

# Kombinasi Kemasan Vakum dan Penyimpanan Dingin untuk Memperpanjang Umur Simpan Tempe Bacem

## *(Combination of Vacuum Packaging and Cold Storage to Prolong the Shelf Life of Tempe Bacem)*

Made Astawan, C.C.Nurwitri, Suliantari, Dicki Aulia Rochim

Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian IPB,  
e-mail : mastawan@yahoo.com

Diterima : 19 Mei 2015

Revisi : 26 Mei 2015

Disetujui : 19 Juni 2015

### ABSTRAK

Tempe bacem merupakan produk olahan tempe dengan kombinasi citarasa rempah dan manis. Tempe bacem digemari oleh sebagian masyarakat. Namun umur simpan tempe bacem sangat singkat, yaitu satu hari pada suhu ruang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan tehnik memperpanjang umur simpan tempe bacem melalui kombinasi kemasan vakum dan penyimpanan pada suhu dingin (10°C). Tempe yang digunakan pada penelitian ini berbentuk bulat dengan diameter 5 cm dan ketebalan 1 cm. Tempe bacem diproduksi dengan menggunakan formula bumbu terpilih, dikemas secara vakum, dan disimpan pada suhu dingin (10°C). Komposisi gizi tempe bacem per 100 g berat kering terdiri dari : protein 33,7 g, lemak 0,9 g, abu 3,0 g, dan karbohidrat 62,4 g. Produk ini memiliki kapasitas antioksidan sebesar 194,6 mg AEAC/100 g, nilai pH 5,7, kecerahan 35.9, kekerasan 2848.5 gram force, total mikroba  $1,8 \times 10^3$  CFU/g, dan total koliform <3.0 MPN/g. Umur simpan tempe bacem dengan kombinasi kemasan vakum dan penyimpanan dingin (10°C) adalah 18 hari, sedangkan tempe bacem tanpa kemasan vakum yang disimpan pada suhu ruang (26 - 30°C) memiliki umur simpan hanya dua hari.

kata kunci: kemasan vakum, tempe bacem, umur simpan

### ABSTRACT

*Tempe bacem is a kind of tempe product that has spicy and sweet taste. The shelf life of this product is very short, i.e. one day at room temperature. The objective of this research is to increase tempe bacem's shelf life by the combination of vacuum packaging and cold storage (10°C). Tempe used in this research is in round form with the diameter of 5 cm and the thickness of 1 cm. Tempe bacem is processed by selected formula, packaged by vacuum method, and then stored in cold storage (10°C). The nutritional composition of tempe bacem per 100 g of dry weight consists of 33.7 g protein, 0.9 g fat, 3.0 g ash, and 62.4 g carbohydrate. This product has antioxidant capacity of 194.6 mgAEAC/100 g, pH value of 5.7, lightness of 35.9, hardness of 2848.5 gram force, total microorganism of  $1.8 \times 10^3$  CFU/g, and total coliform of <3.0 MPN/g. The shelf life of tempe bacem stored with the combination of vacuum packaging and cold storage (10°C) is 18 days, while that of tempe bacem stored at room temperature (26-30°C) without the vacuum packaging is only 2 days.*

*keywords: vacuum packaging, cold storage, shelf life, tempe bacem*

## I. PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk pangan olahan hasil fermentasi kedelai oleh aktivitas kapang *Rhizopus* sp. Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dengan lebih dari 100 ribu unit usaha pembuatan tempe yang memproduksi tempe sebanyak 2,4 juta ton/

tahun (BSN, 2012). Di Indonesia tempe banyak diolah menjadi aneka produk pangan, antara lain tempe bacem.

Tempe bacem merupakan produk olahan tempe yang berbumbu perpaduan antara rempah dan gula, yang menciptakan rasa yang manis dan lezat. Sebagai salah satu jenis

produk pangan basah, tempe bacem memiliki keterbatasan yakni daya simpannya yang sangat pendek, yaitu hanya 1 - 2 hari pada suhu ruang. Hal inilah yang mempengaruhi terbatasnya jangkauan pemasaran tempe bacem kepada konsumen, yang akhirnya berdampak pada kecilnya kapasitas produksi.

Salah satu teknik untuk memperpanjang masa simpan dan menjaga kualitas sensori suatu produk pangan adalah dengan pengemasan vakum. Prinsip pengemasan vakum adalah mengeluarkan semua udara dari dalam kemasan, kemudian ditutup rapat sehingga tercipta kondisi tanpa oksigen dalam kemasan tersebut (Jay, 2000). Ketiadaan oksigen dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme perusak dan reaksi-reaksi kimia, sehingga memperpanjang masa simpan produk yang dikemas.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menemukan teknik memperpanjang umur simpan tempe bacem, melalui kombinasi pengemasan vakum dan penyimpanan dingin pada suhu 10°C.

## II. METODOLOGI

### 2.1. Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan tempe adalah kedelai varietas lokal Grobogan, ragi (merk *Raprima*) dan plastik pengemas polipropilen roll 9. Bahan-bahan untuk membuat tempe bacem meliputi tempe kedelai Grobogan, gula merah, daun salam, lengkuas, garam, bawang merah, bawang putih, dan ketumbar bubuk. Bahan kimia yang diperlukan terdiri dari DPPH dan bahan standar untuk analisis proksimat. Media yang dibutuhkan untuk analisis mikrobiologi terdiri dari *Plate Count Agar* (PCA), *Lauryl Tryptose Broth* (LTB) dan *Brilliant Green Lactose Bile Broth* (BGLBB).

Alat yang digunakan untuk pembuatan tempe meliputi wadah perebus antikarat, mesin pengupas kulit kedelai antikarat, rak fermentasi antikarat, dan ruang fermentasi. Alat yang digunakan untuk analisis antara lain neraca analitik, oven, desikator, tanur listrik, alat Kjeldahl lengkap, alat destilasi lengkap, alat ekstraksi Soxhlet, pH meter, chromameter, dan *texture analyzer*.

### 2.2. Metode Analisis

Penelitian ini terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian lanjutan. Pada penelitian pendahuluan dilakukan formulasi bumbu tempe bacem dan seleksi formula. Ada tiga formula yang diperoleh berdasarkan uji *trial and error*, kemudian diseleksi satu formula yang paling disukai konsumen berdasarkan uji *rating* hedonik. Panelis yang dilibatkan adalah panelis semi terlatih berjumlah 67 orang dengan tujuh skala penilaian, yaitu: (1) = sangat tidak suka, (2) = tidak suka, (3) = agak tidak suka, (4) = netral, (5) = agak suka, (6) = suka, dan (7) = sangat suka. Parameter yang diukur meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan *overall* dari cita rasa tempe bacem. Data yang diperoleh kemudian diolah dengan analisis sidik ragam (ANOVA). Jika hasil uji menyatakan bahwa sampel yang diujikan berbeda nyata atau sangat nyata, maka akan dilakukan uji lanjut Duncan (Meilgaard, dkk., 1999).

Pada penelitian lanjutan dilakukan pembuatan tempe bacem menggunakan formula terpilih, pengemasan vakum, penyimpanan pada suhu dingin, dan analisis umur simpan. Analisis selama masa penyimpanan produk, meliputi analisis secara subjektif (uji *rating* hedonik) dan secara objektif, yang meliputi analisis pH dengan pH meter (AOAC, 2005), warna dengan metode hunter (Sari, 2012), tekstur dengan *texture analyzer* (Indriani, 2006), total mikroba (BAM, 2001) dan analisis total koliform metode *Most Probable Number* (BAM, 2002). Analisis dilakukan setiap tiga hari sekali.

Analisis yang dilakukan terhadap tempe bacem segar adalah kapasitas antioksidan dengan metode DPPH (Kubo dkk., 2002) dan analisis proksimat, yang meliputi: kadar air dengan metode oven (AOAC, 2005), protein dengan metode Kjeldahl (AOAC, 2005), lemak dengan metode Soxhlet (AOAC, 2005), abu dengan metode tanur (AOAC, 2005), dan karbohidrat dengan metode *by difference*.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Formulasi dan Seleksi Bumbu Tempe Bacem

Formulasi bumbu tempe bacem dilakukan dengan metode *trial and error* menggunakan tiga jenis formula (Tabel 1). Ketiga jenis formula

**Tabel 1.** Tiga Jenis Formula Tempe Bacem Per 1000 Gram Tempe

	Formula A	Formula B	Formula C
<b>Bahan:</b>			
Tempe (g)	1000	1000	1000
Air (ml)	1000	1000	1000
Daun salam (g)	5	5	5
Lengkuas (g)	5	5	5
Gula merah (g)	410	410	410
Asam jawa (g)	-	-	37
<b>Bumbu Halus:</b>			
Bwgmerah (g)	90	90	90
Bwg putih (g)	30	30	30
Kemiri (g)	15	15	15
Ketumbar (g)	7	7	7
Garam (g)	12	12	12

Keterangan:

Formula A: Perlakuan bumbu direbus, tanpa asam jawa

Formula B : Perlakuan bumbu digoreng, tanpa asam jawa

Formula C: Perlakuan bumbu direbus, ditambah asam jawa

diujicobakan untuk kemudian diambil satu jenis formula terbaik berdasarkan uji *rating* hedonik yang melibatkan 67 panelis dengan skala hedonik 1 - 7. Parameter yang digunakan meliputi rasa, warna, aroma, tekstur, dan penilaian secara keseluruhan (*overall*). Nilai uji *rating* hedonik terhadap ketiga jenis formula tempe bacem, sebelum dan setelah digoreng, ditunjukkan pada Tabel 2 dan Tabel 3.

Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan jenis formula berpengaruh sangat nyata ( $p < 0,01$ ) terhadap parameter aroma, warna, rasa, tekstur dan *overall* tempe bacem. Uji beda lanjut Duncan terhadap formula tempe bacem sebelum digoreng (Tabel 2), menunjukkan formula A memiliki aroma sangat nyata lebih rendah dibandingkan formula B dan C, sedangkan formula B dan C tidak berbeda nyata. Pada uji sensori tempe bacem setelah

digoreng (Tabel 3), menunjukkan formula A, B, dan C memiliki aroma yang tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ) satu sama lain.

Uji beda lanjut Duncan terhadap formula tempe bacem sebelum digoreng (Tabel 2), menunjukkan formula A memiliki warna sangat nyata lebih rendah dibandingkan formula B dan C, sedangkan formula B dan C tidak berbeda nyata. Pada uji sensori tempe bacem setelah digoreng (Tabel 3), menunjukkan formula A, B, dan C menghasilkan warna tempe bacem yang saling tidak berbeda nyata.

Uji beda lanjut Duncan terhadap formula tempe bacem sebelum digoreng (Tabel 2), menunjukkan formula A dan B memiliki rasa sangat nyata lebih rendah dibandingkan formula C. Pada tempe bacem setelah digoreng (Tabel 3), formula B memiliki rasa sangat nyata lebih rendah dibandingkan formula A dan C,

**Tabel 2.** Nilai Uji Sensori Tiga Formula Tempe Bacem sebelum digoreng

Formula	Parameter yang dinilai				
	Aroma	Warna	Rasa	Tekstur	<i>Overall</i>
A	4,10 <sup>a</sup>	3,54 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>	4,66 <sup>a</sup>	4,42 <sup>a</sup>
B	5,03 <sup>b</sup>	5,19 <sup>b</sup>	5,10 <sup>a</sup>	4,76 <sup>a</sup>	5,10 <sup>b</sup>
C	5,33 <sup>b</sup>	5,48 <sup>b</sup>	5,45 <sup>b</sup>	5,03 <sup>a</sup>	5,54 <sup>b</sup>

Keterangan: Angka-angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan sangat berbeda nyata ( $p < 0,01$ )

**Tabel 3.** Nilai Uji Sensori Tiga Formula Tempe Bacem Setelah Digoreng

Formula	Parameter yang dinilai				
	Aroma	Warna	Rasa	Tekstur	Overall
A	4,73 <sup>a</sup>	4,87 <sup>a</sup>	4,99 <sup>b</sup>	5,22 <sup>b</sup>	4,90 <sup>b</sup>
B	4,69 <sup>a</sup>	4,88 <sup>a</sup>	3,48 <sup>a</sup>	4,31 <sup>a</sup>	3,96 <sup>a</sup>
C	5,12 <sup>a</sup>	5,19 <sup>a</sup>	5,49 <sup>b</sup>	4,76 <sup>ab</sup>	5,52 <sup>c</sup>

Keterangan : Angka-angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan sangat berbeda nyata ( $p < 0,01$ )

sedangkan formula A dan C tidak berbeda nyata.

Uji beda lanjut Duncan terhadap formula tempe bacem sebelum digoreng (Tabel 2), menunjukkan formula A, B dan C memiliki tekstur tempe bacem yang saling tidak berbeda nyata. Pada tempe bacem setelah digoreng (Tabel 3), formula A memiliki tekstur lebih keras dari formula B, tetapi formula B dan C memiliki tekstur yang tidak berbeda nyata.

Uji beda lanjut Duncan terhadap formula tempe bacem sebelum digoreng (Tabel 2), menunjukkan secara *overall* formula A sangat nyata lebih rendah dibandingkan formula B dan C, sedangkan formula B dan C tidak berbeda nyata. Pada tempe bacem setelah digoreng (Tabel 3), formula C memiliki penerimaan secara keseluruhan (*overall*) yang paling tinggi, yaitu 5,52.

Berdasarkan hasil seleksi uji rating hedonik pada Tabel 2 dan Tabel 3, maka Formula C (dengan perlakuan penambahan asam jawa dan perebusan bumbu) merupakan formula terbaik, sehingga dipilih pada pembuatan tempe bacem selanjutnya.

### 3.2. Komposisi Kimia Tempe Bacem Segar

Komposisi kimia dan kapasitas antioksidan tempe bacem segar ditunjukkan pada Tabel 4. Kadar protein yang terkandung dalam tempe bacem adalah 33,7 persen (bk), di mana nilai ini lebih rendah dibandingkan kadar protein yang terkandung dalam tempe mentah dari kedelai

Grobogan, yakni 50,1 persen (bk) (Astawan, dkk., 2013).

Penambahan garam dalam formula bumbu akan mempengaruhi kekuatan ion dalam larutan, yang berpengaruh terhadap kelarutan protein. Kelarutan protein merupakan persen total protein yang terdapat di dalam bahan pangan yang dapat terekstrak ataupun larut dalam air pada kondisi tertentu (Kusnandar, 2010). Sifat kelarutan protein tergantung pada pH, struktur protein, konsentrasi garam, jenis pelarut dan suhu (Ghelichpour dan Shabanpour, 2011). Pada kekuatan ion rendah, gugus protein yang terionisasi dikelilingi oleh ion lawan sehingga terjadi penurunan interaksi antar protein dan kelarutan protein akan meningkat.

Kadar lemak yang terkandung dalam tempe bacem (Tabel 4) sebesar 0,9 persen (bk). Menurut Kusnandar (2010), proses ekstraksi lemak dapat dilakukan dengan cara pengepresan dan pemanasan. Proses perebusan tempe dalam larutan bumbu pada suhu tinggi (90 - 5°C) dan waktu yang cukup lama yakni 30 menit, berdampak terhadap terekstraknya lemak yang selanjutnya akan bercampur dengan larutan bumbu. Pada akhir pengolahan, masih banyak bumbu yang tertinggal dan tidak dapat meresap secara sempurna ke dalam tempe. Hal inilah yang akan mempengaruhi rendahnya nilai kadar lemak yang terukur pada tempe bacem.

Kadar abu menunjukkan kandungan mineral yang terkandung dalam suatu bahan

**Tabel 4.** Analisis Proksimat dan Kapasitas Antioksidan Tempe Bacem

Kadar Protein (%bk)	Kadar Lemak (%bk)	Kadar Abu (%bk)	Kadar Karbohidrat (%bk)	Kapasitas antioksidan (mg AEAC/100 g)
33,7	0,9	3,0	66,0	194,6

**Tabel 5.** Analisis Sensori Tempe Bacem Kemasan Vakum Selama Penyimpanan Suhu Dingin

Hari penyimpanan ke	Atribut	Nilai
0	Warna	6,0
	Aroma	6,6
	Tekstur	5,7
	Rasa	6,3
	<i>Overall</i>	6,2
3	Warna	5,5
	Aroma	5,1
	Tekstur	5,5
	Rasa	5,2
	<i>Overall</i>	5,5
18	Warna	4,8
	Aroma	4,9
	Tekstur	4,9
	Rasa	4,5
	<i>Overall</i>	4,8

pangan. Kadar abu tempe mentah dari kedelai Grobogan yaitu 2,1 persen (bk) (Astawan dkk., 2013). Berdasarkan hasil analisis pada Tabel 4, tempe bacem mengandung kadar abu sebesar 3,0 persen (bk). Adanya kenaikan kadar abu tempe bacem jika dibandingkan dengan yang terkandung dalam tempe mentah disebabkan oleh penambahan bahan-bahan lain pada bumbu tempe bacem, seperti bawang merah, bawang putih, kemiri, ketumbar, gula merah dan garam.

Tempe bacem memiliki kadar karbohidrat yang cukup tinggi yakni 66 persen (bk). Salah satu bahan utama yang berperan dalam memberikan rasa manis pada tempe bacem adalah gula merah. Penambahan gula merah

sebanyak 40 persen dalam formula tempe bacem per 1000 g bahan, berperan cukup besar terhadap kadar karbohidrat yang terkandung dalam tempe bacem.

Tempe mengandung antioksidan berupa isoflavin dalam bentuk aglikon dan glikosida. Menurut Astawan, dkk., (2013), tempe mentah dari kedelai Grobogan memiliki kapasitas antioksidan sebesar 188,7 mg AEAC/100 gram. Berdasarkan hasil analisis kapasitas antioksidan dengan metode DPPH, tempe bacem memiliki kapasitas antioksidan sebesar 194,6 mg AEAC/100 gram bahan. Penambahan gula merah dan proses perebusan pada suhu yang tinggi mengakibatkan terjadinya reaksi pencoklatan non enzimatis (*Maillard reaction*)

**Tabel 6.** Perubahan Nilai pH, Kecerahan Warna, dan Tekstur Tempe Bacem Kemasan Vakum Selama Penyimpanan Pada Suhu Dingin

Total mikroba pada hari ke	Total mikroba (CFU/g)	Total koliform (APM/g)
0	$1,8 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
3	$1,8 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
6	$1,8 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
9	$2,6 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
12	$2,0 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
15	$2,2 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
18	$2,2 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$

Keterangan : Angka-angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ )

---

pada produk, yang dapat berperan dalam meningkatkan kapasitas antioksidan tempe bacem. Reaksi *Maillard* merupakan reaksi yang terjadi antara gugus amino dari suatu asam amino bebas, residu rantai peptida atau protein, dengan gugus karbonil dari karbohidrat selama proses pemanasan atau penyimpanan dalam waktu yang relatif lama. Antioksidan dalam reaksi *Maillard* dibentuk pada beberapa level selama pemanasan karbonil-amina, termasuk degradasi senyawa Amadori menjadi amino reduktan (Dedin, dkk., 2006). Beberapa komponen bumbu pada tempe bacem, seperti bawang merah, bawang putih dan lengkuas juga mengandung senyawa antioksidan. Bawang merah dan bawang putih mengandung senyawa flavonoid kuersetin (Anna, dkk., 2004), serta ekstrak rimpang lengkuas memiliki senyawa 1'-acetoxychaviol acetate yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Al-snafi, 2014).

### 3.3. Analisis Umur Simpan

Untuk menentukan umur simpan tempe bacem yang dikemas vakum dan disimpan pada suhu dingin (10°C) maka dilakukan analisis penunjang berupa: analisis sensori (warna, aroma, tekstur, rasa, dan *overall*), analisis pH, analisis kecerahan, analisis tekstur, dan analisis mikrobiologi (total mikroba dan total koliform).

#### 3.3.1. Analisis Sensori

Analisis sensori tempe bacem yang dikemas vakum dan disimpan pada suhu dingin (10°C) ditunjukkan pada Tabel 5. Tempe bacem yang dikemas vakum dan disimpan pada suhu dingin (10°C) masih dapat diterima oleh panelis hingga hari ke-18. Pada hari ke-21 penyimpanan, telah terjadi penurunan mutu pada produk sehingga panelis memberikan nilai di bawah 4, yang menandakan bahwa produk tidak dapat lagi diterima oleh panelis. Kombinasi pengemasan vakum dan penyimpanan pada suhu dingin, terbukti mampu mempertahankan mutu tempe bacem sehingga dapat memperpanjang umur simpannya hingga 18 hari.

#### 3.3.2. Nilai pH

Analisis pH tempe bacem kemas dimulai pada saat H-0 (sebelum tempe bacem diberikan perlakuan) dan dihentikan ketika panelis tidak dapat lagi menerima penurunan mutu produk

berdasarkan uji sensori (nilai kurang dari 4). Hasil analisis pH tempe bacem kemas selama penyimpanan dapat dilihat pada Tabel 6.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa nilai pH yang terukur pada semua perlakuan tempe bacem relatif stabil dan tidak berbeda nyata satu sama lain, yaitu berkisar antara 5,7 – 5,8. Tidak terjadi kenaikan pH yang signifikan selama masa penyimpanan tempe bacem. Nilai pH tempe bacem selama penyimpanan lebih rendah dibandingkan pH tempe mentah, yakni 6,5. Penambahan bumbu yang diantaranya adalah asam jawa pada formula tempe bacem, diduga berperan terhadap cukup rendahnya nilai pH produk yang terukur.

Faktor pengemasan vakum dan kondisi penyimpanan dingin juga berperan dalam menjaga kualitas tempe bacem sehingga tidak terjadi perubahan pH yang signifikan selama masa penyimpanan. Fungsi utama pengemasan adalah untuk melindungi dan menjaga produk dari kontaminasi. Termasuk di dalamnya adalah memperlambat terjadinya kerusakan produk, memperpanjang umur simpan, menjaga kualitas dan keamanan produk yang dikemas (Aaron, dkk., 2008).

#### 3.3.3. Kecerahan

Pengukuran warna dimulai pada H-0 (tempe bacem sebelum diberikan perlakuan) dengan parameter yang diamati adalah kecerahan warna (L). Hasil pengukuran kecerahan warna tempe bacem yang diperoleh selama masa penyimpanan, ditunjukkan pada Tabel 6.

Tempe bacem memiliki warna kecoklatan, sebagai akibat reaksi *Maillard* selama proses pengolahan. Reaksi *Maillard* merupakan reaksi pencoklatan non enzimatis antara gugus aldehid dari gula pereduksi dengan gugus amina dari asam amino. Reaksi *Maillard* terjadi akibat penggunaan suhu tinggi selama proses pengolahan bahan pangan (Kusnandar, 2010). Berdasarkan Tabel 6, terlihat bahwa kecerahan warna yang terukur pada semua perlakuan produk tempe bacem berkisar antara 31,8 – 37,2 dan tidak terjadi perubahan yang nyata secara statistik selama penyimpanan. Pengemasan yang dilakukan terhadap produk berperan dalam menjaga kualitas warna tempe bacem selama masa penyimpanan.

**Tabel 7.** Total Mikroba dan Total Koliform Tempe Bacem Kemasan Vakum Selama Penyimpanan Dingin

Total mikroba pada hari ke	Total mikroba (CFU/g)	Total koliform (APM/g)
0	$1,8 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
3	$1,8 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
6	$1,8 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
9	$2,6 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
12	$2,0 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
15	$2,2 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$
18	$2,2 \times 10^{3a}$	$< 3,0^a$

Keterangan: Angka-angka sekolom yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ )

### 3.3.4. Tekstur

Hasil pengukuran tekstur tempe bacem selama masa penyimpanan ditunjukkan pada Tabel 6. Penurunan nilai tekstur tempe bacem kemas terjadi selama masa penyimpanan. Tingkat kekerasan tekstur tempe bacem berbeda nyata secara statistik selama masa penyimpanan. Nilai tekstur yang semakin rendah selama masa penyimpanan menunjukkan bahwa tempe bacem mengalami pelunakan. Tempe bacem pada hari ke-0 (sebelum mengalami perlakuan) memiliki nilai kekerasan tekstur sebesar 2848.5 gram force, sedangkan setelah 18 hari penyimpanan teksturnya menjadi 2563.8 gram force.

Produk pangan yang mengalami penyimpanan dapat mengalami kerusakan secara fisik, kimia, biologis dan mikrobiologi. Kerusakan secara mikrobiologi yang terjadi pada tempe bacem, diduga menyebabkan terjadinya pelunakan tekstur seiring dengan lamanya penyimpanan. Beberapa faktor yang mendukung pertumbuhan dan aktivitas mikroba diantaranya adalah tersedianya substrat yang cukup dan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhannya. Sebagai salah satu produk pangan basah dengan kadar karbohidrat yang tinggi (66 persen bk), mikroba yang terdapat pada produk seperti bakteri dapat mendegradasi senyawa makromolekul seperti karbohidrat menjadi gula sederhana dan pemecahan lebih lanjut dari gula menjadi asam. Terpecahnya salah satu komponen makromolekul seperti karbohidrat, dapat berpengaruh terhadap pelunakan tekstur produk (Muchtadi dan Ayustaningwarno, 2010).

### 3.3.5. Analisis Mikrobiologi

Analisis mikrobiologi dilakukan untuk mengetahui mutu dan keamanan tempe bacem selama penyimpanan. Pemeriksaan total mikroba (TPC) dan total koliform produk tempe bacem dimulai pada hari ke-0 (sebelum tempe bacem diberikan perlakuan) dan pengujian dihentikan ketika panelis tidak dapat menerima penurunan mutu produk berdasarkan hasil uji sensori (nilai kurang dari 4). Hasil pengujian total mikroba pada tempe bacem selama masa penyimpanan ditunjukkan pada Tabel 7.

Tempe bacem pada saat hari ke-0 (sebelum diberikan perlakuan) mengandung total mikroba sebesar  $1,8 \times 10^3$  cfu/ml. Berdasarkan Tabel 7, total mikroba tempe bacem dengan kemasan vakum dan penyimpanan dingin, tidak berbeda nyata secara statistik seiring dengan lamanya penyimpanan. Selama masa penyimpanan produk, jumlah mikroba tetap berkisar pada angka  $10^3$  cfu/ml. Adanya senyawa antimikroba pada beberapa jenis rempah-rempah dalam bumbu tempe bacem, diduga berpengaruh dalam menghambat pertumbuhan total mikroba pada produk selama penyimpanan. Beberapa jenis rempah-rempah yang diketahui memiliki aktivitas antimikroba yang cukup kuat di antaranya adalah bawang merah, bawang putih, dan lengkuas.

*Allicin* (*diallylthiosulphinat*) merupakan senyawa aktif antimikroba yang terkandung dalam bawang putih (*Allium sativum* Linn). Proses ekstraksi bawang putih menyebabkan enzim *allinase* menjadi aktif dan menghidrolisis *allin* menghasilkan senyawa intermediet *asam allil sulfonat*. Kondensasi asam tersebut

menghasilkan *allicin* (Syifa, dkk., 2013). *Allicin* memiliki permeabilitas tinggi dalam menembus dinding sel bakteri sehingga mampu merusak dinding sel dan menghambat sintesis protein. Senyawa antimikroba *Allicin* dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif dan Gram negatif, *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Escherichia coli*, dan *Proteus* sp (Srinivasan, dkk., 2009).

Bawang merah (*Allium cepa* L) merupakan salah satu jenis rempah-rempah yang dapat bersifat sebagai antibakteri. Menurut Shinkafi dan Dauda (2013), *Allicin* merupakan komponen utama yang juga terdapat pada ekstrak bawang merah segar dan dapat menghambat pertumbuhan *Escherichia coli*, *Salmonella typhi*, *Bacillus subtilis*, *Streptococcus pneumoniae*.

Rempah-rempah lainnya dalam bumbu tempe bacem yang sekaligus memiliki senyawa antimikroba adalah lengkuas. Menurut Siripon dkk. (2011), lengkuas (*Alpinia galanga*) yang diekstrak dalam ethanol, memiliki aktivitas antimikroba yang kuat dalam menghambat pertumbuhan bakteri Gram negatif dan Gram positif. Senyawa 1,8-cineole yang terdapat dalam ekstrak lengkuas merupakan senyawa antimikroba utama yang memiliki kemampuan dalam merusak membran sel bakteri. Senyawa 1,8-cineole memiliki sifat antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* (Mayachiew dan Devahastin, 2007). Faktor senyawa antimikroba yang terkandung pada beberapa rempah-rempah inilah yang diduga menghambat pertumbuhan mikroba selama masa penyimpanan tempe bacem.

Indikator keamanan produk pangan secara mikrobiologi lainnya adalah total koliform. Kontaminasi koliform tidak hanya berasal dari air atau kotoran manusia dan hewan, tetapi dapat juga karena terjadinya kontaminasi silang secara langsung (melalui tangan) dan tidak langsung (melalui air) yang digunakan selama pengolahan pangan (Yunita dan Dwipayanti, 2010). Hasil pengujian total koliform pada tempe bacem selama masa penyimpanan, ditunjukkan pada Tabel 7.

Menurut SNI Nomor 7388:2009 tentang batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan, ditetapkan batas maksimum cemaran

total koliform untuk produk olahan tempe sebesar 10 APM/g. Pada hari ke-0, total koliform yang terkandung sebesar <3,0 APM/g dan tidak terjadi peningkatan jumlah koliform selama masa penyimpanan.

Golongan bakteri koliform merupakan bakteri yang bersifat aerob dan anaerob fakultatif, berbentuk batang, Gram negatif, tidak membentuk spora, serta dapat memfermentasi laktosa dengan memproduksi gas dan asam pada suhu 37°C (BPOM 2008). Pengemasan yang dilakukan secara vakum mampu mendukung terciptanya kondisi anaerob di dalam kemasan, sehingga berperan dalam menghambat pertumbuhan bakteri koliform dalam tempe bacem. Oleh karena itu, kombinasi pengemasan secara vakum dan penyimpanan dingin sangat efektif dalam menghambat kerusakan secara mikrobiologi oleh bakteri koliform pada tempe bacem.

#### IV. KESIMPULAN

Formula tempe bacem terpilih adalah perlakuan penambahan asam jawa pada pengolahan dengan teknik perebusan bumbu. Tempe bacem yang dikemas non-vakum, memiliki umur simpan selama dua hari pada kondisi penyimpanan suhu ruang (26-30°C). Kombinasi pengemasan vakum dan penyimpanan dingin (10°C) mampu memperpanjang umur simpan tempe bacem hingga 18 hari.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Riset Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui skema "Ipteks bagi Masyarakat" 2015 dan "Hibah Kompetensi" 2015 atas nama Made Astawan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Aaron L, Broddy, Betty B, Jung H, Claire KS, Tara HM. 2008. Innovative Food Packaging Solution. *Journal of Food Science*. 73(8): 107-116.
- Al-snafi AE. 2014. The Pharmacological Activities of *Alpinia galanga*. *International Journal for Pharmaceutical Research Scholars*. 11(3): 607-614.
- Anna MN, Pimia RP, Aarni M, Caldentey KM. 2004. Comparison of Antioxidant Activities of Onion and Garlic Extracts by Inhibition of Lipid Peroxidation

- and Radical Scavenging Activity. *Food Chem.* 81(4): 485-493.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemistry. 2005. *Official Method of Analysis*. Association of Official Analytical Chemistry, Washington DC (US): AOAC.
- Astawan M, Wresdiyati T, Widowati S, Bintari SH, Ichsan N. 2013. Karakteristik Fisikokimia dan Sifat Fungsional Tempe yang Dihasilkan dari Berbagai Varietas Kedelai. *Pangan.* 22(3): 241-252.
- [BAM] Bacteriological Analytical Manual. 2001. *Aerobic Plate Count*. <http://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm063346.htm> [22 Agustus 2014].
- [BAM] Bacteriological Analytical Manual. 2002. *Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria*. <http://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm064948.htm> [22 Agustus 2014].
- BPOM RI. 2008. Pengujian Mikrobiologi Pangan. *Info POM.* 9(2):1-11.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2012. *Tempe : Persembahan Indonesia untuk Dunia*. Jakarta: BSN.
- Dedin FR, Fardiaz D, Apriyantono A, Andarwulan N. 2006. Isolasi dan Karakterisasi Melanoidin Kecap Manis dan Peranannya sebagai Antioksidan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan.* 17(3): 204-213.
- Ghelichpour M, Shabanpour B. 2011. The Investigation of Proximate Composition and Protein Solubility in Processed Mullet Fillets. *International Food Research Journal.* 18(4) 1343-1347.
- Indriani R. 2006. Pengaruh Penambahan Bumbu dan Proses Pengolahan untuk Meningkatkan Daya Terima dan Daya Simpan Tempe. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Jay JM. 2000. *Modern Food Microbiology* 6<sup>th</sup> edition. Aspen Publication: Guihenburg.
- Kubo I, Masuoka N, Xiao P, Haraguchi H. 2002. Antioxidant Activity of Dodecyl Gallate. *J Agric Food Chem.* 50 (1): 3533-3539.
- Kusnandar F. 2010. *Kimia Pangan Komponen Makro*. Jakarta: PT Dian Rakyat.
- Mayachiew P, Devahastin S. 2007. Antimicrobial and Antioxidant Activities of Indian Gooseberry and Galangal Extracts. *LWT.* 41 (2008): 1153-1159.
- Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. 1999. *Sensory Evaluation Technique*. Florida: CRC Press LLC.
- Muchtadi TR, Ayustaningwarno F. 2010. *Teknologi Proses Pengolahan Pangan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sari IA, Susilo AW, Wardani S. 2012. Karakterisasi dan Penentuan Warna Biji pada Beberapa Genotipe Kakao Mulia sebagai Kriteria Seleksi. *Pelita Perkebunan.* 28(3): 136-144.
- Shinkafi SA, Dauda H. 2013. Antibacterial Activity of *Allium cepa* (Onion) on Some Pathogenic Bacteria Associated with Ocular Infections. *Scholars Journal of Applied Medical Sciences.* 1(3): 147-151.
- Siriporn O, Waranee P, Chadarat A, Srikanjana K. 2011. Killing Kinetics and Bactericidal Mechanism of Action of *Alpinia galangal* on Food Borne Bacteria. *African Journal of Microbiology Research.* 5(18): 2847-2854.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2009. *SNI Nomor 7388 tahun 2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan*. Jakarta (ID): Badan Standardisasi Nasional.
- Srinivasan D, Sangeetha S, Lakshmanaperumalsamy. 2009. In vitro Antibacterial Activity and Stability of Garlic Extract at Different pH and Temperature. *Electronic Journal of Biology.* 5(1): 5-10.
- Syifa N, Bintari SH, Mustikaningtyas D. 2013. Uji Efektivitas Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum* Linn.) sebagai Antibakteri pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) Segar. *Unnes Journal of Life Science.* 2(2):71-77.
- Yunita NP, Dwipayanti NMD. 2010. Kualitas Mikrobiologi Nasi Jinggo Berdasarkan Angka Lempeng Total, Coliform Total dan Kandungan *Escherichia coli*. *Jurnal Biologi.* 14(1):15-19.

---

#### BIODATA PENULIS :

**Made Astawan** dilahirkan di Singaraja-Bali, 2 Februari 1962. Menyelesaikan pendidikan S1 Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga di Institut Pertanian Bogor tahun 1985, pendidikan S2 Ilmu Pangan juga di universitas yang sama tahun 1990, dan pendidikan S3 Biokimia Pangan dan Gizi di Tokyo University of Agriculture, Jepang tahun 1995.

**C.C.Nurwitri** dilahirkan di Semarang, 4 Mei 1958. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Hasil Pertanian di Institut Pertanian Bogor dan S2 di Ecole Nationale Superieure D'agronomie, Momtpellier, Prancis.

**Suliantari** dilahirkan di Salatiga, 28 September 1950. Menyelesaikan pendidikan S1 Biologi di Universitas Gajah Mada tahun 1977, pendidikan S2 dan S3 Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor, masing-masing pada tahun 1987 dan 2009.

**Dicki Aulia Rochim** menyelesaikan pendidikan S1 pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian IPB.