

Karakteristik sensoris, nilai gizi dan aktivitas antioksidan tempe kacang gude (*Cajanus cajan*) dan tempe kacang tunggak (*Vigna unguiculata*) dengan berbagai variasi waktu fermentasi

Sensory characteristic, nutrient value and antioxidant activities of pigeon pea tempeh (*Cajanus cajan*) and cow pea tempeh (*Vigna unguiculata*) with variations of fermentation time

INTAN WAHYU RISTISA DEWI, CHORUL ANAM, ESTI WIDOWATI

Prodi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami 36a, Surakarta 57126, Jawa Tengah

Manuskrip diterima: 11 Maret 2014. Revisi disetujui: 11 Juni 2014.

Abstract. Dewi IWR, Anam C, Widowati E. 2012. Sensory characteristic, nutrient value and antioxidant activities of pigeon pea tempeh (*Cajanus cajan*) and cow pea tempeh (*Vigna unguiculata*) with variations of fermentation time. *Biofarmasi* 14: 73-82. The objective of this research was to know sensory characteristic, nutrient value (protein content, fat content, and carbohydrate content) and antioxidant activities pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) tempeh and cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) tempeh with time of fermentation variations. Experiment design was Randomized Block Design consist of 2 factors, they were time of fermentation (30, 36, 42 hours) and variations of bean (soybean, pigeon pea, cow pea). The data that were obtained from this research then were analyzed with ANOVA at level of confident $\alpha = 0.05$ then continued with DMRT at the same level. Result of research showed that time of fermentation variations and variations of bean effected on water content, ash content, protein content, fat content, carbohydrate content and antioxidant activities. The longer time of fermentation caused increase of water content, ash content and protein content, while the fat content and carbohydrate content decreased. The longer time of fermentation also caused antioxidant activities increasing. The highest of water content pigeon pea tempeh 42-hour fermentation 64.417%, the lowest soybean tempeh 30-hour fermentation 56.503%. The highest of ash content soybean tempeh 42-hour fermentation 1.287%, the lowest pigeon pea tempeh 30-hour fermentation 0.580%. The highest of protein content soybean tempeh 42-hour fermentation 28.875%, the lowest pigeon pea tempeh 30-hour fermentation 12.500%. The highest of fat content soybean tempeh 30-hour fermentation 9.877%, the lowest pigeon pea tempeh 42-hour fermentation 0.620%. The highest of carbohydrate content pigeon pea tempeh 30-hour fermentation 25.033%, the lowest soybean tempeh 30-hour fermentation 1.037%. The highest antioxidant capacity cow pea tempeh 42-hour fermentation 59.667%, the lowest pigeon pea tempeh 30-hour fermentation 13.000%. The highest total phenol content soybean tempeh 42-hour fermentation 3.490%, the lowest cow pea tempeh 30-hour fermentation 0.233%. Overall, for sensory test uncooked and cooked tempeh, the most preferred by consumer is soybean tempeh.

Keywords: Cow pea, fermentation, pigeon pea, tempeh

PENDAHULUAN

Tempe merupakan makanan yang sangat populer di Indonesia, sebagian besar masyarakat Indonesia menjadikan tempe sebagai pendamping makanan pokok. Tempe memiliki manfaat kesehatan yaitu berpotensi untuk melawan radikal bebas sehingga dapat menghambat proses penuaan dan mencegah terjadinya penyakit degeneratif (aterosklerosis, jantung koroner, diabetes melitus, kanker, dan lain-lain) (Adam 2009) karena adanya aktivitas enzim superoksida dismutase. Nilai gizi yang unggul lainnya dalam tempe antara lain antioksidan faktor II (6,7,4-trihidroksi isoflavon) yang memiliki sifat antioksidan paling kuat dibandingkan dengan isoflavon dalam kedelai, vitamin B12 yang aktivitasnya semakin meningkat selama proses fermentasi serta kandungan asam glutamat sebagai asam amino esensial yang tinggi.

Kacang kedelai bagi industri pengolahan pangan di Indonesia banyak digunakan sebagai bahan baku pembuatan tahu, tempe dan kecap. Jenis industri yang tergolong skala kecil-menengah ini tetapi dalam jumlah

sangat banyak menyebabkan tingginya tingkat kebutuhan konsumsi kedelai yang mencapai lebih dari 2,24 juta setiap tahunnya. Pada tahun 1998 Indonesia mengimpor kedelai sebanyak 343.124 ton. Lonjakan importasi kedelai disebabkan peningkatan konsumsi produk industri rumahan (tahu dan tempe). Pada tahun 2004 diperkirakan kebutuhan kedelai mencapai 1,95 juta ton sehingga harus mengimpor 1,1 juta ton sampai 1,3 juta ton untuk menutupi kekurangan.

Impor kedelai Indonesia sekitar 70% berasal dari Amerika Serikat yang menguasai 60% pasar kedelai dunia. Kedelai yang berasal dari Amerika Serikat adalah kedelai transgenik. Kelebihan kedelai transgenik antara lain tahan terhadap hama, tahan terhadap herbisida dan kualitas hasil yang tinggi tetapi dikhawatirkan memiliki efek negatif antara lain dapat terjadi perubahan nutrisi, menyebabkan efek alergi atau toksisitas karena proses rekayasa genetika (Gsianturi 2002). Oleh karena itu muncul berbagai kekhawatiran dalam mengkonsumsi kedelai transgenik. Pangan transgenik sebanyak 60-70% belum memiliki kepastian keamanan konsumsi walaupun sampai saat ini

belum banyak dilaporkan bahwa konsumsi pangan transgenik menyebabkan gangguan kesehatan terutama di Indonesia (Anon 2008).

Adanya kekurangan kebutuhan kedelai tersebut maka perlu dicari alternatif kedelai sebagai bahan baku pembuatan tempe yang memiliki kandungan gizi hampir sama dengan kedelai. Kacang-kacangan yang berpotensi sebagai pengganti kedelai yaitu kacang gude dan kacang tunggak.

Kacang gude (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) merupakan jenis kacang-kacangan yang tumbuh sepanjang tahun dan mampu tumbuh pada lahan kering (Messakh 2004). Komposisi kacang gude dalam 100 g biji yaitu 62,0 g karbohidrat; 20,7 g protein dan 1,4 g lemak.

Kacang tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) merupakan jenis kacang yang toleran terhadap kekeringan. Komposisi gizi kacang tunggak dalam 100 g biji yaitu 22 g protein; 1,4 g lemak dan 60,1 g karbohidrat (Haliza 2008).

Keunggulan kacang gude dan kacang tunggak adalah memiliki kadar lemak yang lebih rendah sehingga dapat meminimalisasi efek negatif dari penggunaan produk pangan berlemak. Kacang gude jika dibandingkan dengan kedelai memiliki keseimbangan asam amino yang baik. Sedangkan pada kacang tunggak memiliki kandungan vitamin B1 lebih tinggi dan pada produk tempennya mengandung *p-caumaric acid* dan asam ferulat yang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat (Kunia 2008).

Riset yang dilakukan oleh Tranggono et al. (1992) adalah pembuatan tempe kacang gude yang bertujuan untuk mengetahui aktivitas asam fitat yang menurun selama proses pembuatan dan fermentasi. Sedangkan pada tempe kacang tunggak, penelitian yang dilakukan oleh Haliza pada tahun 2008 dengan waktu fermentasi 24 jam yaitu tiap 100 g tempe mengandung 33 g protein, 2 g lemak, 53 g karbohidrat, dan 3 g serat.

Oleh karena itu pada penelitian ini akan dikaji karakteristik sensoris, nilai gizi dan kapasitas antioksidan pada tempe kacang gude dan kacang tunggak dengan variasi waktu fermentasi. Pemanfaatan kacang gude dan kacang tunggak sebagai pengganti kedelai untuk bahan baku tempe dapat meningkatkan diversifikasi produk olahan kacang gude dan kacang tunggak.

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui karakteristik sensoris, nilai gizi dan aktivitas antioksidan tempe kacang gude dan tempe kacang tunggak dengan variasi waktu fermentasi sehingga diketahui potensinya sebagai pengganti kedelai.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian, Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta dimulai pada bulan Maret-Agustus 2010.

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan adalah kacang tunggak yang berasal dari Pasar Legi, Surakarta; kacang gude yang berasal dari Pasar Wonogiri dan kedelai lokal yang berasal dari Pasar Legi, Surakarta. Untuk pembuatan tempe digunakan ragi tempe (bentuk bubuk). Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis antara lain:

Analisis kadar protein: larutan HCl 0,02 N (Merck), H₂SO₄ (Merck), HgO (Merck), larutan NaOH-Na₂S₂O₃ (Merck), K₂SO₄ (Merck), Na₂B₄O₇·10H₂O (Merck), H₃BO₃ (Merck), indikator (campuran 2 bagian metil merah 0,2% dalam alkohol dan 1 bagian bromo creosol green (bcg) 0,2% dalam alkohol), aquadest.

Analisis kadar lemak: petroleum ether. Analisis penangkapan radikal bebas: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dan ethanol. Analisis total fenol: Na₂CO₃ alkali, Folin ciocalteu, fenol murni. Alat yang digunakan untuk analisis tempe antara lain: Analisis kadar air: oven listrik, timbangan analitik digital, eksikator cawan aluminium, dan tang penjepit. Analisis kadar abu: tanur dan cawan porselen. Analisis kadar lemak: perangkat alat ekstraksi Soxhlet, tabung reaksi soxhlet, kondensor, tabung ekstraksi, penangas air, oven dan botol timbang.

Analisis penangkapan radikal bebas: spektrofotometer UV-Vis 1240, sentrifuge kecepatan 5000 rpm, erlenmeyer 25 mL, tabung propilen, vortex mixer, pipet volume 1 mL, propipet dan mikropipet.

Analisis kadar total fenol: vortex mixer, labu takar 100 mL, pipet volume, pengaduk, dan gelas ukur 100 mL. Uji sensoris: nampan, cawan dan gelas. Alat pembantu: baskom, panci, tampah besar, ember, kompor dan plastik.

Tahapan penelitian

Pembuatan tempe

Proses pembuatan tempe pada penelitian ini didasarkan pada modifikasi dari Haliza (2008). Kacang tunggak dan kacang gude yang dibuat tempe terlebih dahulu dikupas kulitnya secara kering yaitu dengan menggunakan alat penyosoh, sebelum dilakukan penyosohan biji harus kering sehingga saat penyosohan biji dapat terkupas sempurna. Setelah pengupasan maka kacang akan terpecah menjadi 2 dan terpisah dengan kulitnya. Kacang gude dan kacang tunggak kemudian direbus sampai mendidih supaya kacang menjadi lunak sehingga dapat ditembus oleh miselia kapang yang menyatukan biji dan tempe menjadi kompak. Perebusan akan membuat warna biji kacang gude dan kacang tunggak menjadi berubah, kacang gude akan berubah menjadi menjadi kecoklatan sedangkan pada kacang tunggak menjadi putih. Kacang kemudian direndam semalam untuk menurunkan pH sehingga sesuai untuk pertumbuhan kapang. Perendaman selama 24 jam akan menyebabkan air rendaman menjadi berbusa dan beraroma asam. Selama prose perendaman telah berlangsung proses fermentasi oleh bakteri yang terdapat di air terutama karena bakteri asam laktat, pH akan turun dari 6,5 menjadi 4,5-5,3. Setelah perendaman kacang dicuci bersih dengan air mengalir untuk membuang kulit yang masih tertinggal dan untuk menghilangkan bakteri dan mikroorganisme lain yang tumbuh selama perendaman serta membuang kelebihan asam dan lendir yang terproduksi. Setelah

pencucian, kacang dikukus selama 20 menit yang bertujuan mematikan bakteri-bakteri yang tumbuh selama perendaman. Kacang kemudian didinginkan, ditiriskan yang bertujuan untuk menurunkan suhu dan menghilangkan air pada permukaan kacang. Kemudian dilakukan inokulasi dengan ragi (bubuk) dan diaduk merata. Pada tahap terakhir dilakukan fermentasi selama 30, 36 dan 42 jam pada suhu ruang dalam kantong plastik (PE) yang dilubangi menggunakan gunting. Tempe yang telah terbentuk akan dianalisis karakteristik sensoris (warna, aroma, rasa, aftertaste, tekstur dan rasa), nilai gizi dan aktivitas antioksidan. Analisis parameter kimia pada penelitian ditunjukkan pada Tabel 1.

Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial yang terdiri dari 2 faktor atau variabel yaitu variasi waktu fermentasi pembuatan tempe 36, 42 dan 48 jam dan jenis kacang (kedelai, gude dan tunggak). Untuk sampel kontrolnya adalah tempe kedelai, sehingga jumlah sampelnya ada 9 buah. Setiap perlakuan dilakukan ulangan sampel dan ulangan analisis kimia sebanyak 3 kali (Tabel 2). Data hasil penelitian dianalisis secara statistik dengan menggunakan ANOVA melalui program SPSS for Windows versi 16.0 untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh perbedaan perlakuan dan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

Tabel 1. Metode analisis

Metode analisis	Metode
Kadar air	Thermogravimetri (Sudarmadji et al. 2003)
Kadar abu	Cara kering (Sudarmadji et al. 2003)
Kadar protein	Kjehldal (Apriyantono et al. 1989)
Kadar lemak	Ekstraksi Soxhlet (Apriyantono et al. 1989)
Kadar karbohidrat	<i>By difference</i> (Winarno 2002)
Penangkapan radikal bebas	DPPH (Subagio dan Morita 2001)
Total fenol	Folin-Ciocalteu (Senter et al. 1989)
Analisis sensoris	Uji Kesukaan (Setyaningsih et al. 2008)

Tabel 2. Rancangan percobaan

Lama fermentasi	Kacang		
	Kedelai (K1)	Tunggak (K2)	Gude (K3)
30 jam (F1)	F1K1	F1K2	F1K3
36 jam (F2)	F2K1	F2K2	F2K3
42 jam (F2)	F3K1	F3K2	F3K3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air

Kadar air merupakan salah satu unsur penting dalam bahan makanan. Meskipun bukan merupakan sumber

nutrisi, tetapi kadar air sangat esensial dalam kelangsungan proses biokimiawi organisme hidup yaitu berperan sebagai pembawa zat-zat makanan dan sisa metabolisme, sebagai media reaksi yang menstabilkan pembentukan biopolimer dan sebagainya. Dalam bahan pangan, kadar air berfungsi untuk menentukan bentuk, kenampakan, kesegaran, cita rasa, dan daya simpan serta derajat penerimaan konsumen terhadap suatu produk pangan. Hal ini disebabkan 50-90 % bahan pangan hasil pertanian terdiri dari air. Hasil analisis kadar air tempe lama fermentasi (30 jam, 36 jam dan 42 jam) dan jenis kacang (kacang kedelai, kacang gude, dan kacang tunggak) ditunjukkan pada Tabel 3.

Berdasarkan data Tabel 3, kadar air tempe berkisar antara 56,503-64,417%. Semakin lama waktu fermentasi kadar airnya meningkat. Kadar air dengan penggunaan jenis kacang yang berbeda menunjukkan adanya beda nyata. Kadar air tertinggi terdapat pada tempe kacang gude sebesar 64,417% dan kadar air terendah terdapat pada tempe kacang kedelai sebesar 56,503%. Hal ini karena air bahan awal kacang berbeda. Kacang gude mempunyai kadar air paling tinggi yaitu sebesar 12,2% kemudian kacang tunggak sebesar 11,64% dan kadar air kacang kedelai sebesar 7,55% (Anon 1992). Selain kadar air bahan awal, tingginya kadar air pada tempe gude dan tempe tunggak disebabkan pada proses awal setelah pengupasan dengan cara kering biji kacang akan pecah. Pemecahan biji kacang ini mengakibatkan kulit biji lepas sehingga lembaga akan menjadi bagian luar dari biji, saat dilakukan perebusan maka kacang gude dan kacang tunggak akan mudah menyerap air dibandingkan kacang kedelai yang belum mengalami pengupasan sehingga kadar air pada kacang gude dan kacang tunggak akan lebih tinggi.

Perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap kadar air tempe. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin lama fermentasi maka semakin meningkat kadar airnya. Setelah fermentasi 30 jam kadar air cenderung mengalami peningkatan. Menurut Steinkrauss (1995), selama fermentasi tempe air dihasilkan sebagai hasil dari pemecahan karbohidrat oleh mikrobia. Menurut Rochmah (2008) air merupakan salah satu produk hasil fermentasi aerob. Selama fermentasi tempe, mikrobia mencerna substrat dan menghasilkan air, karbondioksida dan sejumlah besar energi (ATP). Selama fermentasi, kapang *Rhizopus* akan menghancurkan matriks antara sel bakteri pada hari ketiga untuk kedelai akan menjadi lunak, tapi pada fermentasi selanjutnya antara sel pada kedelai hancur ditambah air hasil pemecahan karbohidrat yang menyebabkan tempe menjadi lembek dan berair (Syarief 1999). Menurut pendapat Mulato dan Widyotomo (2003), waktu fermentasi merupakan salah satu faktor terpenting penyebab meningkatnya kadar air sehingga dengan meningkatnya waktu fermentasi maka kadar air akan meningkat pula.

Pada fermentasi lanjut atau *overfermented* yaitu pada 50-90 jam fermentasi terjadi kenaikan jumlah bakteri dan jumlah asam lemak bebas, pertumbuhan jamur menurun dan pada kadar air tertentu pertumbuhan jamur terhenti, terjadi perubahan flavor karena degradasi protein lanjut sehingga terbentuk amonia (Hidayat 2009).

Kadar abu

Abu merupakan zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan makanan. Kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya. Kadar abu memiliki hubungan dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik. Sebagian bahan makanan, yaitu sekitar 96% terdiri dari bahan organik dan air. Sisanya terdiri dari unsur-unsur mineral atau kadar abu (Winarno 2002; Sudarmadji 2003). Hasil analisis kadar abu dengan lama fermentasi (30 jam, 36 jam dan 42 jam) dan jenis kacang (kacang kedelai, kacang gude, dan kacang tunggak) ditunjukkan pada Tabel 4.

Variasi perlakuan lama fermentasi memberikan pengaruh terhadap kadar abu tempe. Semakin lama waktu fermentasi kadar abu tempe semakin meningkat. Kadar abu tertinggi pada tempe kedelai fermentasi 42 jam yaitu sebesar 1,433% sedangkan kadar abu terendah terdapat pada tempe gude fermentasi 30 jam sebesar 0,580%. Tingginya kadar abu pada tempe kedelai disebabkan komposisi mineral total dalam kedelai yaitu kalsium, fosfor, dan besi lebih tinggi jika dibandingkan pada kacang gude dan kacang tunggak.

Peningkatan kadar abu berasal dari vitamin yang terbentuk oleh bakteri yang tumbuh selama fermentasi tempe khususnya vitamin B12 (Ferlina 2009). Astuti et al. (2000), menyebutkan bahwa selama fermentasi tempe jumlah vitamin B kompleks meningkat kecuali tiamin. Vitamin B12 diproduksi oleh bakteri *Klebsiella pneumoniae* yang merupakan mikroorganisme yang diinginkan dan mungkin diperlukan dalam proses fermentasi tempe secara alami (Steinkraus 1983). Adanya bakteri ini dalam tempe disebabkan kandungan karbohidrat yang merupakan substrat bagi *Klebsiella pneumoniae* yang mensintesis sukrosa dalam karbohidrat sebagai sumber makanan.

Vitamin B12 adalah suatu vitamin yang sangat kompleks molekulnya, yang mengandung sebuah atom cobalt (Co) yang terikat mirip dengan besi terikat dalam hemoglobin atau magnesium dalam klorofil (Winarno 2002). Vitamin B12 merupakan anggota kelompok kobalamin. Selama fermentasi tempe mengalami pembentukan vitamin B12, sehingga kenaikan jumlah abu berasal dari cobalt (Co pada vitamin B12) yang terkandung dalam vitamin B kompleks tersebut.

Kadar protein

Protein dapat mengalami degradasi molekul kompleks menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana yaitu asam amino oleh pengaruh asam, basa dan enzim. Menurut Pangastuti dan Triwibowo (1996), hal ini penting dalam fermentasi tempe dan merupakan salah satu faktor utama penentu kualitas tempe, yaitu sebagai sumber protein nabati yang memiliki nilai cerna tinggi. Hasil degradasi protein dapat berupa bentuk protease, pepton, polipeptida asam amino, NH₃ dan unsur N (Deliani 2008).

Banyak sekali jamur yang aktif selama fermentasi tempe, namun menurut Pudjiraharti, et al. (2004) kapang *Rhizopus* sp., merupakan kapang yang memegang peranan

utama pada proses fermentasi kedelai menjadi tempe. Jenis-jenis kapang yang ditemukan yaitu *R. oryzae* yang mempunyai sifat amilolitik kuat dan proteolitik kurang, *R. oligosporus* bersifat proteolitik kuat amilolitik kurang kuat dan *R. stolonifer* bagus dalam produksi asam laktat dan kurang kuat dalam aktivitas amilolitik dan proteolitik.

Dari Tabel 5 dapat dilihat bahwa variasi waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap kandungan protein tempe. Dari hasil analisis diketahui bahwa kandungan protein berkisar antara 12,500-28,875%. Perlakuan variasi lama fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap kadar protein tempe. Kadar protein tempe cenderung mengalami kenaikan dengan meningkatnya waktu fermentasi (Tabel 4.4). hal ini selain dari pelepasan gugus-gugus amino juga disebabkan karena unsur N yang terdapat pada vitamin B12. Selama waktu fermentasi, protein akan mengalami proses katabolisme yaitu pelepasan gugus-gugus amino menjadi asam-asam amino yang mengandung unsur N sehingga kadar proteinnya semakin meningkat. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Astuti et al. (2000), protein terlarut akan meningkat secara signifikan akibat produksi enzim protease selama proses fermentasi. Pada tempe kandungan nitrogen terlarutnya 8,7 mg/g sedangkan pada kedelai nitrogen terlarutnya 3,5 mg/g.

Selama proses fermentasi, protein kasar hanya sedikit yang berubah tetapi kelarutannya meningkat menjadi 50% (Jones 1975). Selanjutnya kualitas protein dalam tempe lebih tinggi dibandingkan kedelai. Hal ini dikarenakan perubahan protein menjadi asam amino akan lebih mudah dicerna.

Tingginya kadar protein tempe kacang kedelai dibandingkan dengan tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude dikarenakan kandungan protein biji kedelai mentah lebih tinggi dibandingkan kacang tunggak maupun kacang gude yaitu sebesar 34,9% sedangkan kandungan protein kacang tunggak dan kacang gude sebesar 25,53% dan 20,7% (Anon 1992; Danuwarsa 2006).

Kadar lemak

Kadar lemak tempe dengan berbagai variasi lama fermentasi dan jenis kacang ditunjukkan pada Tabel 6. Dari hasil analisis dapat diketahui bahwa waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap tempe. Kadar lemak tempe dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang berkisar antara 0,620-9,877%. Kadar lemak tempe dengan perlakuan lama fermentasi dan jenis kacang dapat diketahui bahwa semakin lama waktu fermentasi, kadar lemak tempe semakin menurun dan selisih kadar lemak antara tempe kedelai dengan tempe tunggak dan tempe gude yang cukup tinggi.

Kasmidjo (1990), menyebutkan bahwa kadar lemak kedelai akan mengalami penurunan akibat fermentasi menjadi tempe. Lebih dari 1/3 lemak netral (monogliserida, digliserida, trigliserida) dari kedelai terhidrolisis oleh enzim lipase selama 3 hari fermentasi oleh *R. oligosporus* yang bersifat lipolitik pada T 37oC. Setelah 48 jam fermentasi, lemak akan terhidrolisis (Smith dan Alford 1986). Jamur menggunakan lemak dari substrat sebagai sumber energinya (Iljas 1973).

Kadar lemak berkurang selama fermentasi juga karena akibat aktivitas enzim lipase yang bergantung pada lamanya waktu fermentasi. Lemak dapat diuraikan oleh enzim lipase melalui katabolisme lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol, kemudian gliserol akan diubah menjadi gliserol dehid fosfat dan mengikuti jalur glikolisis sehingga terbentuk piruvat sedangkan asam lemak akan diuraikan menjadi molekul-molekul dengan 2 atom C dan diubah menjadi asetil koenzim A. (Muchtadi 1989).

Dari Table 6 dapat dilihat bahwa tempe tunggak dan tempe gude tidak berbeda nyata selama waktu fermentasi, hal ini menunjukkan bahwa keduanya memiliki kadar lemak yang hampir sama.

Kadar lemak tertinggi terdapat pada tempe kacang kedelai sebesar 9,877% sedangkan kadar lemak terendah terdapat pada tempe kacang gude sebesar 0,620%. Berdasarkan tabel di atas maka kadar lemak tempe kacang kedelai memiliki selisih yang besar dengan kadar lemak tempe kacang tunggak dan kacang gude. Hal ini dikarenakan kadar lemak kacang kedelai memang sangat tinggi dibandingkan kadar lemak kacang-kacangan yang lain yaitu sebesar 18,1% sedangkan kadar lemak kacang tunggak dan kacang gude hanya sebesar 1,67% dan 1,4% (Anon 1992; Danuwarsa 2003).

Kadar karbohidrat

Kadar karbohidrat dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang ditunjukkan pada Tabel 7. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap tempe. Kadar karbohidrat tempe dengan variasi waktu fermentasi berkisar antara 1,038-25,063. Dari Tabel 7 dapat diketahui semakin lama waktu fermentasi maka kadar karbohidratnya semakin menurun. Pada tempe kedelai fermentasi 30 dan 36 jam tidak berbeda nyata hal ini menunjukkan perbedaan waktu fermentasi pada tempe kedelai tidak memberikan pengaruh terhadap kadar karbohidrat selama waktu fermentasi 30 dan 36 jam. Kadar karbohidrat tertinggi terdapat pada tempe gude fermentasi 30 jam sebesar 25,063% sedangkan kadar karbohidrat terendah terdapat pada tempe kedelai fermentasi 42 jam sebesar 1,038%. Penurunan kadar karbohidrat karena karbohidrat telah banyak dimanfaatkan oleh mikroba sebagai nutrisi selama proses fermentasi berlangsung.

Menurut Kasmidjo (1990), selama proses perendaman terjadi peningkatan monosakarida, tetapi perendaman selama 24 jam pada suhu 25 oC dengan perbandingan biji:air adalah 1:3 dan 1:10 tidak mengakibatkan

penurunan oligosakarida. Menurut Mulyowidarso (1988), sukrosa turun sebesar 84 %, sedangkan stakhiosa, rafinosa dan melibiosa secara bersama-sama turun sebesar 64 %, dari kadar dalam biji selama perendaman. Menurunnya kadar stakhiosa, rafinosa dan melibiosa ini sangat penting dari sudut gizi, karena ketiga senyawa gula tersebut adalah termasuk dalam keluarga rafinosa yang dapat menyebabkan gejala flatulensi jika dikonsumsi secara berlebihan (Ekasari 2009).

Pengurangan senyawa stakhiosa, rafinosa, melibiosa dan meningkatnya monosakarida, selain memiliki

keuntungan dari sudut nutrisi, juga memberikan keuntungan mikrobiologis dalam pembuatan tempe. *Rhizopus oligosporus* tidak memiliki kemampuan untuk memetabolisasikan senyawa-senyawa tersebut, sebaliknya dapat memanfaatkan monosakarida dengan baik. Di samping itu glukosa juga merupakan senyawa gula yang mendorong terjadinya perkecambahan spora *Rhizopus oligosporus*. Peningkatan kadar monosakarida oleh jamur tempe juga akan mendorong tumbuhnya bakteri dalam fermentasi tempe hal ini dikarenakan monosakarida akan digunakan oleh bakteri sebagai sumber makanan.

Kadar karbohidrat paling tinggi terdapat pada tempe kacang gude fermentasi 30 jam sebesar 25,063% dan kadar karbohidrat terendah pada tempe kacang kedelai fermentasi 42 jam sebesar 1,038%. Hal ini dikarenakan kandungan karbohidrat kacang gude dan kacang tunggak lebih tinggi yaitu sebesar 62% dan 61,6% dibandingkan kandungan karbohidrat kedelai yaitu sebesar 30,1% (Anon 1992; Danuwarsa 2003) hal ini sesuai dengan hasil analisis kadar karbohidrat tempe kacang kedelai yang memiliki kadar karbohidrat terendah dibandingkan yang lain.

Aktivitas antioksidan

Aktivitas antioksidan dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang ditunjukkan pada Tabel 8. Dari Tabel 8 dapat dilihat bahwa variasi waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap aktivitas antioksidan tempe. Dari tabel di atas dapat diketahui kapasitas antioksidan berkisar antara 13,000-59,667%. Semakin lama waktu fermentasi maka aktivitas antioksidan juga semakin meningkat. Aktivitas antioksidan paling tinggi terdapat pada tempe tunggak fermentasi 42 jam sebesar 59,667% sedangkan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada tempe gude fermentasi 30 jam sebesar 13,000%. Pada uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan tempe mentah, hal ini dikarenakan jika dilakukan untuk tempe matang melalui proses penggorengan maka aktivitas antioksidannya akan berkurang akibat adanya pemanasan.

Berdasarkan penelitian Ningsih (2007), peningkatan aktivitas antioksidan tempe tunggak disebabkan selama proses fermentasi terjadi peningkatan aktivitas antioksidan oleh aktivitas mikroorganisme sebesar 39,69%, sedangkan pada bahan awal kacang tunggak aktivitas antioksidan sebesar 29,9%. Peningkatan ini disebabkan selama fermentasi tempe tunggak menghasilkan senyawa antioksidan asam ferulat dan p-kumarat yang memiliki aktivitas antioksidan cukup tinggi. Asam ferulat dan p-kumarat merupakan senyawa antioksidan yang berasal dari biosintesa fenilpropanoida.

Dari Tabel 8 dapat dilihat aktivitas antioksidan tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude mengalami peningkatan yang signifikan dari waktu fermentasi 30 jam ke fermentasi 36 jam. Hal ini ditunjukkan pada tabel bahwa kenaikan waktu fermentasi 30 jam ke fermentasi 36 jam menunjukkan adanya beda nyata. Pada fermentasi 36 jam ke fermentasi 42 jam peningkatan aktivitas antioksidan juga berbeda nyata kecuali pada tempe gude yang tidak berbeda nyata hal ini menunjukkan peningkatan kapasitas tempe gude fermentasi 36 jam stabil.

Tabel 3. Kadar air dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang

Lama fermentasi	Jenis kacang		
	Kedelai	Tunggak	Gude
30 jam	56,503a	59,287b	60,893bc
36 jam	56,137a	61,917cd	61,447bcd
42 jam	60,453bc	63,477de	64,417e

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 4 Kadar abu dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang

Lama fermentasi	Jenis kacang		
	Kedelai	Tunggak	Gude
30 jam	1,287e	0,650a	0,580a
36 jam	1,330e	0,733b	0,810c
42 jam	1,433f	0,833c	1,187d

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 5 Kadar protein dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang

Lama fermentasi	Jenis kacang		
	Kedelai	Tunggak	Gude
30 jam	24,792d	14,583b	12,500a
36 jam	27,125e	15,083bc	15,167bc
42 jam	28,875f	16,042c	16,042c

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 6 Kadar lemak dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang

Lama fermentasi	Jenis kacang		
	Kedelai	Tunggak	Gude
30 jam	9,877c	1,367a	0,963a
36 jam	9,403c	0,950a	0,833a
42 jam	8,200b	0,670a	0,620a

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 7 Kadar karbohidrat dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang

Lama fermentasi	Jenis kacang		
	Kedelai	Tunggak	Gude
30 jam	7,542b	24,113e	25,063e
36 jam	6,005b	21,317d	21,743d
42 jam	1,038a	18,978c	17,735c

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 8 Aktivitas antioksidan dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang

Lama fermentasi	Jenis kacang		
	Kedelai	Tunggak	Gude
30 jam	39,000d	33,667c	13,000a
36 jam	49,333e	51,000e	28,667b
42 jam	56,667f	59,667f	30,333b

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 9 Total fenol dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang

Lama fermentasi	Jenis kacang		
	Kedelai	Tunggak	Gude
30 jam	2,857e	0,233a	1,253b
36 jam	3,410f	1,327bc	1,327bc
42 jam	3,490f	1,580d	1,393c

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Tabel 10. Hasil uji sensoris tempe mentah

Pengujian sifat sensoris	Lama fermentasi (jam)	Jenis kacang		
		Kedelai	Tunggak	Gude
Warna	30	6,250d	4,125c	2,583a
	36	6,042d	3,917c	3,583bc
	42	6,208d	3,667bc	2,917ab
Aroma	30	5,083a	4,458a	4,417a
	36	5,042a	4,333a	4,250a
	42	5,167a	4,333a	4,417a
Tekstur	30	5,083cde	4,542abc	3,667a
	36	5,583de	4,250abc	4,500abc
	42	5,792e	4,833bcd	3,958ab
Overall	30	5,583b	4,333a	3,583a
	36	5,583b	4,167a	4,000a
	42	5,875b	4,083a	3,750a

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$). Skala nilai: 1) sangat tidak suka 2) tidak suka 3) agak tidak suka 4) netral 5) agak suka 6) suka 7) sangat suka

Tabel 11. Hasil uji sensoris tempe matang

Pengujian sifat sensoris	Lama fermentasi (jam)	Jenis kacang		
		Kedelai	Tunggak	Gude
Warna	30	6,500d	3,792c	2,250a
	36	6,125d	3,167bc	2,167a
	42	6,208d	3,792c	2,542ab
	30	5,750b	4,333a	4,583a
Aroma	36	6,042b	4,542a	4,333a
	42	5,625b	4,667a	4,375a
	30	5,583cd	4,042ab	4,625ab
Tekstur	36	6,083d	4,750b	4,042ab
	42	4,833bc	4,125ab	3,792a
	30	5,000d	3,625ab	4,375bc
Overall	36	5,667d	4,500c	4,250abc
	42	4,453bc	4,250abc	3,500a
	30	4,792bc	4,042ab	4,292ab

Keterangan: *) notasi yang berbeda menunjukkan beda nyata ($p < 0.05$)

Peningkatan aktivitas antioksidan selama fermentasi dikarenakan adanya aktivitas mikroorganisme dalam tempe. Dalam penelitian yang dilakukan Astuti, et al. (1995) menunjukkan bahwa dalam tempe terdapat aktivitas

enzim superoksida dismutase yang merupakan enzim antioksidan sedangkan dalam kedelai tidak ditemukan. Sedangkan menurut Wang dan Murphy (1996) setelah 22 jam fermentasi, isoflavon aglikon yang terkandung dalam tempe meningkat 6,5 kali dan glukosidanya turun 57% dari kedelai rebus. Pembentukan aglikon selama fermentasi tempe disebabkan oleh aktivitas hidrolitik enzim β -glukosidase yang diproduksi oleh *Rhizopus* sp. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses fermentasi aktivitas antioksidan yang dibebaskan akan semakin meningkat akibat aktivitas mikroba.

Total fenol

Total fenol tempe dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang ditunjukkan pada Tabel 9. Dari Tabel 9 dapat dilihat bahwa variasi waktu fermentasi dan jenis kacang memberikan pengaruh terhadap total fenol tempe. Dari tabel di atas dapat diketahui total fenol berkisar antara 0,233-3,490%. Semakin lama waktu fermentasinya maka total fenolnya juga semakin meningkat. Total fenol paling tinggi terdapat pada tempe kedelai fermentasi 42 jam sebesar 3,490% sedangkan total fenol terendah terdapat pada tempe tunggak fermentasi 30 jam sebesar 0,233%.

Tingginya total fenol tempe kedelai dibandingkan tempe tunggak dan tempe gude dikarenakan total fenol kacang kedelai juga lebih tinggi yaitu sebesar 54,03 mg/100g dibandingkan dengan total fenol kacang tunggak dan kacang gude yaitu sebesar 38,22 mg/100g dan 28,64 mg/100g (Marsono 2004).

Total fenol merupakan senyawa antioksidan yang umumnya terdapat dalam kacang-kacangan. Selama fermentasi total fenol tempe mengalami peningkatan, hal ini akibat adanya bakteri yang mensintesis senyawa antioksidan. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ningsih (2007), pada tempe tunggak selama fermentasi menghasilkan senyawa antioksidan berupa asam p-kumarat dan asam ferulat. Jika dibandingkan dengan aktivitas antioksidan, total fenol dari tempe tunggak lebih rendah dibandingkan dengan total fenol pada tempe kedelai hal ini dikarenakan antioksidan pada tempe tunggak telah disintesa menjadi senyawa turunan sehingga total fenolnya akan menjadi lebih rendah.

Handajani (2002) mengatakan bahwa fermentasi tempe telah mengubah bentuk isoflavon glukosida menjadi isoflavon aglikon yaitu daidzein, genistein, glisitein, dan faktor II (6,7,4 tri-hidroksiisoflavon). Senyawa-senyawa turunan tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan isoflavon glukosida. Pawiroharsono (1995) menjelaskan bahwa proses pembentukan Faktor II terjadi melalui dua reaksi yaitu (i) melalui reaksi dimetilasi glisitein oleh bakteri *Brevibacterium epidermis* dan *Micrococcus luteus*, dan (ii) melalui reaksi hidroksilasi daidzein oleh bakteri *Micrococcus arborescens*. Faktor II berperan sebagai antioksidan, antihemolisis, antikolesterol dan antikanker. Faktor II sangat menarik perhatian karena aktivitas antioksidannya 10 kali lebih besar daripada vitamin A dan 3 kali lebih besar dari aglikon lain (Jha 1985). Pernyataan tersebut mengindikasikan bahwa semakin lama fermentasi

semakin tinggi aktivitas antioksidan tempe terutama ditinjau dari komponen isoflavonnya.

Karakteristik sensoris

Uji sensoris pada suatu produk memiliki arti penting, berkaitan dengan penerimaan konsumen terhadap produk yang dihasilkan. Uji sensoris dalam penelitian ini dilakukan pengujian kesukaan panelis dengan metode skoring oleh 24 orang panelis tidak terlatih. Uji sensoris dilakukan 2 kali yaitu uji sensoris tempe mentah dan uji sensoris tempe matang. Parameter yang digunakan untuk uji sensoris tempe mentah meliputi warna, aroma, tekstur dan overall sedangkan parameter yang digunakan untuk uji sensoris tempe matang meliputi warna, aroma, rasa, aftertase, tekstur dan overall.

Hasil analisis sensoris tempe dengan variasi waktu fermentasi dan jenis kacang pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 10 dan 11.

Warna

Umumnya tempe kedelai memiliki ciri-ciri kenampakan berwarna putih. Warna putih disebabkan adanya miselia jamur yang tumbuh pada permukaan biji kedelai (Kasmidjo 1990). Uji organoleptik sampel tempe diujikan secara mentah dan matang dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan warna antara keduanya serta penerimaan panelis terhadap sampel tempe. Skor kesukaan terhadap warna tempe ditunjukkan pada Tabel 10 dan 11.

Dari Tabel 10 dapat dilihat waktu fermentasi untuk masing-masing kacang tidak menunjukkan beda nyata terhadap warna tempe mentah. Namun untuk masing-masing jenis kacang menunjukkan adanya beda nyata antara tempe kacang tunggak, tempe kacang gude dengan tempe kacang kedelai. Hal ini dikarenakan tempe kacang tunggak, tempe kacang gude dan tempe kacang kedelai yang masih mentah menunjukkan perbedaan warna yang cukup jelas. Warna tempe kacang kedelai cenderung berwarna kuning, sedangkan warna tempe kacang tunggak berwarna putih dan untuk warna tempe kacang gude berwarna agak kehitaman. Pada tempe kacang kedelai fermentasi 30 jam memiliki nilai terbesar yaitu 6,250 pada skala nilai suka sedangkan tempe kacang gude fermentasi 30 jam memiliki nilai terendah yaitu 2,583 pada skala nilai tidak suka sehingga dapat diketahui untuk warna tempe mentah tempe kacang kedelai paling disukai konsumen.

Dari Tabel 11 untuk tempe matang hampir sama dengan tempe mentah yaitu untuk waktu fermentasi masing-masing kacang tidak menunjukkan beda nyata namun untuk masing-masing kacang menunjukkan adanya beda nyata. Pada tempe matang yang telah digoreng warna tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude menunjukkan warna yang berbeda sehingga panelis dapat secara langsung membedakannya. Pada tempe matang nilai tertinggi yaitu pada tempe kedelai sebesar 6,500 pada skala nilai suka sedangkan nilai terendah pada tempe gude sebesar 2,167 pada skala nilai tidak suka. Dari kedua Tabel 10 dan 11 untuk parameter warna ternyata panelis lebih menyukai warna tempe matang atau yang telah digoreng hal ini diketahui melalui nilai paling tinggi terdapat pada tempe kedelai matang sebesar 6,500.

Aroma

Tempe mempunyai aroma yang spesifik, yang disebabkan oleh terjadinya degradasi komponen-komponen dalam kedelai selama fermentasi. Menurut Hesseltine et al. (1976), proses pembuatan tempe menjadikan kedelai lebih enak dimakan dan meningkatkan nilai gizinya. Skor kesukaan terhadap aroma tempe ditunjukkan pada Tabel 10 dan 11.

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa semua data menunjukkan tidak ada beda nyata terhadap aroma tempe untuk semua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa panelis secara umum menyukai aroma tempe dengan semua perlakuan. Tempe kacang kedelai 42 jam memiliki nilai tertinggi sebesar 5,167 pada skala nilai agak suka sedangkan tempe kacang gude 36 jam memiliki nilai terendah sebesar 4,250 pada skala nilai netral.

Dari Tabel 11 dapat dilihat adanya beda nyata yaitu antara tempe kacang kedelai dengan tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude. Sedangkan tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude menunjukkan tidak ada beda nyata. Tempe kacang kedelai fermentasi 36 jam memiliki nilai tertinggi 6,042 pada skala nilai suka sedangkan tempe kacang tunggak fermentasi 36 jam dan tempe kacang gude fermentasi 30 jam memiliki nilai terendah 4,333 pada skala nilai netral. Dari kedua Tabel 9 dan 10 untuk parameter aroma panelis lebih menyukai tempe matang dibandingkan dengan tempe mentah. Hal ini dapat dilihat dari nilai tertinggi pada sampel tempe kedelai matang 36 jam yaitu 6,042.

Tempe kacang tunggak dan tempe kacang gude memiliki aroma yang berbeda dengan tempe kacang kedelai, pada tempe tunggak dan tempe gude aromanya menyengat. Aroma pada tempe disebabkan adanya senyawa-senyawa volatil dan non-volatil. Senyawa-senyawa volatil tersebut antara lain methana, ethana, n-heksana, 2-propanon, 2-pentanon, 2-heptanol dan 2,4 dekadiena sedangkan senyawa non-volatil terdiri dari ester karbonil dan asam karbonilat (Ilyas et al. 1977). Perbedaan aroma antara tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude disebabkan pengaruh aktivitas mikroorganisme, ini sesuai dengan pendapat Supriyanto dalam Pawiroharsono (1995) bahwa jenis aroma yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh jenis mikroorganisme yang digunakan untuk inokulasi.

Rasa

Rasa tempe pada umumnya gurih hal ini karena adanya kandungan protein dan lemak yang cukup tinggi pada kedelai yang kemudian dihidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana.

Parameter rasa diujikan hanya untuk sampel tempe matang hal ini dikarenakan untuk tempe mentah rata-rata panelis tidak mau mencobanya. Skor kesukaan terhadap aroma tempe ditunjukkan pada Tabel 11. Dari Tabel 11 dengan parameter rasa cenderung menunjukkan adanya beda nyata. Rasa tempe kedelai berbeda nyata dengan tempe tunggak dan tempe gude. Sedangkan tempe tunggak dan tempe gude keduanya tidak berbeda nyata.

Nilai untuk parameter rasa berkisar antara 3,792 - 6,083 yang berarti pada skala nilai agak tidak suka sampai skala

nilai suka. Nilai tertinggi yaitu pada tempe kedelai 36 jam sebesar 6,083 dan terendah pada tempe gude 42 jam sebesar 3,792. Hal ini menunjukkan rasa tempe kedelai tetap yang paling disukai diantara ketiga tempe sedangkan tempe gude merupakan tempe yang paling tidak disukai dari segi rasanya hal ini dikarenakan pada rasa tempe gude agak sedikit pahit jika dibandingkan dengan tempe kedelai.

Aftertaste

Aftertaste diujikan sama seperti pada parameter rasa yaitu hanya untuk sampel tempe matang. Skor kesukaan terhadap aftertaste tempe ditunjukkan pada Tabel 11.

Dari Tabel 11 dengan parameter aftertaste cenderung menunjukkan adanya beda nyata. Aftertaste tempe kedelai fermentasi 30 jam dan 36 jam menunjukkan tidak berbeda nyata namun berbeda nyata dengan fermentasi 42 jam. Aftertaste tempe tunggak fermentasi 30 jam berbeda nyata dengan fermentasi 36 jam namun tidak berbeda nyata dengan tempe tunggak fermentasi 42 jam, tempe gude fermentasi 30 jam, tempe gude fermentasi 36 jam dan tempe gude fermentasi 42 jam.

Nilai untuk parameter aftertaste berkisar antara 3,500 - 5,667 yang berarti pada skala nilai agak tidak suka sampai agak suka. Nilai tertinggi yaitu pada tempe kedelai 36 jam sebesar 5,667 dan terendah pada tempe gude 42 jam sebesar 3,500. Hal ini menunjukkan aftertaste tempe kedelai tetap yang paling disukai diantara ketiga tempe sedangkan tempe gude merupakan tempe yang paling tidak disukai.

Tekstur

Tekstur yang kompak pada tempe disebabkan oleh miselia-miselial yang menghubungkan antara biji-biji kacang. Skor kesukaan terhadap tekstur tempe ditunjukkan pada Tabel 10 dan 11.

Dari Tabel 10 dapat dilihat tekstur yang paling tinggi nilainya yaitu tekstur tempe kedelai 42 jam sebesar 5,792 pada skala nilai agak suka sedangkan yang paling rendah nilainya yaitu tekstur tempe gude 30 jam sebesar 3,667 pada skala agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi.

Dari Tabel 11 dapat dilihat tekstur yang paling tinggi nilainya yaitu tekstur tempe kedelai 36 jam sebesar 5,458 pada skala nilai agak suka sedangkan yang paling rendah nilainya yaitu tekstur tempe gude 42 jam sebesar 3,667 pada skala agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi. Sedangkan dari kedua Tabel 10 dan 11 tekstur tempe kedelai mentah memiliki nilai paling tinggi. Hal ini karena pada tempe kedelai teksturnya lebih empuk dibandingkan tempe tunggak dan tempe gude. Pada tempe tunggak dan tempe gude teksturnya masih agak keras sehingga panelis kurang menyukainya.

Menurut Winarno (1989), kelunakan biji dipengaruhi oleh senyawa penyusun dinding sel maupun isi sel. Penyusun dinding sel terdiri dari polisakarida yang terdiri dari hemiselulosa, pektin, lignin dan selulosa. Pelunakan biji selama proses pembuatan tempe terjadi saat perendaman dan pengukusan. Selama fermentasi dan

fermentasi lanjut tempe biji kedelai semakin lunak disebabkan oleh degradasi komponen penyusun sel dan rusaknya jaringan akibat mikroba (Patriatami 1996).

Overall

Overall merupakan gabungan dari parameter-parameter sebelumnya yaitu warna, aroma, rasa, aftertaste dan tekstur. Skor kesukaan terhadap overall tempe ditunjukkan pada Tabel 10 dan 11.

Dari Tabel 10 dapat dilihat bahwa tempe kedelai selama fermentasi menunjukkan beda nyata dengan tempe tunggak dan tempe gude selama fermentasi. Sedangkan tempe tunggak dan tempe gude keduanya tidak berbeda nyata. Tempe kedelai 42 jam memiliki nilai tertinggi sebesar 5,875 pada skala nilai agak suka sedangkan tempe gude 30 jam memiliki nilai terendah sebesar 3,583 pada skala nilai agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi.

Dari Tabel 11 dapat dilihat yang paling tinggi nilainya yaitu tekstur tempe kedelai 36 jam sebesar 5,875 pada skala nilai agak suka sedangkan yang paling rendah nilainya yaitu tempe gude 42 jam sebesar 3,625 pada skala agak tidak suka. Dilihat dari skala nilai maka penerimaan panelis berkisar antara agak tidak suka sampai suka dengan tempe kedelai memiliki nilai paling tinggi. Sedangkan dari kedua Tabel 9 dan 10 secara overall tempe kedelai mentah maupun tempe kedelai matang memiliki nilai paling tinggi atau yang paling disukai karena keduanya sama-sama memiliki nilai paling tinggi sebesar 5,875.

Berdasarkan penilaian secara keseluruhan terhadap sampel tempe mentah dan tempe matang maka dapat dilihat bahwa tempe kedelai merupakan tempe yang paling disukai oleh panelis dengan rata-rata nilainya 5 (agak suka) sedangkan tempe tunggak maupun tempe gude memiliki nilai yang hampir sama berkisar antara 3 (agak tidak suka) dan 4 (netral). Penyebab tempe tunggak dan tempe gude kurang disukai antara lain karena warnanya yang kurang menarik pada tempe gude warnanya agak kehitaman sedangkan pada tempe tunggak warnanya putih kecoklatan. Tekstur tempe tunggak dan tempe gude yang lebih keras dibandingkan tempe kedelai serta aromanya yang menyengat.

KESIMPULAN

Berdasarkan pada penelitian yang telah dilakukan, dapat diketahui: Variasi perlakuan jenis kacang dan waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap nilai gizi tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude. Semakin lama waktu fermentasinya kadar air, kadar abu dan kadar protein tempe juga mengalami peningkatan. Sedangkan kadar lemak dan kadar karbohidratnya mengalami penurunan. Jika dibandingkan dengan SNI 01-3144-1992 maka kadar air tempe tunggak dan tempe gude lebih tinggi dibandingkan tempe kedelai sedangkan kadar protein dan kadar abu tempe tunggak dan tempe gude lebih rendah dibandingkan tempe kedelai. Variasi perlakuan jenis kacang dan waktu fermentasi memberikan

pengaruh terhadap aktivitas antioksidan dan kadar total fenol tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude. Semakin lama waktu fermentasinya maka kapasitas antioksidan dan kadar total fenolnya juga semakin meningkat. Variasi perlakuan jenis kacang dan waktu fermentasi memberikan pengaruh terhadap sifat sensoris tempe kedelai, tempe tunggak dan tempe gude. Tempe kedelai memiliki tingkat kesukaan lebih tinggi dibandingkan tempe tunggak dan tempe gude. Secara keseluruhan penerimaan panelis terhadap tempe tunggak dan tempe gude yaitu netral atau masih dapat diterima.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam. 2009. Tempe dan Proses Pembuatannya. <http://www.ad4msan.com/>. Diakses pada tanggal 24 November 2009.
- Anon. 1992. Komposisi Gizi Kacang-kacangan. Direktorat Gizi. Jakarta.
- Anon. 2008. Antioksidan: Mengapa Kita Memerlukannya?. <http://www.sendokgarpu.com/>. Diakses pada tanggal 12 November 2009.
- Apriyantono A, Fardiaz D, Puspitasari NL, Sedarnawati, Budiyanto S. 1989. Analisis Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Ardiansyah. 2007. Antioksidan dan Peranannya Bagi Kesehatan. <http://ardiansyah.multiply.com/journal>. Diakses pada tanggal 2 Juni 2009.
- Astuti M. 1995. Tempe dan Antioksidan: Prospek Pencegahan Penyakit Degeneratif. Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia. Jakarta.
- Astuti M, Meliala A, Fabien D, Wahlg M. 2000. Tempe, a nutritious and healthy food from Indonesia. *Asia Pacific J Clin Nutr* 9 (4): 322-325.
- Danuwarsa. 2006. Analisis Proksimat dan Asam Lemak pada Beberapa Komoditas Kacang-kacangan. *Buletin Teknik Pertanian Vol 11 No. 1*.
- Deliani. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Protein, Lemak, Komposisi Asam Lemak dan Asam Fitat pada Pembuatan Tempe. [Tesis]. Sekolah Pascasarjana Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Ekasari Y. 2009. Pengaruh Lama Fermentasi *Rhizopus oligosporus* Terhadap Kadar Oligosakarida dan Sifat Sensorik Tepung Tempe Kedelai (*Glycine max*). [Skripsi]. Program Studi Gizi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Ferlina S. 2009. Tempe. <http://www.adn.lib.unair.ac.id/go.php>. Diakses pada tanggal 20 September 2010.
- Gsianturi. 2002. Pangan Transgenik. <http://www.gizi.net/>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2010.
- Haliza W. 2008. Tanpa Kedelai Masih Bisa Makan Tempe. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian. Bogor. Hal 10-12.
- Handajani. 2002. Potensi Koro Sebagai Sumber Gizi dan Makanan Fungsional. UNS Press. Surakarta.
- Hesseltine CW. 1976. Research at Northern Regional Research Laboratory on Fermented Foods. *Proc. Conf. Soybean Product for Protein in Human Foods. USDA*.
- Hidayat N. 2009. Tahapan Proses Pembuatan Tempe. <http://lecture.brawijaya.ac.id/nurhidayat/>. Diakses pada tanggal 14 Januari 2010.
- Illjas N. 1973. Preservation and Shelf-Life Studies of Tempe. Unpublished M. S. Thesis. The Ohio State University.
- Jha HC, Kiriakidis S, Hoppe M, Edge H. 1997. Tempe constituents as antioxidants. Paper Abstract for International Tempe Symposium, Bali. Institutes Physiological Chemistry, University of Bonn.
- Jones ID. 1975. Effects of processing by fermentation on nutrients. In *Nutritional Evaluation of Food Processing*. 2nd ed. Harris RS, Karmas E (eds). AVI Publishing Co., Westport, CT.
- Kasmidjo. 1990. Tempe Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan Serta Pemanfaatannya. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM. Yogyakarta.
- Kunia, K. 2008. Potensi Kacang Hiris untuk Obat dan Pangan. <http://kabelan-kunia.blogspot.com/2008/11/potensi-kacang-hiris-untuk-obat-dan.html/>. Diakses pada tanggal 9 Februari 2010.

- Muchtadi, D. 1989. Petunjuk Laboratorium Evaluasi Nilai Gizi Pangan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mulato S, Widyotomo S. 2003. Teknik Budaya dan Hasil Tanaman Kakao. Pusat Pelatihan Kopi dan Kakao, Jember
- Mulyowidarso RK. 1988. The Microbiology and Biochemistry of Soybean. Soaking for Tempe Fermentation. [Thesis]. Departement of Food Science and Technology, The University of New South. Wales..
- Ningsih, W. 2007. Evaluasi Senyawa Fenolik (Asam ferulat dan Asam p-kumarat) pada Biji, Kecambah dan Tempe Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*). Departemen Teknologi Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pangastuti HP, Triwibowo S. 1996. Proses Pembuatan Tempe Kedelai III: Analisis Mikrobiologi. Cermin Dunia Kedokteran No 109.
- Patriatami SU. 1996. Perubahan Sensoris dan Mikrobiologis selama Terjadinya Tempe Busuk. [Skripsi]. Jurusan THP FTP UGM. Yogyakarta.
- Pudjiraharti S, Budiwati TA, Iskandar YM. 2004. Studi Aplikasi Ampas Tahu untuk Inokulum Strain Rhizopus Protease Tinggi. Prosiding Seminar Tantangan Penelitian Kimia. Pusat Penelitian Kimia LIPI. Bandung.
- Reynertson. 2007 dalam Skripsi Dita Restya. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta. 2009. Uji Aktivitas Penangkap Radikal Isolat C dan D Fraksi IV Ekstrak Etanol Daun Dewandaru (*Eugenia uniflora*. L) dengan Metode DPPH.
- Senter SD, Robertson JA, Meredith FI. 1989. Phenolic compounds of the mesocarp of Cresthaven peaches during storage and ripening. J Food Sci 54:1259-1260.
- Setyaningsih D, Apriyantono A. Sari MP. 2008. Analisis Sensoris untuk Agroindustri. Bogor. Hal 50.
- Smith JL, alford JA. 1968. Action of microorganisms on the peroxides and carbonyls of rancid fat. J Food Sci 33: 93-97.
- Steinkraus, KH. 1983. Handbook of Indegenous Fermented Foods. Marcel Dekker, Inc. New York. 131-146.
- Subagio A, Morita N. 2001. No Effect of Esterification with Fatty Acid on Antioxidant Activity of Lutein. Food Res. Intl 34: 315-320.
- Prawiroharsono S. 1996. Aspek Mikrobiologi Tempe. Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia, Jakarta.
- Sudarmadji S, Haryono B, Suhardi. 2003. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Syarief R. 1999. Wacana Tempe Indonesia. Universitas Katolik Widya Mandala Press, Surabaya.
- Tranggono, Sutardi, Kuswijayanto B. 1992. Aktivitas tripsin inhibitor selama proses pembuatan tempe koro benguk (*Mucuna pruriens*), kacang tolo (*Vigna unguiculata*) dan gude (*Cajanus cajan*). Agritech 12 (4): 2-11.
- Wang HJ, Murphy P A. 1996. Mass balance study of isoflavones during soybean processing. J Agric Food Chem 44: 2377-2383.
- Winarno FG. 1989. Enzim Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarno FG. 2002. Kimia Pangan dan Gizi. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Marsono Y. 2004. Serat Pangan Dalam Perspektif Ilmu Gizi. Pidato Pengukuhan Guru Besar. Majelis Guru Besar Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta