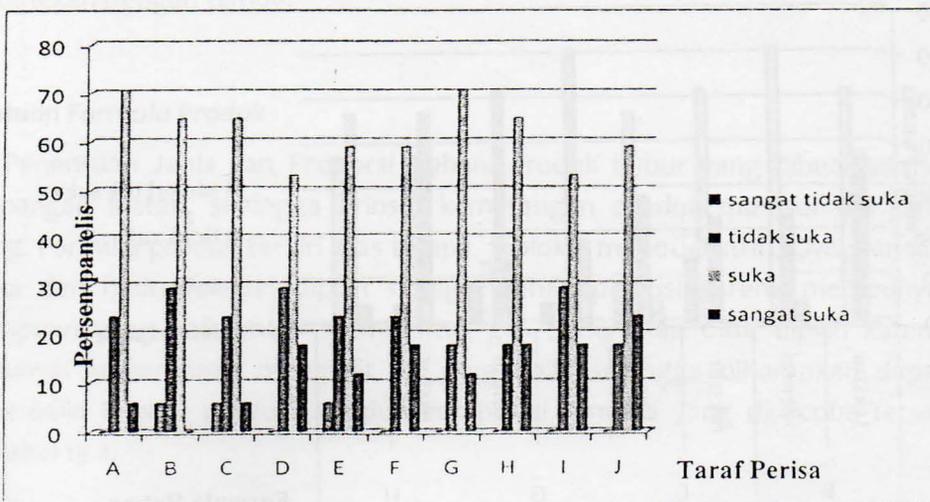
Dari masing masing formula yang ada kemudian diuji kemampuannya dalam membentuk gel dengan menggunakan *Brabender Amilograph*. Dari delapan formula yang diujicobakan (Tabel 2), ternyata hanya empat formula (B, C, G dan H) saja yang mampu membentuk gel. Kekentalan dan tekstur beberapa formula yang dapat membentuk gel (B, C, G dan H) kemudian diuji secara organoleptik untuk menentukan produk yang paling disukai. Adapun hasil pengujian organoleptik tersaji pada Gambar 13.1.



Gambar 13.1. Hasil pengujian organoleptik terhadap tekstur dan kekentalan bubuk

Gambar 13.1 menunjukkan bahwa formula C yang tersusun atas tempe (100 g), CMC (0,1%), maltodekstrin (2,5%), tapioka (2,5%) dan air (250 g) mendapatkan penerimaan terbaik dari panelis berdasarkan aspek kekentalan dan tekstur. Sebanyak lebih dari separuh panelis (66,6% dan 57,14%) menyatakan tingkat kesukaannya pada aspek tekstur dan kekentalan produk. Sedangkan produk yang mempunyai penerimaan terendah adalah formula H yaitu 4,76% untuk tekstur dan 0% untuk kekentalan. Menurut Furia (1975) diacu dalam Nurjanah (2003), CMC mempunyai kemampuan mengikat air yang baik. Kemampuan mengikat air inilah yang diduga dapat memperbaiki tekstur dan kekentalan produk. Tapioka juga merupakan bahan penting dalam pembentukan tekstur produk. Kemampuan membentuk gel yang baik dimiliki oleh tapioka merupakan hal yang diduga dapat memperbaiki tekstur produk. Perbandingan tapioka sebesar 2,5% dirasakan sesuai untuk panelis pada aspek kekentalan dan tekstur jika dibandingkan dengan jumlah yang lebih besar (5%).

Penentuan jumlah perisa. Perisa yang ditambahkan pada produk adalah Vanilin. Hal ini dikarenakan produk mempunyai aksan atau corak manis, sehingga penambahan vanilin dirasa sesuai untuk produk. Taraf perisa yang diujikan adalah 0 sampai 1 % dengan selang 0,1% dari berat bahan. Kode A mewakili taraf terendah (0%), sedangkan kode J mewakili taraf tertinggi (1%). Pengujian dilakukan dengan menggunakan panel terbatas. Adapun hasil pengujian tingkat kesukaan panelis tersaji pada Gambar 13.2.

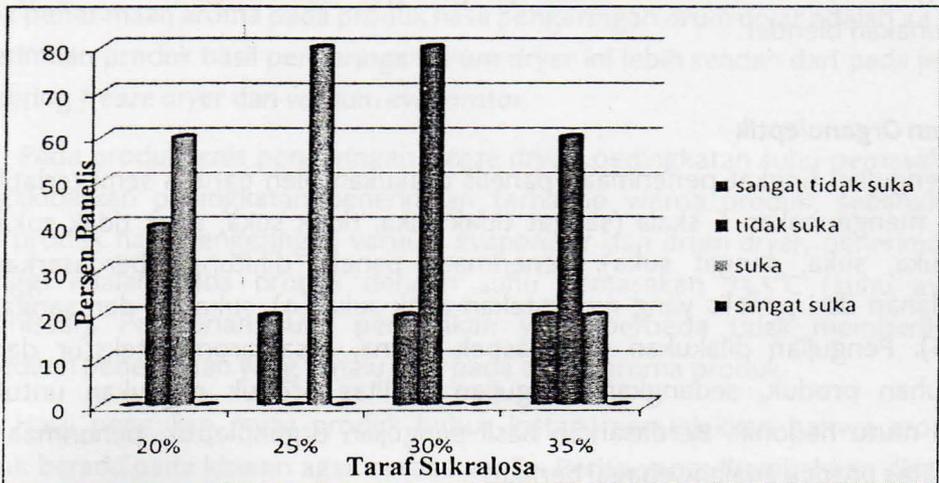


Gambar 13.2. Penerimaan panelis terhadap perisa

Taraf aman penggunaan perisa adalah 1 % dari berat total. Berdasarkan Gambar 2, terlihat bahwa taraf perisa 0,7%, 0,8% dan 1% mendapatkan penerimaan terbaik (skala 1-4) dari panelis yaitu sekitar 82,35 %. Berdasarkan taraf terendah dengan penerimaan yang sama, maka taraf perisa 0,7% yang akan digunakan pada penelitian selanjutnya. Perisa ditambahkan pada produk dengan metode *dry mixing*.

Penentuan jumlah pemanis. Berdasarkan tingkat kemanisan sukralosa yaitu 600 kali tingkat kemanisan sukrosa maka proporsi jumlah sukralosa yang diujicobakan adalah 20%, 25% 30% dan 35%.

Berdasarkan hasil pengujian organoleptik, sebanyak 80% panelis menyatakan tingkat kesukaannya pada taraf kemanisan 25%. Menurut panelis taraf 25% dirasakan sesuai untuk bubur. Sukralosa ditambahkan pada produk dengan metode *wet mixing* mengingat tingkat homogenitas yang rendah jika produk dicampurkan dalam kondisi kering. Adapun hasil pengujian organoleptik tersaji pada Gambar 13.3.



Gambar 13.3. Penerimaan panelis terhadap sukralosa

Penelitian Utama

Penelitian utama terdiri dari tahap pembuatan bubur instan, penerapan beberapa alat pengeringan dalam proses pembuatan bubur instan, pengujian organoleptik terhadap produk bubur instan, analisis kandungan gizi produk bubur

instan dan analisis kaitan antara komposisi gizi bubur instan dengan diabetes melitus.

Pembuatan Bubur Instan

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan, proporsi bahan penyusun bubur instan terdiri dari tempe (100 g), sukralosa (25 %), tapioka (2,5%), maltodekstrin (2,5%) dan CMC (0,1%) dan air (350 g). Semua bahan tersebut dicampur hingga rata kemudian bubur dimasak dengan menggunakan 3 perlakuan suhu yang berbeda (suhu awal, tengah dan puncak gelatinisasi yang diperoleh dari penelitian pendahuluan).

Penerapan Beberapa Alat Pengering

Setelah bubur dimasak pada suhu yang berbeda, formula bubur dikeringkan dengan beberapa alat yang berbeda. *Freeze dryer* dipilih untuk mewakili teknologi pengeringan tingkat tinggi, *vacuum evaporator* dipilih untuk mewakili teknologi pengeringan sedang dan *drum dryer* dipilih untuk mewakili sistem pengeringan teknologi rendah. Produk hasil pengeringan dihomogenisasi dengan menggunakan blender.

Pengujian Organoleptik

Pengujian tingkat penerimaan panelis dilakukan oleh panelis semi terlatih dengan menggunakan 6 skala (sangat tidak suka, tidak suka, agak tidak suka, agak suka, suka, sangat suka). Penerimaan panelis dihitung berdasarkan penjumlahan dari panelis yang menyatakan agak suka (4), suka (5) dan sangat suka (6). Pengujian dilakukan pada aspek warna, rasa, aroma, tekstur dan keseluruhan produk, sedangkan pengujian kualitas produk dilakukan untuk menguji mutu hedonik. Berdasarkan hasil pengujian organoleptik, penerimaan dan kualitas produk adalah sebagai berikut:

Warna. Secara umum produk bubur instan hasil pengeringan *drum dryer* lebih gelap dibandingkan dengan hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer*. Pengujian organoleptik menunjukkan bahwa, produk hasil pengeringan *freeze dryer* mempunyai tingkat penerimaan warna sebesar 81,9 %, *vacuum evaporator* sebesar 78,9 %, sedangkan *drum dryer* mempunyai tingkat penerimaan produk terhadap warna sebesar 69 %. Tingkat penerimaan panelis terhadap produk hasil pengeringan *drum dryer* lebih rendah jika dibandingkan dengan

produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer*. Hal ini diduga karena pengaruh panas yang tinggi pada lempeng permukaan *drum dryer*, sehingga mengakibatkan reaksi *maillard* yang menimbulkan warna coklat gelap. Perbedaan suhu pemasakan menunjukkan kecenderungan meningkatkan daya terima produk hasil pengeringan *freeze dryer*, namun tidak pada produk hasil pengeringan *drum dryer* dan *vacuum evaporator* yang menunjukkan penurunan penerimaan panelis akibat peningkatan suhu pemasakan.

Warna produk bubur instan yang cerah lebih disukai panelis dari pada warna yang gelap. Produk hasil pengeringan *drum dryer* mempunyai warna yang dinilai kurang menarik oleh panelis, sedangkan produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer* mempunyai penilaian terbanyak pada *range* menarik. Perlakuan panas tinggi yang mengakibatkan reaksi *maillard* diduga sebagai sebab rendahnya penerimaan panelis terhadap produk hasil pengeringan *drum dryer*.

Aroma. Pada penilaian tingkat penerimaan panelis terhadap aroma, produk bubur instan hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer* mempunyai penerimaan yang baik pada aspek aroma yaitu sebesar 75 % dan 71,7 %. Sedangkan untuk penerimaan aroma pada produk hasil pengeringan *drum dryer* adalah 44,5 %. Penerimaan produk hasil pengeringan *drum dryer* ini lebih rendah dari pada jenis pengering *freeze dryer* dan *vacuum evaporator*.

Pada produk jenis pengeringan *freeze dryer*, peningkatan suhu pemasakan mengakibatkan peningkatan penerimaan terhadap warna produk, sedangkan pada produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *drum dryer*, penerimaan tertinggi adalah pada produk dengan suhu pemasakan 73,5°C (suhu awal gelatinisasi). Pemberian suhu pemasakan yang berbeda tidak memberikan perbedaan penerimaan yang terlalu jauh pada aspek aroma produk.

Hasil pengujian mutu produk bubur instan menunjukkan bahwa aroma produk berada pada kisaran agak berbau vanilla. Perisa yang ditambahkan diduga belum mampu menutupi aroma khas tempe. Aroma amonia yang dihasilkan dari proses fermentasi merupakan aroma yang sukar dihilangkan dari tempe. Aroma amonia inilah yang diduga menjadi aroma khas bubur instan. Pada beberapa taraf pengujian, hasil analisis deskriptif tidak menunjukkan pengaruh yang terlalu jauh dari pemberian suhu pemanasan yang berbeda terhadap daya terima panelis.

Rasa. Hampir semua hasil pengujian organoleptik menunjukkan bahwa rasa manis pada produk bubur instan meninggalkan *after taste* pahit. Penerimaan terbaik adalah produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* yaitu 59,8 %. Produk

hasil pengeringan *drum dryer* diterima sekitar 44,5 % pada aspek rasa, sedangkan produk hasil pengeringan *freeze dryer* mendapat penerimaan sebanyak 27,6 %. Pada beberapa suhu pemasakan yang berbeda, produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* dengan suhu pemasakan 81°C (suhu tengah gelatinisasi) mendapatkan penerimaan yang baik dari lebih dari separuh panelis (68,98%), sedangkan produk hasil pengeringan *freeze dryer* dan *drum dryer* pada suhu awal gelatinisasi (73,5°C) mendapatkan penerimaan rasa lebih dari separuh responden (75,90%) dan (65,5%).

Penilaian mutu hedonik produk juga menunjukkan bahwa produk mempunyai rasa manis agak pahit. Berdasarkan hasil pengujian komponen penyusun produk secara terpisah yaitu sukralosa, perisa dan bubur instan tanpa penambahan sukralosa dan perisa diperoleh hasil bahwa rasa pahit berasal dari produk bubur instan. Rasa pahit ini diduga karena Rasa pahit ini diduga karena keberadaan senyawa folatil yang ada pada tempe. Senyawa ini tidak hilang, meskipun sudah diberi perlakuan pemanasan.

Tekstur. Tekstur didefinisikan sebagai kondisi kasar atau halus produk. Berdasarkan hasil pengujian tingkat penerimaan panelis terhadap tekstur diperoleh data bahwa produk hasil pengeringan *drum dryer* (79,3 %) mendapatkan penerimaan terbaik jika dibandingkan produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* (74,2 %) dan *freeze dryer* (71,1 %). Tingkat penerimaan panelis terhadap tekstur tidak berbeda jauh. Berdasarkan hasil pengujian mutu produk diperoleh, bahwa pada beberapa alat pengering, panelis menilai halus pada aspek tekstur produk.

Pada beberapa suhu pemasakan yang berbeda, produk hasil pengeringan *freeze dryer* dan *drum dryer* mendapatkan penerimaan terbaik pada suhu 88,5°C (75,54%) dan (68,88%), sedangkan pada produk hasil pengeringan *vacuum evaporator*, produk yang mendapatkan penerimaan terbaik adalah hasil pemasakan pada suhu awal atau 73,5°C yaitu sebesar 70,41%. Secara keseluruhan produk yang mendapatkan penerimaan terbaik dari panelis adalah produk hasil pengeringan *vacuum evaporator*. Berdasarkan hasil pengujian tingkat kesukaan dan mutu produk diperoleh hasil bahwa produk dengan suhu pengeringan 88,5°C pada masing masing alat pengering mendapatkan penerimaan terbaik dari panelis.

Analisis densitas kamba dan kandungan gizi produk bubur instan

Densitas Kamba. Hasil pengukuran densitas kamba yang disajikan pada Tabel 13.3, terlihat bahwa densitas kamba produk hasil pengeringan *drum dryer*

adalah paling tinggi dibandingkan produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer*. Nilai densitas kamba inilah yang menjadi salah satu hal yang harus diperhatikan dalam proses pengemasan. Semakin tinggi nilai densitas kamba, maka akan semakin besar pula kemasan yang diperlukan untuk produk.

Tabel 13.3. Densitas kamba produk bubur instan

Jenis pengeringan	Densitas kamba
<i>Drum dryer</i>	0,62802
<i>Vacuum evaporator</i>	0,49912
<i>Freeze dryer</i>	0,566805

Kadar Air. Pengukuran kadar air produk dilakukan dengan metode *direct heating*. Hasil pengukuran kadar air produk dapat dilihat pada Tabel 13.4:

Tabel 13.4. Kadar air produk pada beberapa jenis pengeringan dan suhu pemasakan

Jenis Pengeringan	Suhu pemasakan(°C)	Kadar air (%)	Kadar air rata rata (%)
<i>Drum dryer</i>	73,5	5,17	3,94
	81	3,38	
	88,5	3,29	
<i>Vacuum evaporator.</i>	73,5	6,91	5,08
	81	4,64	
	88,5	3,69	
<i>Freeze dryer</i>	73,5	9,50	7,22
	81	7,03	
	88,5	5,15	

Pada Tabel 4 dapat dilihat bahwa kadar air tertinggi adalah 9,50% (hasil pengeringan *freeze dryer* dengan suhu pemasakan sebesar 73,5°C) dan kadar air terendah adalah 3,29%(produk hasil pengeringan *drum dryer* dengan suhu pemasakan sebesar 88,5°C). Pada suhu pemasakan yang sama, perlakuan jenis pengeringan *drum dryer* menghasilkan kadar air yang paling rendah dibandingkan dengan jenis pengeringan *vacuum evaporator* dan *Freeze dryer*. Hal ini diduga karena penggunaan suhu yang tinggi pada pengeringan *drum dryer* yang tidak digunakan pada sistem pengeringan lain seperti *vacuum evaporator* dan *freeze dryer* . Pada masing masing jenis pengering, semakin tinggi suhu pemasakan yang

digunakan akan menghasilkan kadar air yang semakin rendah. Hal ini diduga karena panas yang diberikan pada produk pangan akan menguapkan air yang digunakan untuk proses pemasakan, sehingga semakin tinggi suhu yang diberikan, maka akan semakin banyak pula air yang teruapkan. Kadar air merupakan komponen penting dalam menentukan mutu suatu produk pangan. Hal ini terkait dengan daya tahan bahan makanan terhadap serangan mikroba (Winarno 1992). Bahan pangan dengan kadar air tinggi akan lebih mudah mengalami kerusakan dibanding dengan bahan pangan dengan kadar air rendah.

Berkurangnya kadar air pada bahan pangan memiliki beberapa keunggulan, seperti bahan pangan lebih awet, lebih mudah dikemas dari pada kondisi kadar air tinggi, namun pada beberapa jenis zat gizi yang larut air seperti vitamin B dan C, pemberian perlakuan panas akan menurunkan atau menurunkan efektivitas dari vitamin tersebut.

Kadar Abu. Pengukuran kadar abu hanya dilakukan pada produk terbaik saja. Adapun hasil dari pengukuran kadar abu dapat dilihat pada Tabel 13.5 berikut ini:

Tabel 13.5. Kadar abu produk bubur instan

Alat pengeringan	Suhu pemasakan (°C)	Kadar abu (% basis basah)	Kadar abu (% basis kering)
<i>Drum dryer</i>	88,5	1,49	1,54
<i>Vacuum evaporator</i>	88,5	1,99	2,06
<i>Freeze dryer</i>	88,5	0,87	0,91

Berdasarkan konversi produk ke dalam basis kering, hasil pengukuran menunjukkan bahwa jenis pengeringan *vacuum evaporator* menghasilkan kadar abu paling tinggi (2,06%) dibandingkan dengan jenis pengeringan *drum dryer* (1,54%) dan *freeze dryer* (0,91%). Kadar abu mencerminkan jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan.

Kadar Protein. Pengukuran kadar protein produk menggunakan metode titrimetri kjedahl, sedangkan analisis mutu cerna menggunakan metode Hsu (Larutan multi enzim). Analisis dilakukan pada produk terbaik dari masing masing jenis pengeringan. Kadar protein yang ada di bandingkan dengan hasil analisis mutu cerna untuk mengetahui seberapa besar protein yang dapat diserap oleh tubuh. Adapun hasil analisis kadar protein terlihat pada Tabel 13.6 berikut:

Tabel 13.6. Kadar protein dan mutu cerna produk

Alat pengeringan	Suhu pemasakan(°C)	Kadar protein (% basis basah)	Kadar protein (% basis kering)	Mutu cerna (dalam %)
<i>Drum dryer</i>	88,5	29,63	30,64	79,03
<i>Vacuum evaporator</i>	88,5	31,36	32,56	77,95
<i>Freeze</i>	88,5	30,13	31,77	75,11

Hasil analisis menyebutkan bahwa pada alat pengeringan *drum dryer*, kadar protein yang dihasilkan adalah 29,63% dengan mutu cerna sebesar 77,11%. Hasil pengeringan *drum dryer* menghasilkan kadar protein paling rendah jika dibandingkan dengan metode pengeringan *freeze dryer* dan *vacuum evaporator*, namun mempunyai mutu cerna yang paling tinggi diantara jenis pengeringan lain. Kadar protein hasil pengeringan *vacuum evaporator* paling tinggi dibandingkan kadar protein produk hasil pengeringan *drum dryer* dan *freeze dryer*. Kondisi *vacuum evaporator* merupakan metode yang tepat untuk menyelamatkan zat gizi yang rentan terhadap proses oksidasi. Pada pengeringan *vacuum evaporator* suhu yang digunakan adalah 60°C, hal ini didasari oleh pertimbangan bahwa protein secara umum akan mengalami denaturasi pada suhu 60°C. Denaturasi protein pada tahap awal akan mengakibatkan protein kehilangan kemampuannya sebagai enzim maupun emulsifier, namun denaturasi protein tidak selalu identik dengan kerusakan protein yang tidak dapat dimanfaatkan.

Menurut Hui (2004), pemberian panas dan pengawetan pangan mengakibatkan denaturasi pada protein dan biasanya denaturasi protein sejalan dengan peningkatan suhu. Hui (2004) juga mengatakan bahwa stabilitas protein berbeda, bergantung pada jenis dan struktur, untuk protein kedelai sendiri mempunyai kestabilan terhadap panas mencapai 70-80°C. Pada penelitian pendahuluan, kadar protein tempe yang dihasilkan adalah 43,94% sedangkan hasil analisis produk hasil pengeringan *drum dryer*, *vacuum evaporator* dan *freeze* berturut turut adalah 30,64 %, 32,56 % dan 31,77%. Jenis pengering yang berbeda ternyata tidak terlalu mempengaruhi kadar protein yang ada dalam bahan pangan. Secara umum produk hasil pengeringan *drum dryer*, *vacuum evaporator* maupun *freeze dryer* mempunyai kadar protein yang hampir sama yang berarti bahwa perbedaan proses pengeringan tidak berpengaruh banyak terhadap kadar protein bahan.

Mutu cerna merupakan salah satu pendekatan biologis yang digunakan untuk mengetahui seberapa banyak protein dapat dimanfaatkan oleh tubuh.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data bahwa produk hasil pengeringan *drum dryer* mempunyai mutu cerna paling tinggi diantara produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer*. Mutu cerna yang tinggi dari hasil pengeringan *drum dryer* diduga karena penggunaan suhu yang tinggi pada saat pengeringan mengakibatkan terpotongnya ikatan protein.

Kadar Lemak. Lemak merupakan salah satu komponen makro penting dari bahan pangan. Analisis lemak dilakukan dengan metode soxhlet. Hasil analisis lemak dapat dilihat pada Tabel 13.7 berikut:

Tabel 13.7. Kadar lemak bubuk instan dari bahan tempe kedelai

Alat pengeringan	Suhu pemasakan (°C)	Kadar lemak (% basis basah)	Kadar lemak (% basis kering)
<i>Drum dryer</i>	88,5	10,73	11,10
<i>Vacuum evaporator</i>	88,5	10,65	11,06
<i>Freeze</i>	88,5	9,27	9,27

Lemak dan minyak termasuk dalam golongan trigliserida (komponen utama penyusun lipida). Lemak dan minyak bersifat tidak larut dalam air. Dalam pengolahan pangan, lemak memegang peranan penting dalam menentukan tekstur, rasa, aroma dan palatabilitas (Vaclavik & Christian 2003). Lemak juga merupakan komponen penting zat gizi. Tabel 7 menunjukkan bahwa produk hasil pengeringan *drum dryer* mempunyai kadar lemak paling tinggi jika dibandingkan produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer*. Kadar lemak hasil pengeringan *drum dryer* adalah 10,73%, sedangkan produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* adalah 10,63% dan produk hasil pengeringan *freeze dryer* adalah 9,27%.

Jenis pengeringan dengan sistem *vacuum evaporator* diharapkan dapat menyelamatkan komponen penting bahan pangan. Pada beberapa aspek senyawa senyawa yang rentan terhadap kerusakan dapat terselamatkan seperti asam amino dan beberapa senyawa *folatile*. Produk hasil pengeringan *freeze dryer* mempunyai porositas yang tinggi. Kondisi porositas tinggi memicu masuknya oksigen pada bahan pangan. Oksigen adalah faktor penting yang mempengaruhi tingkat oksidasi lemak (Heldman & Lund 2007). Oksidasi yang terjadi pada lemak memicu rusaknya komponen lemak, sehingga tidak dapat dimanfaatkan tubuh. Pengemasan yang kurang sempurna mengakibatkan dampak yang lebih buruk pada produk *freeze dryer* daripada produk *drum dryer* dan *vacuum evaporator*.

Kadar air dalam produk merupakan hal penting dalam pengolahan pangan. Kadar air yang tinggi akan meningkatkan oksidasi lemak. Dari hasil pengujian kadar air, metode pengeringan *freeze dryer* menghasilkan kadar air yang paling tinggi (5,15%) diantara pengeringan *vacuum evaporator* (3,69%) dan *drum dryer* (3,29%). Kondisi kadar air yang tinggi inilah yang diduga memicu tingginya oksidasi lemak. Heldman & Lund (2007) mengatakan bahwa beberapa faktor yang mempengaruhi oksidasi lemak adalah kelembaban, tipe atau jenis lemak, lama reaksi, keberadaan oksigen, suhu, keberadaan logam, keberadaan antioksidan alami, aktivitas enzim, sinar matahari, protein, asam amino dan bahan kimia lain.

Hasil pengujian kadar lemak pada produk tempe segar menunjukkan bahwa pada kondisi kadar air 0% (*basis kering*) secara umum kadar lemak mengalami penurunan, baik jika dibandingkan dengan kedelai mentah (12,83%) maupun jika dibandingkan dengan tempe segar (19,33). Proses pengolahan pangan merupakan salah satu hal yang diduga menjadi penyebab penurunan kadar lemak pada bahan.

Kadar Asam Amino. Pengujian asam amino produk bubur instan dilakukan dengan metode HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*). Asam amino merupakan unit terkecil penyusun protein. Kadar dan jenis asam amino dari bahan pangan merupakan salah satu faktor penentu sistem imun pada tubuh. Hasil pengujian asam amino pada bubur instan dapat dilihat pada Tabel 13.8 berikut:

Tabel 13.8. kadar asam amino bubur instan pada beberapa alat pengering

Parameter	Hasil		
	<i>Freeze dryer</i> (%b/b)	<i>Vacuum evaporator</i> (%b/b)	<i>Drum dryer</i> (%b/b)
Asam aspartat	3,24	3,32	3,33
Asam glutamat	4,53	4,65	4,69
Serin	1,33	1,36	1,36
Histidin	0,66	0,68	0,66
Glisin	1,07	1,12	1,11
Treonin	1,05	1,07	1,07
Arginin	2,09	2,08	2,06
Alanin	1,33	1,40	1,39
Tirosin	1,40	1,36	1,45
Metionin	0,42	0,56	0,40
Valin	1,37	1,42	1,41
Fenilalanin	1,66	1,71	1,70
I-Leusin	1,41	1,46	1,44
Leusin	2,36	2,43	2,42
Lisin	1,50	1,63	1,50

Berdasarkan hasil pengujian HPLC pada produk bubur instan tempe dengan beberapa alat pengeringan, kadar asam amino produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* adalah paling tinggi jika dibandingkan produk hasil pengeringan *drum dryer* dan *freeze dryer* meskipun perbedaan tersebut tidaklah terlalu jauh. Sedangkan untuk kadar arginin (jenis asam amino yang berperan dalam respon imunitas tubuh), produk hasil pengeringan *freeze dryer* (2,09%) mempunyai kadar tertinggi dibandingkan dengan produk hasil pengeringan *vacuum evaporator* (2,08%) dan *drum dryer* (2,06%) meskipun perbedaan yang ada tidaklah terlalu jauh.

Kandungan Energi Produk. Pengaturan jumlah energi yang masuk ke tubuh merupakan salah satu hal yang penting bagi penatalaksanaan diet diabetes melitus disamping jenis bahan pangan yang dikonsumsi dan kandungan gizi lain. Berdasarkan hasil analisis proksimat produk bubur instan, maka dapat diperkirakan kandungan energi produk bubur instan dalam 100 gram adalah sebagai berikut:

Tabel 13.9. Kandungan energi produk bubur instan

Jenis pengering	Protein (% b/b)	Lemak (% b/b)	Karbohidrat (% b/b)	Energi (Kal)
<i>Drum dryer</i>	29,63	10,73	54,86	434,53
<i>Vacuum evaporator</i>	31,36	10,63	52,59	430,45
<i>Freeze dryer</i>	30,13	9,27	54,84	423,31

Berdasarkan Tabel 13.9, terlihat bahwa jumlah energi yang dihasilkan produk bubur instan dari beberapa pengeringan tidak berbeda jauh. Produk dari hasil pengeringan *drum dryer* mempunyai energi yang tinggi jika dibandingkan dengan pengeringan *vacuum evaporator* dan *freeze dryer*.

Kaitan antara Komposisi Gizi Bubur Instan dengan Diabetes Melitus

Produk bubur instan dari bahan tempe kedelai dapat digunakan sebagai makanan tambahan bagi diabetesi. Pada pagi hari, seseorang cenderung membutuhkan makanan yang cepat dan mudah disiapkan sehingga bubur instan dari bahan tempe kedelai dapat dijadikan sebagai alternatif.

Berdasarkan hasil analisis zat gizi pada produk, dalam satu kali penyajian atau *serving size* 45 gram, produk bubur instan dari bahan tempe kedelai mengandung zat gizi sebagai berikut:

Tabel 13.10. Perhitungan kandungan gizi produk per serving size

Jenis pengering	Protein (g)	Lemak (g)	Karbohidrat (g)	Energi (Kal)	Arginin (g)
Drum dryer	13,33	4,82	24,68	195,42	0,94
Vacuum evaporator	14,11	4,78	23,66	194,10	0,93
Freeze dryer	13,55	4,17	24,67	190,41	0,92

Berdasarkan Tabel 13.10, dapat dilihat bahwa dalam satu kali penyajian (45 gram) dengan penambahan air sebanyak 1:3, maka dapat menyumbang sekitar 10 persen kebutuhan energi diabetesi dengan IMT normal (kebutuhan sehari 1900 Kal). Jumlah energi yang dapat disumbang oleh produk bubur instan ini tidak jauh berbeda dengan beberapa produk makanan instan sarapan yang beredar di pasaran yaitu sekitar 130 sampai 133 Kalori per *serving size* nya. Sedangkan untuk kebutuhan asam amino arginin yang dapat membantu proses penyembuhan luka diabetesi dengan komplikasi gangren adalah sekitar 30 gram/hari. Jumlah arginin sebesar 30 gram/hari ini dapat mempercepat proliferasi sel limfosit dalam darah. Dalam satu kali penyajian (45 gram), produk bubur instan dari bahan tempe kedelai dapat menyumbang sekitar 3,1% kebutuhan arginin diabetesi dalam sehari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Proses pembuatan tempe memerlukan kondisi khusus, baik kelembaban, pH maupun temperatur. Hal ini terkait dengan pertumbuhan kapang tempe. Jenis kapang yang digunakan dalam pembuatan tempe akan menentukan kandungan gizi tempe. Hasil analisis kandungan gizi menyebutkan bahwa, terjadi peningkatan kandungan lemak dan protein dan terjadi penurunan kadar abu pada saat fermentasi kedelai menjadi tempe.

Formula terbaik pada pembuatan produk bubur instan terdiri dari tempe 100 gram, maltodekstrin 2,5 persen, tapioka 2,5 persen, CMC 0,1 persen, air 350 mL, perisa 0,7 persen dan sukralosa 25 persen tingkat kemanisan gula. Produk yang dihasilkan dari penggunaan formula ini mempunyai tekstur yang halus dan kekentalan yang disukai oleh lebih dari separuh panelis.

Pembuatan bubur instan diawali dengan pencampuran bahan yang telah terpilih (tempe 100 gram, maltodekstrin 2,5 persen, tapioka 2,5 persen, CMC 0,1 persen, air 350 mL dan sukralosa 25 persen) sampai merata kemudian dilanjutkan

dengan pemasakan. Pemasakan dilakukan dengan menggunakan tiga perlakuan suhu yaitu ($73,5^{\circ}\text{C}$, 81°C dan $88,5^{\circ}\text{C}$). Setelah dimasak, kemudian dilanjutkan pada proses pengeringan dengan beberapa jenis pengering. Pada beberapa jenis pengeringan baik *freeze dryer*, *drum dryer* maupun *vacuum evaporator* tidak memberikan pengaruh yang jauh berbeda terhadap daya terima panelis terhadap produk dari aspek rasa, warna, aroma, tekstur dan keseluruhan produk. Rasa pahit masih menjadi salah satu kelemahan produk. Hal ini mengakibatkan penerimaan secara keseluruhan produk masih rendah. Pada aspek aroma, warna, tekstur menunjukkan tingkat penerimaan yang baik dari panelis.

Pada beberapa jenis pengeringan baik *freeze dryer*, *drum dryer* maupun *vacuum evaporator* tidak memberikan pengaruh yang jauh berbeda terhadap mutu gizi produk yang dihasilkan. Pada penggunaan sistem pengering *drum dryer*, mutu cerna yang dihasilkan paling tinggi diantara pengering *freeze dryer* dan *vacuum evaporator* meskipun kadar protein yang dihasilkan jauh lebih rendah. Pemberian suhu pemasakan yang berbeda memberikan perbedaan yang berarti pada kadar air produk, sedangkan untuk kadar protein, lemak, asam amino tidak memperlihatkan perbedaan yang terlalu jauh antar suhu pemasakan.

Berdasarkan perhitungan biaya yang diperlukan untuk pembuatan bubur instan dari bahan tempe kedelai, *drum dryer* lebih efisien dan cocok digunakan dalam proses pengeringan.

Produk makanan diet dari bahan tempe kedelai dapat menyumbang sekitar 10 persen dari total kebutuhan energi diabetesi dalam sehari dan menyumbang 3,1 persen kebutuhan arginin diabetesi.

Saran

Jenis pengeringan *drum dryer* sebaiknya digunakan dalam pembuatan bubur instan dari bahan tempe kedelai.

Rasa pahit yang ditinggalkan produk (*aftertaste*) akibat adanya senyawa saponin masih terasa. Perlunya perlakuan tambahan untuk menghilangkan senyawa tersebut, sehingga produk dapat lebih diterima.

Perlu adanya penelitian lanjutan untuk melihat aspek gizi lain (asam lemak, mineral seng, vitamin B₆, vitamin B₁₂) yang bermanfaat bagi penatalaksanaan makanan diabetesi yang mengalami komplikasi gangren .

Data hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan penelitian terapan lainnya

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2008.<http://www.pom.go.id/nonpublic/makanan/standard/News1.html>.
- Heldman DR & Lund DB. 2007. *Handbook of food engineering*. Edisi ke-2. New York:Taylor & Francis Group.
- Hui YH. 2004. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. Volume ke-1. New York. Taylor & Francis Group.
- Khomsan A. 2006. *Solusi Makanan Sehat*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Rimbawan & Siagian A. 2004. *Indeks Glikemiks Pangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tjokroprawiro A. 2006. *Hidup Sehat dan Bahagia Bersama Diabetes Mellitus*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka utama.
- Vaclavik VA, Christian EW. 2003. *Essential of Food Science* [second edition]. New York :Food Academi of Publishing.
- Winarno FG. 1992. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Zempleni J & Daniel H. 2003. *Molecular Nutrition*. London: CABI Publishing.