

LAPORAN HASIL PENELITIAN

**PENGGUNAAN BUMBU DAN TEKNIK PREPARASI PADA
DENDENG SAPI UNTUK MEMPERTAHANKAN MUTU DAN
MEREDUKSI SENYAWA BERBAHAYA NITROSAMIN**

SURAT PERJANJIAN PELAKSANAAN KEGIATAN

NO. : 883/LB.620/I.1/3/2011

TANGGAL : 21 Maret 2011

Oleh:

Dr. Ir. Hanifah Nuryani Lioe, M.Si.

Prof. Dr. Ir. Made Astawan, M.S.

Sri Usmiati, S.Pt., M.Si.

Tuti Suryati, S.Pt., M.Si.

INSTITUT PERTANIAN BOGOR

Bekerjasama dengan

**SEKRETARIAT BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
PERTANIAN**

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN HASIL PENELITIAN

1. Judul Penelitian : Penggunaan Bumbu dan Teknik Preparasi pada Dendeng Sapi untuk Mempertahankan Mutu dan Mereduksi Senyawa Berbahaya Nitrosamin
2. Penanggung Jawab Penelitian:
 - a. Nama : Dr. Ir. Hanifah Nuryani Lioe, M.Si.
 - b. Pangkat/Golongan : IV-A/Pembina
 - c. Jabatan :
 - Struktural :
 - Fungsional : Lektor Kepala
3. Lokasi Penelitian : Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan - IPB
Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan - IPB
4. Biaya Penelitian : Rp. 64.708.000,00
5. Sumber Dana : DIPA Tahun Anggaran 2011 Badan Litbang Pertanian
No. 0329/018-09.1.01/00/2011
Tanggal 20 Desember 2010.

Mengetahui:
Kepala Lembaga Penelitian dan
Pengabdian kepada Masyarakat IPB,

Penanggung Jawab Kegiatan,



Prof. Dr. Ir. Bambang Pramudya N., M.Eng.
NIP. 19500301 197603 1 001

Dr. Ir. Hanifah Nuryani Lioe, M.Si.
NIP. 19680809 199702 2 001

KATA PENGANTAR

Dendeng merupakan produk olahan daging yang banyak dikelola industri kecil dan menengah yang dilakukan sejak puluhan tahun silam secara turun temurun. Namun demikian permintaan pasarnya relatif rendah, karena lebih banyak dikonsumsi sebagai oleh-oleh dan bukan konsumsi harian seperti halnya daging segar. Salah satu faktor yang menjadi perhatian adalah tingkat keamanan yang diakibatkan proses *curing* yang berpotensi menghasilkan senyawa nitrosamin yang bersifat toksik, mutagenik dan karsinogenik.

Fakta ilmiah yang diperoleh melalui penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang keamanan dendeng, serta peran bumbu yang digunakan untuk mempertahankan mutu dan menjamin keamanannya. Selain itu dapat digunakan dalam melakukan pembinaan dan edukasi kepada masyarakat, sehingga dapat mendukung pengembangan industri dendeng yang berpotensi untuk menjadi komoditi ekspor. Pengembangan industri dendeng diperlukan mengingat dendeng merupakan produk asli Indonesia yang bukan saja memiliki nilai ekonomis, tetapi lebih dari itu adalah merupakan bagian dari warisan budaya bangsa yang harus dilestarikan dan dikembangkan agar tetap menjadi tuan di negeri sendiri dan tidak kalah oleh produk olahan dari luar negeri.

Besar harapan tim peneliti agar hasil penelitian ini memberikan kemajuan terhadap pengembangan keilmuan, serta memberikan manfaat untuk pengembangan industri dendeng khususnya, dan industri pengolahan daging pada umumnya.

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
RINGKASAN EKSEKUTIF	vii
EXECUTIVE SUMMARY	ix
PENDAHULUAN	1
TINJAUAN PUSTAKA	3
Definisi dan Pengertian Dendeng	3
Metode Pembuatan Dendeng Berdasarkan Beberapa Pustaka	4
Data Hasil Penelitian Dendeng	5
Penggunaan Nitrat dan Nitrit pada Produk Daging <i>Curing</i>	8
Komponen dan Aktivitas Antioksidasi Bumbu yang Digunakan pada Pembuatan Dendeng	9
Reaksi Pembentukan dan Metabolisme Senyawa Nitrosamin	11
Mutagenisitas dan Karsinogenesis Senyawa Nitrosamin	13
PROSEDUR KERJA	14
Penelitian Tahap I	14
Penelitian Tahap II	17
HASIL DAN PEMBAHASAN	23
Hasil Penelitian Tahap I	23
Hasil Penelitian Tahap II	29
KESIMPULAN	39
PERKIRAAN DAMPAK HASIL KEGIATAN	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	44

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Beberapa formulasi dendeng daging sapi (% dari berat daging).....	4
Tabel 2. Komposisi daging sapi segar dan dendeng sapi beserta karakteristiknya berdasarkan beberapa sumber.....	6
Tabel 3. Komposisi bahan yang digunakan pada pembuatan dendeng.....	19
Tabel 4. Kombinasi perlakuan pada dendeng mentah dengan rancangan faktorial.....	21
Tabel 5. Kombinasi perlakuan pada dendeng matang dengan rancangan petak terbagi	22
Tabel 6. Kadar nitrosamin, residu nitrit dan jumlah penambahan sendawa pada dendeng yang berasal dari beberapa produsen di pulau Jawa....	23
Tabel 7. Nilai kecerahan , warna merah serta kadar air dendeng yang berasal dari beberapa produsen.....	26
Tabel 8. Komposisi bumbu dan bahan tambahan pada sampel dendeng yang berasal dari beberapa produsen.....	27
Tabel 9. Hasil uji coba injeksi standar nitrosamin pada beberapa konsentrasi yang berbeda	29
Tabel 10. Komposisi campuran standar nitrosamin yang digunakan untuk analisis	30
Tabel 11. Kadar residu nitrit berbagai jenis dendeng matang yang mendapat perlakuan preparasi yang berbeda sebelum penggorengan (mg/kg)	32
Tabel 12. Intensitas kecerahan (nilai L) dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan metode <i>curing</i> berbeda	33
Tabel 13. Intensitas warna merah (nilai a) dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan metode <i>curing</i> berbeda	33
Tabel 14. Kadar air dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan metode <i>curing</i> berbeda (%)......	34
Tabel 15. Kesukaan panelis terhadap berbagai jenis dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu yang berbeda.....	35
Tabel 16. Hasil uji mutu hedonik terhadap berbagai jenis dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu yang berbeda	35
Tabel 17. Kesukaan panelis terhadap berbagai jenis dendeng matang yang men-	

dapat perlakuan formulasi bumbu dan preparasi sebelum penggorengan yang berbeda 36

Tabel 18. Hasil uji mutu hedonik terhadap berbagai jenis dendeng matang yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan preparasi sebelum penggorengan yang berbeda 37

DAFTAR GAMBAR/ILUSTRASI

	Halaman
Gambar 1. Pembentukan Nitrosamin dari Amin Sekunder	12
Gambar 2. Skema Alur Penelitian Tahap I	15
Gambar 3. Skema Alur Penelitian Tahap II	18
Gambar 4. Hubungan Penambahan Jumlah Sendawa dengan Residu Nitrit pada Dendeng yang Berasal dari Beberapa Produsen di Pulau Jawa	24
Gambar 5. Kromatogram NDEA pada sampel JT-5 yang diberi penambahan standar	25
Gambar 6. Hubungan Penambahan Jumlah Sendawa dengan Nilai Warna Merah pada Dendeng yang Berasal dari Beberapa Produsen di Pulau Jawa.....	28
Gambar 7. Kromatogram Standar Nitrosamin	30
Gambar 8. Kromatogram Standar Campuran Nitrosamin V	30
Gambar 9. Kurva Kalibrasi Standar Nitrosodietilamina	31
Gambar 10. Kurva Kalibrasi Standar Nitrosopiperidina	31

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Form Wawancara dengan Produsen Dendeng yang Digunakan pada Tahap Penelitian I.....	45
Lampiran 2. Gambar Dendeng Mentah yang Diperoleh dari Industri.....	49
Lampiran 3. Gambar Dendeng Matang yang Dibuat di Laboratorium.....	50

RINGKASAN EKSEKUTIF

Dendeng merupakan produk olahan daging asli Indonesia yang merupakan komoditi strategis untuk mendukung program ketahanan pangan dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai komoditi ekspor. Namun demikian informasi tentang keamanan dendeng terhadap senyawa berbahaya yang terbentuk selama proses pengolahan dan upaya untuk mereduksinya masih relatif terbatas. Senyawa nitrosamine merupakan senyawa yang berpeluang besar terbentuk pada dendeng, khususnya dendeng yang di-*curing* dengan garam nitrat dan nitrit. Nitrat dan nitrit ditambahkan pada proses pembuatan dendeng untuk menghasilkan warna merah cerah dan menghambat perkembangan mikroba. Reaksi nitrosasi dapat dicegah dengan menstabilkan reduksi nitrit menjadi NO, salah satunya dengan senyawa antioksidan. Lengkuas, ketumbar, bawang merah dan bawang putih merupakan bumbu yang umum ditambahkan pada dendeng dan memiliki aktivitas antioksidan. Metode *curing* juga berpengaruh terhadap pembentukan nitrosamin, disamping teknik preparasi pada dendeng sebelum digoreng. Tujuan penelitian ini adalah untuk menguji pengaruh bumbu, metode *curing* dan teknik preparasi terhadap pembentukan nitrosamin, dan mencari metode untuk senyawa berbahaya nitrosamin.

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap. Tahap I melakukan eksplorasi dan mengumpulkan sampel dan informasi teknik pengolahan dari beberapa responden pengolah dendeng. Peubah yang diukur meliputi kadar nitrosamin, residu nitrit, kadar air dan warna yang kemudian dihubungkan dengan penambahan garam nitrat dan nitritnya. Hasil tahap I merupakan data dasar kadar nitrosamin dan residu nitrit pada dendeng. Tahap II mempelajari pengaruh bumbu, metode *curing* dengan garam nitrit terhadap kadar nitrosamin dan residu nitrit. Rancangan percobaan yang digunakan dalam proses pembuatan dendeng mentah adalah rancangan acak lengkap pola faktorial 3 x 3 dengan 3 ulangan. Faktor pertama adalah komposisi bumbu (tanpa bumbu, bumbu formulasi I, bumbu formulasi II), faktor kedua adalah metode *curing* (tanpa *curing*, *curing* basah 150 ppm dan *curing* kering 150 ppm). Rancangan percobaan untuk dendeng matang adalah rancangan petak terbagi. Jenis dendeng mentah yang dibuat secara faktorial merupakan petak utama, sedangkan teknik preparasi dengan perendaman dan tanpa perendaman merupakan anak petak. Peubah yang diukur meliputi kadar nitrosamin, residu nitrit, kadar air, warna dan kualitas sensori.

Hasil penelitian tahap I menunjukkan bahwa kandungan residu nitrit pada dendeng matang yang berasal dari beberapa produsen di pulau Jawa berkisar 3,04-68,61 mg/kg, dan terdapat sampel dendeng yang mengandung senyawa nitrosodietilamin dengan konsentrasi 56,9 µg/kg. Bumbu yang digunakan oleh kebanyakan produsen dendeng terdiri atas campuran bawang putih, ketumbar, lengkuas, merica, jinten, kayu manis, sendawa (garam nitrit), garam, gula merah dan gula pasir. Hubungan penambahan jumlah sendawa dengan residu nitrit pada dendeng matang digoreng membentuk persamaan linier $y = 0,010x + 8,467$ dengan nilai $R^2 =$

0,917. Penambahan sendawa tidak berkorelasi dengan nilai warna merah pada dendeng mentah yang berasal dari industri. Hasil penelitian tahap II menunjukkan bahwa penambahan nitrit pada taraf 150 mg/kg dan bumbu (terdiri atas garam 2,5%, lengkuas 8,5%, ketumbar 1,0% and 2,0%, bawang putih 5,0% dan 10,0%, gula merah 16,5%, gula pasir 16,5%, asam jawa 0,3%, merica 0,3% dari berat daging mentah) menghasilkan residu nitrit 0,88 - 11,64 mg/kg, tanpa menghasilkan senyawa nitrosamin yang dapat dideteksi, baik nitrosodietilamin, maupun nitrosopiperidin. Perendaman dalam air selama 5 menit sebelum penggorengan nyata menurunkan kadar residu nitrit pada dendeng matang yang dibuat dengan metode *curing* kering, tetapi tidak pada metode *curing* basah. Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa penambahan bumbu I atau II, serta perlakuan perendaman sebelum penggorengan pada dendeng dapat meningkatkan keamanan dendeng dari residu nitrit dan pembentukan senyawa berbahaya nitrosamin, tanpa mempengaruhi mutu selain warna.

Kata Kunci: dendeng sapi, bumbu *curing* daging, reduksi senyawa berbahaya, nitrosamin, mutu dendeng.

EXECUTIVE SUMMARY

Dendeng as an origin meat product from Indonesia have strategic position to be developed to support increasing food security program. Dendeng is also potentially as exports commodity. However information about safety of dendeng from toxicant compounds that formed during processing and the technique to reduce that compounds are still limited. Nitrosamines are toxicant compounds that likeliest in dendeng. Nitrosamines are formed from nitrites that are added in dendeng processing. Nitrates/nitrites are added in dendeng processing to get bright red color and stability from microbes. Nitrosation reaction can be prevented by stabilizing nitrites reduction to be NO, one other thing by antioxidants. Galangal, coriander, shallot and garlic that usually are added in dendeng formula content some components that have antioxidant activity. Curing method also has effect on nitrosamines formation, besides preparation technique of dendeng. This research would evaluate effect of ingredient, curing method and preparation technique on nitrosamines formation, and would find out the standard processing technique to reduce them.

The researches were designed in two stages. Stage I explored and collected dendeng samples and processing technique information from some manufacturers. Nitrosamines, nitrites residual, water content and color of that dendeng sample were analyzed and correlated with nitrite and nitrate salt added. The results of stage I were data baseline of nitrosamines and residual nitrites in dendeng products. Stage II studied effect of seasoning, nitrite curing and preparation techniques on nitrosamines content and residual nitrite in dendeng. The experiment in raw dendeng was designed in factorial 3 x 3 with 3 replicates. The first factor was seasoning composition (without seasoning, seasoning composition I and seasoning composition II). The second factor was curing method (without nitrite curing, 150 ppm nitrites with brine curing, and 150 ppm nitrites with dry curing). Experiment in cooked dendeng was designed used split plot design. Treatment combinations of raw dendeng that produced with factorial design as main plot, and preparation techniques through the dipping in water before frying (0 and 5 minutes) as sub plot. Analyzed variables are nitrosamines content, residual nitrites, moisture, color and sensory quality.

The result showed that dendeng from some industries had residual nitrite range from 3,04 to 68,61 mg/kg, and there was sample that contained nitrosodiethylamine 56,9 µg/kg. The residual nitrite contained in that product still in permissible concentration range in Indonesia. The maximum level of residual nitrite allowed in Indonesian meat product is 125 mg/kg (Permenkes RI 1168/Menkes/Per/X/99). Most of producers use the mix of garlic, coriander, galangal, pepper, tamarind, cumin, cinnamon, nitrite, sodium salt, brown sugar and white sugar, as a cured meat seasoning. A strong correlation between the nitrite/seasoning addition in the meat and its residual nitrite found in the fried meat was shown by a linear equation of y

= $0,010x + 8,467$ with $R^2 = 0,917$. However the nitrite/seasoning addition in the meat has no correlation with the red color of the meat product obtained from the industries. In laboratory experiment, the addition of nitrite at 150 mg/kg raw meat and seasoning (consisting of sodium salt 2.5%, galangal 8.5%, coriander 1.0% and 2.0%, garlic 5.0% and 10.0%, brown sugar 16.5%, white sugar 16.5%, tamarind 0.3%, pepper 0.3% of raw meat weight) during dried cured meat process yielded residual nitrite at a concentration range of 0,88 - 11,64 mg/kg, without nitrosamine that could be detected. Soaking of dried cured meat for 5 min in water before frying, gave a significant reduction of residual nitrite in the fried meat from the dry curing product, however the different fact was found for the wet curing product. Conclusion, seasoning addition (formulation I or II), and soaking treatment before frying could increase safety of dendeng from residual nitrite and nitrosamines forming, without affect on quality, except on color.

Key words: dried cured meat, cured meat seasoning, toxicant reduction, nitrosamin, cured meat quality.

PENDAHULUAN

Dendeng merupakan produk olahan daging tradisional asli Indonesia yang penting untuk dikembangkan, karena dapat menunjang program peningkatan ketahanan pangan sumber protein, serta merupakan komoditi khas Indonesia yang berpotensi untuk diekspor. Dendeng yang rasanya cenderung manis diakui dunia sebagai olahan daging tradisional Indonesia (Huang dan Nip, 2001; Fong *et al.*, 1996). Data penelitian dendeng yang ada saat ini meliputi karakteristik fisik, kimia, mikrobiologi, dengan aspek teknis pengeringan (Azman, 2004; Azman, 2006), penyimpanan (Darmadji *et al.*, 1990), modifikasi proses pengolahan (Legowo *et al.*, 2002), reaksi pencoklatan (Purnomo, 1987), oksidasi (Soputan, 2000), serta kontaminasi mikroba, nitrat dan nitrit (Bintoro *et al.*, 1987). Namun demikian data tentang keamanan pangan dendeng akibat pembentukan senyawa berbahaya selama proses pengolahan, baik yang dilakukan secara *in vitro*, maupun *in vivo* hingga saat ini relatif masih sangat terbatas. Demikian pula aspek teknis yang dikembangkan dalam proses pengolahan untuk meminimalkan pembentukan senyawa berbahaya tersebut. Sementara itu produk olahan sejenis yang berasal dari luar negeri, baik data karakteristik produk, maupun keamanannya sudah banyak dilaporkan, seperti *jerky* dari Amerika (Indian) (Nummer *et al.*, 2004), *pastrima* dari Turki (Aktas *et al.*, 2005; Aksu dan Kaya, 2005; Elmali *et al.*, 2007), *biltong* dari Afrika (Walubo *et al.*, 2004; Burnham *et al.*, 2007), "*soya meat*" sejenis daging bakar dari Nigeria (Essien dan Akpan, 2007), atau *charqui* dari Brazil (Garcia *et al.*, 2001).

Proses pembuatan dendeng pada tingkat komersial umumnya diberi penambahan garam nitrat atau nitrit dengan tujuan utama menghasilkan warna merah, selain berfungsi sebagai pengawet. Namun demikian hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan nitrat/nitrit dapat menghasilkan senyawa nitrosamin yang bersifat mutagenik dan karsinogenik, sehingga faktor keamanannya perlu diperhatikan (Andrade *et al.*, 2005; Yurchenko dan Molder, 2007; Santarelli *et al.*, 2008; Katan, 2009). Penambahan nitrit selain memberikan manfaat terhadap penampilan warna merah produk olahan daging, flavor khas, antioksidasi dan antimikroba, juga memiliki resiko bahaya sehingga penggunaannya harus mengikuti ketentuan. Batas maksimum nitrit yang diperbolehkan di Indonesia adalah 200 ppm dan nitrat 500 ppm (Bintoro, 1987), sementara di negara Uni Eropa nitrit yang diperbolehkan dalam bahan makanan adalah 150 ppm (Santarelli *et al.*, 2008). Selain berpotensi membentuk senyawa berbahaya nitrosamin, nitrit juga dapat mengoksidasi ion Fe hemoglobin dari status Fe^{2+} menjadi Fe^{3+} yang mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen, yang dikenal sebagai penyakit methemoglobinemia (Okafor dan Nwogbo, 2005).

Daging yang kaya protein dapat menjadi sumber amin yang diperlukan untuk pembentukan nitrosamin (Parnaud *et al.*, 2000; Omaye, 2004; Liu *et al.*, 2009). Namun demikian, tidak semua produk olahan daging yang di-*curing* mengandung nitrosamin,

khususnya pada produk yang di-*curing* dalam waktu sangat singkat. Faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap kadar nitrosamin, adalah: jumlah nitrit yang ditambahkan pada proses pengolahan, konsentrasi amin dalam daging, jenis dan jumlah bumbu yang ditambahkan pada proses pengolahan, kondisi pengolahan, umur simpan, pH, suhu penyimpanan, metode pemasakan, dan derajat kematangan pemasakan produk. Reaksi nitrosasi dapat dicegah dengan menstabilkan NO yang terbentuk dari reduksi nitrit, antara lain oleh asam askorbat, tokoferol dan antioksidan pangan lainnya (Omaye, 2004). Antioksidan pangan pada dendeng dapat berasal dari bumbu-bumbu yang ditambahkan, seperti: bawang putih, bawang merah, ketumbar, lengkuas, asam jawa dan merica.

Mengingat dendeng merupakan salah satu olahan daging tradisional asli Indonesia yang memiliki arti penting, maka perlu pengkajian lebih jauh dan mendalam tentang pengaruh bumbu yang ditambahkan, termasuk nitrit, dan teknik preparasi sebelum penggorengan terhadap mutu dendeng dan reduksi jumlah senyawa berbahaya yang terbentuk selama proses pengolahannya. Senyawa berbahaya yang difokuskan pada penelitian ini adalah nitrosamin, karena merupakan komponen yang sangat karsinogenik meskipun dalam jumlah sangat sedikit, dan kemungkinan besar dapat terbentuk pada dendeng, terutama pada dendeng yang diberi penambahan garam nitrit.

Penelitian ini bertujuan untuk: 1) menganalisis senyawa nitrosamin dan residu nitrit pada dendeng yang beredar di pasaran, serta metode pembuatannya di industri; 2) mencari metode untuk mereduksi pembentukan nitrosamin pada dendeng melalui formulasi bumbu dan teknik *curing* pada proses pembuatan serta teknik preparasinya sebelum penggorengan. Berdasarkan tujuan tersebut dapat diperoleh luaran hasil penelitian yang meliputi: 1) informasi keamanan dendeng yang beredar di pasaran melalui data kadar nitrosamin dan residu nitrit sampel dendeng yang diuji. 2) Informasi peran bumbu dan teknik preparasi pada dendeng terhadap pembentukan senyawa nitrosamin. 3) Paket teknologi atau prosedur operasional baku (standard operating procedures/SOP) dalam pembuatan dendeng yang dapat mereduksi senyawa berbahaya nitrosamin dengan tetap mempertahankan mutunya.

Informasi yang diperoleh diharapkan menjadi masukan yang berharga untuk pengendalian keamanan dendeng terhadap nitrosamin, sehingga dapat memberikan perlindungan keamanan dan kesehatan konsumen dendeng dalam jangka panjang. Hasilnya diharapkan dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan keberadaan nitrosamin pada produk dendeng. Hal ini dapat menjadi dasar untuk meningkatkan produksi dan penjualan dendeng sapi hingga menjadi komoditi ekspor yang bernilai jual tinggi dan mampu bersaing dengan produk sejenis dari negara lain.

TINJAUAN PUSTAKA

Definisi dan Pengertian Dendeng

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, dendeng adalah sayatan daging yang diberi rempah-rempah kemudian dikeringkan (Depdikbud 2002). Daging yang digunakan biasanya daging sapi atau rusa. Dendeng dapat memiliki orientasi rasa manis, asin dan juga pedas tergantung dari daerah mana dendeng tersebut berasal (Azman 2006). Menurut Fong *et al.* (1996), dendeng merupakan produk daging kering yang berasal dari Indonesia yang mirip dengan *jerky*. Dendeng bersifat awet karena paduan bumbu, gula merah dan pengurangan kadar air. Paduan tersebut menghasilkan karakteristik produk yang manis, dan warna coklat gelap. Dendeng dapat dimakan sebagai cemilan atau sebagai lauk nasi. Dendeng disajikan setelah digoreng sebentar untuk menghasilkan flavor dan citarasa yang disukai. Hal ini didukung pernyataan Huang dan Nip (2001), yaitu bahwa dendeng memiliki rasa manis yang disebabkan penambahan gula merah, serta memiliki flavor yang khas karena penambahan bumbu-bumbu yang banyak. Hal inilah yang membedakan dendeng dengan produk daging semi basah lainnya, seperti *meat jerky*, *biltong* dan sejenisnya.

Cara penyajian *meat jerky* berbeda dengan dendeng. *Meat jerky* merupakan bahan makanan siap saji (USDA-FSIS 2007), sedangkan dendeng umumnya disajikan setelah digoreng terlebih dahulu. Sebagai bahan pangan siap saji, *meat jerky* memiliki risiko terhadap kontaminasi mikroba, seperti pernyataan The Jerky FAQ (2007), laporan Keene *et al.* (1997) dan Midura *et al.* (1972), sehingga daging yang digunakan harus dapat dipastikan berasal dari ternak yang sehat dengan penanganan daging yang higienis karena produk tidak mengalami proses pemanasan pada taraf yang dapat memusnahkan mikroba patogen. Menurut Huang dan Nip (2001) *meat jerky* tidak boleh mengandung kadar air lebih dari 45%, dengan a_w 0.7 sampai 0.75. Hal tersebut penting untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba pada produk. Namun demikian berdasarkan laporan Fernandez-Salguero *et al.* (1994) a_w *beef jerky* sekitar 0.86. Selanjutnya Huang dan Nip (2001) juga menyatakan bahwa dendeng sayat memiliki a_w 0.52-0.67, sedangkan dendeng giling 0.62-0.66 dengan kadar air 26%.

Berdasarkan uraian di atas, secara prinsip proses pengolahan dendeng dan *meat jerky* memiliki kesamaan, yaitu sama-sama melalui tahap pemberian bumbu pada lembaran daging yang tipis, dan pengeringan. Perbedaannya adalah pada jenis bumbu, cara penyajian dan metode pembuatan lembaran dagingnya. Selain itu kedua produk dapat dikategorikan sebagai olahan daging semi basah (*intermediate moisture meat*) yang memiliki aktivitas air dari 0.60 sampai 0.91 (Fernandez-Salguero *et al.*, 1994; Huang dan Nip 2001), dengan kadar air 15-50% (Huang dan Nip 2001).

Metode Pembuatan Dendeng Berdasarkan Beberapa Pustaka

Berdasarkan metode pembuatan lembaran tipis daging yang digunakan terdapat dua jenis dendeng, yaitu dendeng sayat atau iris (Azman 2006), dan dendeng giling (Margono *et al.* 1993; Huang dan Nip 2001; Darmadji *et al.* 1990). Fong *et al.* (1996) melaporkan prosedur pembuatan dendeng sayat yang sedikit berbeda dengan metode Margono (1993) dengan melakukan pengeringan pada suhu bertahap dari 70 °C selama 1 jam dilanjutkan dengan 50 °C selama 2 jam. Jenis dan komposisi bumbu yang digunakan pada proses pembuatan dendeng sapi berbeda-beda seperti dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Beberapa formulasi dendeng daging sapi (% dari berat daging)

Jenis bahan	Formulasi I (Suryati <i>et al.</i> , 2006)	Formulasi II (Setiawaty, 1985)	Formulasi III (Sriwahyuni, 1986)
Daging	-	-	-
Jinten	0,10	-	-
Garam	3,00	0,40	2,50
Lengkuas	10,00	10,00	2,50
Ketumbar	2,50	1,00	1,50
Bawang putih	2,50	0,50	1,50
Bawang merah	2,50	1,00	5,00
Gula merah	30,00	20,00	30,00
Asam jawa	1,00	-	3,00
Merica	0,20	1,00	1,00

Proses pengeringan dendeng dapat dilakukan dengan menggunakan sinar matahari langsung, oven, tenda pengering atau rumah kaca. Kadar air dendeng dengan metode tenda pengering lebih rendah daripada sinar matahari, sehingga umur simpannya menjadi lebih lama, namun rendemen menjadi lebih rendah (Azman 2006). Hasil Penelitian Azman (2004) menunjukkan bahwa metode pengeringan dengan sinar matahari membutuhkan waktu yang lebih lama (27 jam, suhu 26 °C) daripada tenda pengering (23 jam, suhu 24 °C) dan oven (5 jam, suhu 36°C). Hasil penelitian Suryati *et al.* (2005) menunjukkan bahwa pengeringan dendeng giling dengan ketebalan 6 mm yang menggunakan oven membutuhkan waktu 8 jam dan menghasilkan ketebalan akhir 4 mm.

Data Hasil Penelitian Dendeng

Purnomo (1987) melaporkan bahwa dendeng memiliki a_w 0.64, pH 5.6, kadar air 26%, protein 35%, lemak 10%, garam 8% dan gula 35% (berdasarkan berat kering). Kandungan sukrosa dendeng menurun selama penyimpanan, sedangkan kadar glukosa relatif konstan, dan fruktosa mengalami peningkatan. Nilai asam 2-tiobarbiturat dendeng berfluktuasi selama penyimpanan. Bumbu yang disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 115 °C selama 10 menit tidak berpengaruh terhadap daya terima dendeng secara organoleptik dan produk stabil secara mikrobiologi.

Meskipun SNI mempersyaratkan kadar air dendeng maksimal 12%, namun data dari beberapa hasil penelitian menunjukkan nilai lebih dari 12% (Tabel 2). Nilai kadar air dari berbagai hasil penelitian tersebut lebih dapat diterima jika mengelompokkan dendeng sebagai produk semi basah, yang memiliki kadar air 15-50% (Huang dan Nip 2001). Kadar air dendeng 8-15% dapat dicapai dengan pengeringan oven pada suhu 70 °C selama 7-8 jam. (Muliandi 1994). Menurut Purnomo (1995) suhu yang digunakan pada proses pengeringan dendeng berpengaruh terhadap tekstur, kadar air dan a_w produk. Tekanan kerusakan dan kekuatan deformasi dendeng yang dikeringkan pada suhu 70°C meningkat secara nyata dibandingkan suhu 35 °C. Hal tersebut kemungkinan karena kecepatan pengeringan pada suhu 70 °C berjalan lebih cepat daripada suhu 35°C, sehingga penurunan kadar air berlangsung dengan cepat yang mengakibatkan peningkatan kekerasan dendeng.

Menurut Soputan (2000) dendeng daging sapi iris yang disimpan selama 30 hari pada suhu kamar (27 °C) mempunyai mutu yang lebih baik, dengan rasa direspon suka oleh panelis, dibandingkan dengan dendeng daging sapi giling. Berdasarkan data bilangan peroksida (Soputan 2000) dan bilangan asam tiobarbiturat (TBA) (Handoyo 2010; Legowo *et al.* 2002) yang terdapat pada dendeng dapat disimpulkan bahwa proses oksidasi pada dendeng telah menunjukkan tingkat lanjut yang menghasilkan senyawa malonaldehida.

Hasil penelitian Bintoro *et al.* (1987) yang mengambil sampel dendeng dari 3 kota berbeda di pulau Jawa menunjukkan bahwa jumlah total bakteri pada dendeng bervariasi, berkisar $\log 4 \times 10^2$ koloni/g hingga $\log 1.75 \times 10^6$ koloni/g. Soputan (2000) melaporkan bahwa total mikroba pada dendeng 1.96 CFU/g. Menurut SNI total mikroba maksimal yang diperbolehkan pada produk dendeng adalah 1×10^5 koloni/g), *E. coli* < 3/g, *Salmonella sp* negatif/25 g, *S. aureus* 1×10^2 koloni/g, *B. cereus* 1×10^3 koloni/g (BSN 2009).

Tabel 2. Komposisi daging sapi segar dan dendeng sapi beserta karakteristiknya berdasarkan beberapa sumber

Komponen/Peubah	Daging Segar*	Dendeng							
		Persyaratan Mutu I**	Persyaratan Mutu II**	Purnomo (1987)	Bintoro <i>et al.</i> (1987)	Azman (2004)	Soputan (2000)	Salvia (2000)	Handoyo (2010)
Kadar Air (%)	66.00	Maks. 12	Maks. 12	26.00	20.90	20.30	13.62	13.30	16.60
Kadar Protein (%)	18.80	Min. 30	Min. 25	35.00	21.80	36.84	28.72	36.11	-
Kadar Lemak (%)	14.00	-	-	10.00	5.50	-	-	-	-
Kadar Karbohidrat/Gula (%)	0.00	-	-	35.00	46.70	-	-	-	-
Rendemen (%)	-	-	-	-	-	22.50	-	33.40	-
pH	-	-	-	5.60	-	-	4.9	-	-
a _w	-	-	-	0.64	0.54-0.65	-	-	-	0,71
Total Bakteri (CFU/g)	-	-	-	-	-	-	1.96	-	-
Total Jamur (CFU/g)	-	-	-	-	-	-	2.53	-	-
Bilangan Peroksida (Meq/g)	-	-	-	-	-	-	4.61	-	1,37
Bilangan TBA (mg/kg)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,49
Kapang dan Serangga	-	Tidak nampak	Tidak nampak	-	-	-	-	-	-
Kadar Abu tidak larut asam (%)	-	Maks. 1	Maks. 1	-	1.50	-	-	-	-
Kadar Garam	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadar Nitrit (ppm)	-	-	-	-	5-93	-	-	-	-
Kadar Nitrat (ppm)	-	-	-	-	1000-2500	-	-	-	-
Kadar Zat Besi (mg/100 g bahan basah)	2.80	-	-	-	-	-	-	-	-
Vitamin A (IU)	30.00	-	-	-	-	-	-	-	-
Vitamin B (mg)	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-

Sumber: * Depkes RI (1981)

** BSN (1992)

Bintoro *et al.* (1987) juga melaporkan bahwa dendeng yang berasal dari tiga lokasi pasar berbeda di pulau Jawa mengandung nitrit 5-93 ppm dan nitrat 1000-2500 ppm. Kandungan nitritnya memang masih dalam batas yang masih diperbolehkan (maksimal 200 ppm), tetapi kandungan nitratnya melebihi batas ambang yang diperbolehkan di Indonesia, yaitu 500 ppm. Menurut Katan (2009) WHO menetapkan *acceptable daily intake* (ADI) natrium nitrat untuk manusia adalah 5 mg/kg bobot badan atau 3.7 mg nitrat/kg bobot badan, yang berarti setara dengan 222 mg untuk orang dewasa dengan berat 60 kg. *EU scientific committee for food* merekomendasikan ADI untuk nitrat adalah 3,7 mg/kg bb, sedangkan nitrit 0,06 mg/kg bb (Reinik 2007 dan Okafor *et al.* 2007).

Muliandi (1994) melakukan penyimpanan dendeng untuk menduga umur simpan dengan menggunakan kinetika Arrhenius. Dendeng disimpan pada suhu 25, 35 dan 45 °C dengan kelembaban relatif (RH) 55-70% sebagai faktor penyimpanan kondisi normal, dan suhu 45 °C dengan kelembaban 95% sebagai penyimpanan dipercepat. Peubah yang diamati meliputi kadar air, konsumsi oksigen, dan kecerahan dendeng. Pengamatan dilakukan selang waktu 2 hingga 7 hari hingga dendeng mencapai mutu kritis (penampakan dan aroma dendeng tidak layak konsumsi) atau berkapang. Hasilnya menunjukkan bahwa konsumsi oksigen merupakan faktor kritis dalam penyimpanan dendeng, karena fungsi konsumsi oksigen menghasilkan dugaan umur simpan paling singkat.

Hasil penelitian Suryati *et al.* (2005) menunjukkan bahwa dendeng memiliki kadar protein lebih tinggi daripada daging segar untuk setiap berat bahan yang sama, sebagai akibat turunnya kadar air selama pengeringan. Namun demikian proses pengolahan dendeng menurunkan pencernaan protein secara *in vitro*. Pencernaan protein dendeng sapi secara *in vitro* lebih rendah daripada bakso dan sosis. Selain itu proses pengolahan menjadi dendeng pada daging sapi mengubah jenis protein yang terdeteksi pada metode elektroforesis hingga 68%. Protein yang terdeteksi pada dendeng adalah protein yang memiliki bobot molekul rendah 11.29 hingga 50.44 kD, sedangkan pada daging segar 15.04 hingga 114.55 kD.

Muchtadi (1987) melaporkan bahwa pengolahan daging menjadi dendeng tidak mempengaruhi NPU (*net protein utilization*) dan nilai biologis, meskipun terjadi penurunan availabilitas (ketersediaan) lisin akibat reaksi pencoklatan dan enzimatis, yang diukur menggunakan metode *in vitro*. Pengujian mutagenisitas menggunakan *Salmonella typhimurium* TA 98 juga tidak menunjukkan aktivitas mutagenik, baik pada dendeng mentah maupun setelah digoreng. Hasil penelitian tersebut menyimpulkan bahwa meskipun merupakan teknologi sederhana, pengolahan daging menjadi dendeng dapat mempertahankan nilai gizi daging yang tinggi tanpa menimbulkan pengaruh terhadap keamanannya untuk konsumsi manusia.

Penggunaan Nitrat dan Nitrit pada Produk Daging *Curing*

Pengertian *curing* pada daging awalnya adalah penambahan garam pada daging untuk tujuan pengawetan. Penggunaan nitrat pada proses *curing* berkembang setelah penggunaan garam yang tercemar nitrat (saltpeter) secara tidak sengaja, yang menghasilkan warna yang khas daging *curing*. Saat ini pengertian *curing* dikenal sebagai proses penambahan garam dan nitrat atau nitrit serta bahan lain pada daging yang menghasilkan warna dan flavor khas daging *curing* dan bertujuan untuk mengawetkan produk (Martin 2001, Sebranek dan Bacus 2007).

Menurut Toldra *et al.* (2009) pengaruh nitrat dan reduksinya menjadi nitrit pada pengendalian proses oksidasi lipida selama pembuatan ham sangat penting untuk pembentukan karakteristik flavor daging yang di-*curing*. Aroma khas daging *curing*, seperti pada ham disebabkan kontribusi senyawa volatil yang terbentuk yang tergantung kepada konsentrasi, batas ambang dan interaksi dengan matriks pangan. Morrissey dan Techivangana (1985) melaporkan bahwa nitrit pada proses *curing* berperan sebagai antioksidan yang dapat menghambat pembentukan senyawa MDA. Penggunaan nitrit 50 ppm efektif dalam menghambat pembentukan MDA, dan efektivitas penghambatannya semakin meningkat dengan peningkatan konsentrasi nitrit hingga 200 ppm. Selain sebagai antioksidan dan berperan dalam menghasilkan flavor yang khas, penambahan nitrit pada proses *curing* juga berperan dalam penghambatan bakteri *Clostridium botulinum* dan pembentukan toksinnya (Christiansen *et al.* 1973, Toldra *et al.* 2009).

Natrium nitrit merupakan garam dari asam lemah dan basa kuat, berupa kristal yang berwarna kuning pucat dan mudah larut air. Nitrit merupakan senyawa yang sangat reaktif yang dapat berperan sebagai reduktor dan oksidator, serta nitrosylating *agent* (membentuk NO). Nitrit yang digunakan pada proses *curing*, akan membentuk anion NO_2^- dan asam nitrous netral HNO_2 . Sejumlah kecil asam HNO_2 dapat membentuk spesies nitrosating yang sangat reaktif (Price dan Schweigert 1987). Pada tahap awal reaksi HNO_2 akan membentuk senyawa radikal netral nitros oksida (NO). Senyawa NO merupakan donor pasangan elektron dan membentuk kompleks yang sangat stabil dengan logam transisi. Kompleks kovalen-koordinat NO dengan pigmen daging (nitrosilmioglobin, nitrosilhemoglobin, dan dinitrosilhemokrom) membentuk warna merah muda dan merah pada daging (Martin 2001).

Senyawa NO mudah teroksidasi jika terpapar udara. Mekanisme inilah yang menjelaskan sifat antioksidan dari nitrit. Senyawa NO merupakan rantai radikal terminator yang efektif dalam menghambat perkembangan oksidasi lipida (Martin 2001). Menurut Jourdeuil *et al.* (1997) dengan adanya molekul oksigen, NO dapat mengalami autooksidasi membentuk berbagai senyawa nitrogen oksida (NO_2 , N_2O_3 dan NO_2^-). Senyawa NO_2 dan N_2O_3 dapat menitrosasi nitrogen substrat nukleofilik penting seperti amin primer dan sekunder membentuk senyawa nitrosamin (Jourdeuil *et al.* 1997 dan Rostkowska *et al.* 1998).

Komponen dan Aktivitas Antioksidasi Bumbu yang Digunakan pada Pembuatan Dendeng

Bumbu-bumbu yang digunakan pada pembuatan dendeng dilaporkan memiliki aktivitas antioksidasi, seperti bawang putih (Leelarungrayub *et al.* 2006, Benkeblia dan Lanzotti 2007, Gorinstein *et al.* 2008 dan Tangkanakul *et al.* 2009), bawang merah (Leelarungrayub *et al.* 2006 dan Tangkanakul *et al.* 2009), ketumbar (Kaur dan Kapoor 2002, Wong *et al.* 2005, dan Tangkanakul *et al.* 2009), lengkuas (Mahae dan Chaiseri 2009, Tangkanakul *et al.* 2009), asam jawa (Soemardji 2007 dan Tangkanakul *et al.* 2009) dan merica (Tangkanakul *et al.* 2009).

Bawang Putih

Bawang putih (*Allium sativum*) kaya akan senyawa organosulfur yang larut air dan larut lemak. Senyawa allil sulfur merupakan senyawa organosulfur yang banyak terdapat pada bawang putih. γ -Glutamilsistein berperan dalam produksi aliin (S-alkil-L-sistein sulfoksida) yang memiliki sifat antioksidan. Pencacahan pada bawang putih akan melepaskan enzim allinase, yang secara cepat mengubah aliin menjadi allisin (dialkil tiosulfinat). Allisin merupakan senyawa tiosulfinat utama pada rajangan bawang putih, tetapi sifatnya kurang stabil dan dapat berubah dengan cepat membentuk diallil sulfide, diallil disulfida, trialil sulfide dan senyawa polisulfida (Song dan Milner, 2001), vinildithiins, serta (*E*) dan (*Z*) ajoene (Benkeblia dan Lanzotti 2007). Komponen selain organosulfur yang terdapat pada bawang putih adalah steroid saponin dan sapogenin (Amagase 2006). Gorinstein *et al.* (2008) melaporkan bahwa bawang putih juga mengandung komponen asam protekatekat, asam p-hidroksibenzoat, asam vanilat, asam kafeat, asam p-koumarin, asam ferulat, asam sinapat, kuercetin dan kamperol.

Komponen yang terdapat pada bawang putih, baik dalam bentuk senyawa organosulfur, maupun non-organosulfur (komponen fenolat), memiliki aktivitas antioksidasi (Benkeblia dan Lanzotti 2007 dan Leelarungrayub *et al.* 2006). Tingkat aktivitas antioksidasinya bervariasi, terkait dengan berbagai variasi prosedur preparasi yang dapat menghasilkan komponen organosulfur dengan struktur kimia yang beragam pula (Amagase 2006). Ekstrak bawang putih dengan air dan pelarut organik memiliki aktivitas antioksidasi yang nyata, yang diukur melalui kemampuan dalam menurunkan radikal bebas dan menghambat oksidasi lipida (Leelarungrayub *et al.* 2006). Choi *et al.* (2007) melaporkan bahwa bawang putih mengandung komponen (asam 1,2-benedikarboksi dan S-oksodialli disulfida) yang dapat menghambat pembentukan senyawa nitrosamin (N-nitrosodimetilamin) dan meningkatkan kemampuan men-*scavenging* nitrit.

Bawang Merah

Komponen organosulfur (tiosulfinat) yang terdapat pada bawang merah (*Allium ascalonicum*) hampir sama dengan pada bawang putih, karena keduanya termasuk kedalam kelompok bawang-bawangan (spesies *Allium*) demikian pula reaksi kimia pembentukan

senyawa turunannya (Benkeblia dan Lanzoti 2007). Bawang merah pun memiliki kandungan senyawa fenolat yang mirip dengan bawang putih (Leelarungrayub *et al.* 2006). Namun demikian laporan Leelarungrayub *et al.* (2006) dan Tangkanakul *et al.* (2009) menunjukkan bahwa kandungan total fenolat pada bawang merah sedikit lebih tinggi daripada bawang putih. Pola yang sama juga ditunjukkan dengan aktivitas antioksidannya. Bawang merah memiliki aktivitas antioksidan yang sedikit lebih tinggi dibanding bawang putih, baik yang diukur dengan vitamin C ekuivalen (Tangkanakul *et al.* 2009), maupun persen penurunan reduksi ABTS (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-asam sulfonat) dibanding kontrol (Leelarungrayub *et al.* 2006).

Ketumbar

Tangkanakul *et al.* (2009) melaporkan bahwa biji ketumbar (*Coriandrum sativum*) mengandung komponen fenolat 97.26 mg ekuivalen asam gallat/100 g dengan aktivitas antioksidasi 53.54 mg ekuivalen vitamin C/100 g). Wong *et al.* (2005) melaporkan hal yang hampir sama, yaitu bahwa ketumbar memiliki kandungan fenolat dan aktivitas antioksidan yang diukur dengan kemampuannya dalam meredam radikal bebas DPPH dibandingkan dengan aktivitas antioksidan Trolox. Aktivitas antioksidan ketumbar ditunjukkan oleh ekstraknya baik yang menggunakan pelarut etanol, maupun air (Kaur dan Kapoor 2002).

Lengkuas

Mahae dan Chaiseri (2009) melaporkan bahwa lengkuas (*Alpinia galanga*) mengandung senyawa fenolat dan flavonoid, baik pada ekstrak air, etanol, maupun dalam bentuk minyak esensialnya. Minyak esensial lengkuas mengandung metil eugenol, khavikol dan eugenol dalam bentuk fraksi volatil. Komponen utama ekstrak lengkuas dengan air adalah mirisetin. Komponen antioksidan utama lengkuas pada ekstrak etanol adalah 1'-asetoksikhavikol asetat dan katekhin. Tangkanakul *et al.* (2009) melaporkan kandungan total senyawa fenolat lengkuas yang tidak jauh berbeda dengan laporan Chan *et al.* (2008), tetapi aktivitas antioksidan yang dilaporkan Chan *et al.* (2008) relatif lebih tinggi daripada laporan Tangkanakul *et al.* (2009).

Asam Jawa

Soemardji (2007) menyatakan bahwa asam jawa (*Tamarindus indica* L.) pada bagian buah mengandung asam anggur, asam apel, asam sitrat, asam suksinat, asam tartarat dan pektin, juga mengandung gula invert. Rasa asamnya disebabkan asam tartarat. Selain itu buah yang matang mengandung vitamin C sebanyak 44 mg/100 g. Bagian daging buah asam jawa mengandung saponin, flavonoid dan tannin. Aktivitas antioksidan yang ditunjukkan dengan kapasitas absorbansi radikal oksigen (ORAC) pada bagian daging buah berkisar 59.1 sampai 60.3 μmol ekuivalen Trolox (TE)/g berat kering, dan 626.6 sampai 664.0 mg ekuivalen asam gallat (GAE)/100 g berat kering.

Merica

Merica (*Pipiper nigrum*) mengandung komponen fenolat total sebanyak 447.23 mg GAE/100 g, dengan aktivitas antioksidan sebesar 108.47 mg VCE/100 g (Tangkanakul *et al.* 2009). Martinez *et al.* (2006) melaporkan bahwa merica dapat menghambat kerusakan warna pada daging dan oksidasi lipida yang menghasilkan penghambatan pembentukan *off-odor*.

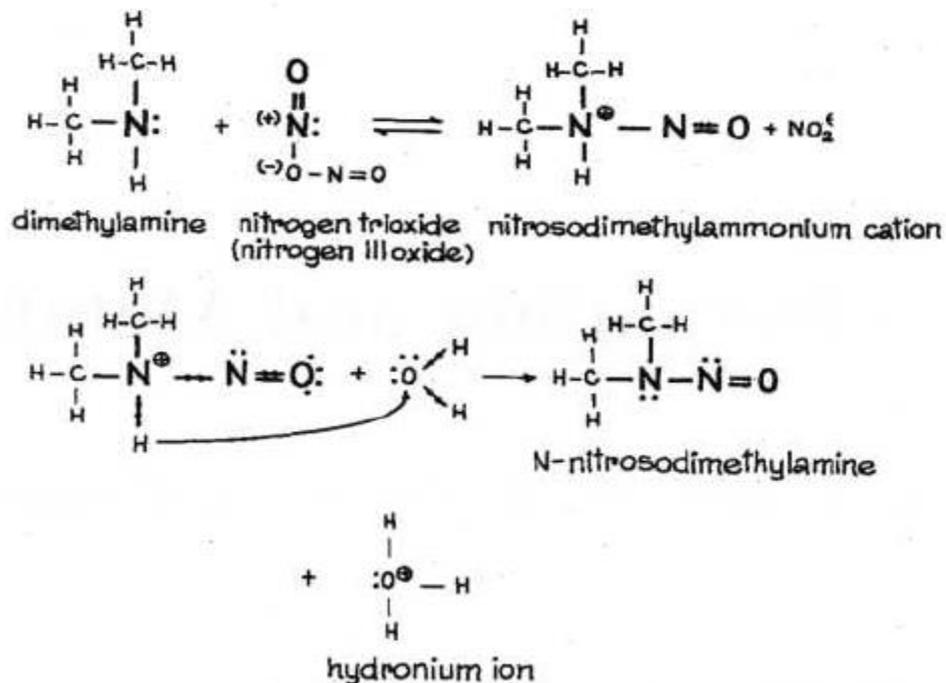
Reaksi Pembentukan dan Metabolisme Senyawa Nitrosamin

Penambahan nitrit pada proses pengolahan daging yang ditujukan untuk pengawetan dan mempertahankan warna dapat bereaksi dengan amin sekunder membentuk senyawa nitrosamin. Pembentukan senyawa nitrosamin dapat terjadi pada kondisi asam di saluran pencernaan (endogenous) (Omaye 2004; Reinik 2007). Selain itu, nitrosamin dapat pula terbentuk pada produk olahan daging yang diproses dengan *curing* yang menggunakan garam nitrit dan nitrat, yaitu seperti pada produk sosis (Andrade *et al.* 2005), dan daging yang diproses dengan pemanggangan, pengasapan dan penggorengan, seperti yang dilaporkan Yurchenko dan Molder (2007). Menurut laporan Reinik (2007) kadar nitrosamin yang dapat ditemukan pada produk olahan daging yang di-*curing* sangat kecil, yaitu 0 – 100 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$). Beberapa laporan penelitian menunjukkan bahwa kadar nitrosamin pada produk makanan hanya dapat dilakukan dengan alat gas kromatografi dengan detektor *thermal energy analyzer* (GC-TEA) (Andrade *et al.*, 2005), detektor *mass spectrophotometry* (MS) (Vermeer, 1998; Rywotycki, 2002; Yurchenko dan Molder, 2007; Reinik, 2007;) atau dengan *high performance liquid chromatography* (HPLC) dengan detektor fluoresens (Cha *et al.*, 2006).

Rostkowska *et al.* (1998) menjelaskan bahwa senyawa nitrosamin (Gambar 1) terbentuk akibat reaksi substitusi elektrofilik nitrogen organik dengan senyawa penitrosasi. Nitrogen organik diturunkan dari amin primer, sekunder, tersier, hidroksilamin atau amin peroksida yang merupakan produk transformasi pupuk dan fenoksiasetat herbisida. Senyawa penitrosasi (N_2O_3) dapat terbentuk dari: nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-), dan senyawa nitro (C-NO_3). Pada kasus amin, kation nitrosonium (NO^+) yang diturunkan dari N_2O_3 menyerang pasangan elektron pada amin nitrogen yang menghasilkan kation nitrosoamonium dan anion nitrit. Reaksi kation nitrosoamonium selanjutnya tergantung kepada struktur kimia dan sifat senyawa nitros serta kondisi reaksi. Pembentukan nitrosamin tergantung kepada pH lingkungan, alkalinitas amin, dan suhu. Amin alifatik dan aromatik pada pH dan suhu rendah tidak membentuk senyawa nitros, dan reaksi dengan nitrit menghasilkan garam diazonium. Laju pembentukan senyawa nitros dari amin sekunder meningkat secara proporsional dengan peningkatan alkalinitas amin.

Nitrosamin stabil dalam tubuh organisme, sebelum mengalami degradasi menjadi derivat aktif secara biologis. Nitrosamin masuk ke dalam hati melalui sistem peredaran darah.

Mikrosom hati mengandung enzim yang bertanggung-jawab untuk reaksi fase satu dan dua biotransformasi senyawa nitros. Enzim fase satu dan dua biotransformasi juga terdapat pada usus, ginjal, paru-paru, otak, kulit dan plasenta. Tujuan utama kedua fase biotransformasi senyawa eksogenik, diantaranya xenobiotik, adalah untuk meningkatkan kelarutannya dalam air (polaritas), sehingga mudah diekskresikan dari organisme. Fase pertama biotransformasi nitrosamin adalah hidrosilasi dan dealkilasi. Fase kedua, produk reaksi pertama mengalami transformasi menjadi metabolit polar melalui aksi enzim spesifik yang mengkonjugasinya dengan asam glukoronat, sulfurat, asam amino atau glutation. Karbokasi yang terbentuk selama biotransformasi nitrosamin sangat reaktif. Nitrosamin dikeluarkan sebagian melalui urin dan pernafasan. Nitrosamin yang tertahan didegradasi menjadi karbondioksida melalui intermediet aktif. Senyawa intermediet aktif memiliki aktivitas karsinogenik (Rostkowska *et al.* 1998 dan Omaye 2004).



Gambar 1. Pembentukan Nitrosamin dari Amin Sekunder
Sumber: Rostkowska *et al.* (1998)

Amin yang diperlukan untuk pembentukan nitrosamin banyak terdapat pada produk olahan daging yang kaya akan protein (Parnaud *et al.* 2000, Omaye 2004, Liu *et al.* 2009). Namun demikian, tidak semua produk olahan daging yang di-*curing* mengandung nitrosamin, khususnya pada produk yang di-*curing* dalam waktu sangat singkat. Faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap kadar nitrosamin, adalah: jumlah nitrit yang ditambahkan pada proses pengolahan, konsentrasi amin dalam daging, jenis dan jumlah bahan lain yang ditambahkan

pada proses pengolahan, kondisi pengolahan, umur simpan, suhu penyimpanan, metode pemasakan, dan derajat kematangan pemasakan produk. Reaksi nitrosasi dapat dicegah dengan menstabilkan NO yang terbentuk dari reduksi nitrit sehingga tidak mudah teroksidasi, antara lain oleh asam askorbat, tokoferol dan antioksidan pangan lainnya (Omaye 2004). Rywotycki (2002) melaporkan bahwa pembentukan nitrosamin pada daging babi yang di-*curing* dengan garam nitrit relatif rendah jika diberi penambahan natrium klorida dan natrium askorbat serta perlakuan pasteurisasi, sebaliknya penambahan polifosfat meningkatkan kadar nitrosamin yang terbentuk.

Mutagenisitas dan Karsinogenesis Senyawa Nitrosamin

Senyawa nitrosamin yang terbentuk dari reaksi nitrit dengan senyawa amina sekunder dapat memicu kanker pada hati, ginjal, empedu, saluran pencernaan, pankreas dan saluran pernafasan. Senyawa yang umum terbentuk adalah dietilnitrosamin dan dimetilnitrosamin yang sangat karsinogenik. Nitrosoprolidin terbentuk dari asam amino prolin melalui nitrosasi, yang diikuti dekarboksilasi saat peningkatan suhu, seperti pada saat pemanggangan atau penggorengan (Omaye 2004). Beberapa hasil penelitian pengaruh senyawa nitrosamin terhadap pembentukan sel kanker pada jaringan dan organ hasilnya masih tidak konsisten. Menurut Liu *et al.* (2009) konsumsi daging curing/asap lebih dari satu kali dalam seminggu berasosiasi dengan peningkatan risiko leukemia akut. Jiang *et al.* (2008) melaporkan bahwa pada wanita perokok, konsumsi daging *curing* turut meningkatkan risiko terkena penyakit paru-paru kronis.

Parnaud *et al.* (2000) melaporkan bahwa senyawa N-nitros endogenus dan prekursorinya yang terdapat dalam daging sapi, babi dan ayam tidak mengubah *aberrant crypt foci* pada kolon tikus yang diinduksi azoksimetan. Menurut Joosen *et al.* (2009) daging yang di-*curing* dengan nitrit memiliki pengaruh yang sama dengan daging segar terhadap nitrosasi endogenus, tetapi meningkatkan kerusakan DNA oksidatif yang diinduksi air fecesnya berdasarkan uji genotoksisitas menggunakan metode *comet assay*.

PROSEDUR KERJA

Penelitian Tahap I

Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

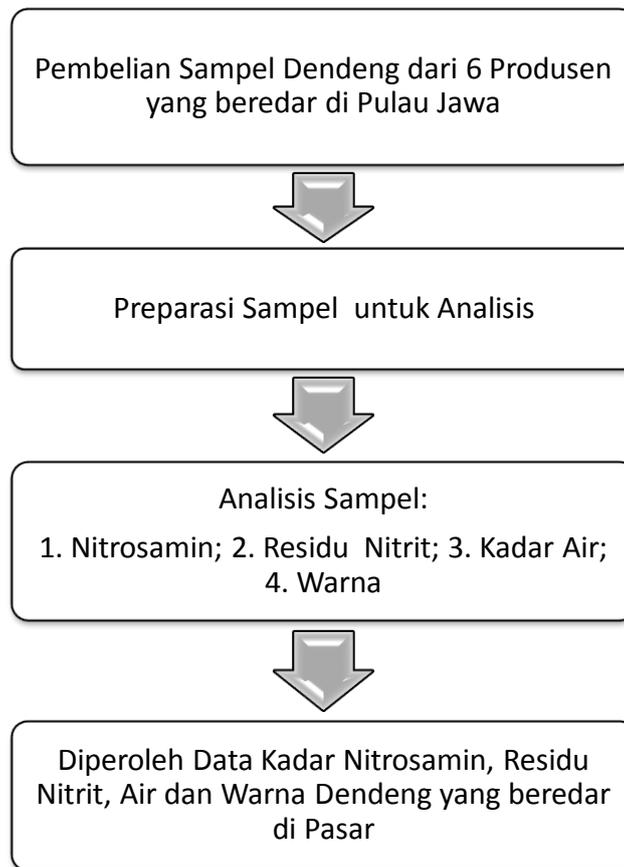
Pengambilan sampel dilakukan di Jawa Barat (Bandung dan Ciamis) dan Jawa Tengah (Banjarnegara, Salatiga dan Boyolali). Pengujian produk dilakukan di Laboratorium Kimia, Jasa Analisis Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, serta Laboratorium Terpadu Analisis Hasil Ternak Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan. Penelitian berlangsung dari bulan Maret hingga Nopember 2011.

Metode Penelitian

Metode penelitian pada tahap I dilakukan dengan metode survei melalui teknik wawancara untuk memperoleh informasi formulasi dan proses pembuatan dendeng di industri. Wawancara dilakukan pada 7 produsen dendeng dengan menggunakan panduan form wawancara. Selain itu pada tahap I dilakukan pengujian kadar nitrosamin, residu nitrit, kadar air dan warna pada sampel dendeng yang diperoleh dari industri. Sampel yang dianalisis berjumlah 8, karena terdapat satu produsen yang memproduksi dua jenis mutu dendeng yang berbeda.

Pengambilan dan Persiapan Sampel

Sampel dendeng dari industri berasal dari batch produksi terakhir, yang kemudian dibawa ke laboratorium pada kondisi suhu ruang (4 hari). Sampel kemudian disimpan dalam *refrigerator* (selama 7 hari) hingga prosedur preparasi dan penggorengan dilakukan. Sampel dendeng yang diperoleh dari industri diberi perendaman dalam air selama 5 menit, kemudian ditiriskan dan didiamkan selama 15 menit sebelum penggorengan. Penggorengan dendeng dilakukan pada suhu minyak mencapai 150 °C selama 1,5 menit pada kondisi terendam minyak. Sebanyak 2 liter minyak digunakan untuk menggoreng sekitar 300 g sampel. Minyak hanya digunakan untuk satu kali penggorengan. Sampel mentah dan matang untuk analisis kemudian dikemas dalam plastik polipropilen dan disimpan dalam lemari es -20 °C hingga pengujian dilakukan. Hal ini dilakukan untuk meminimalkan perubahan produk yang menyebabkan bias antara sampel dari satu industri dengan industri lainnya. Pengujian meliputi analisis senyawa nitrosamin, residu nitrit, kadar air dan warna. Alur penelitian tahap I selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Alur Penelitian Tahap I

Prosedur Analisis

1) Analisis Senyawa Nitrosamin. Preparasi sampel dan analisis senyawa nitrosamin dilakukan sesuai prosedur yang dilakukan Yurchenko dan Molder (2007) dan Reinik (2007) yang dimodifikasi sesuai dengan alat yang tersedia.

Preparasi Sampel. Sampel dendeng dihancurkan sampai homogen. Sebanyak 6 g sampel dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dan ditambahkan 6 ml NaOH 0,1 N. Nitrosamin diekstrak dari sampel dengan menggunakan dua tahap ekstraksi fase padat menggunakan penyerap extrelut (silika amorfous biogenik) dan florisil (silikat magnesium yang diaktivasi). Tahap pertama sebanyak 6 g extrelut ditempatkan pada dasar *catridge* plastik dengan volume 20 ml dan dibasahi dengan 20 ml heksana/diklorometana 40:60 (v/v). Sampel kemudian dielus empat kali dengan 10 ml larutan heksana/diklorometana. Eluat ditampung dan diklorometana dievaporasi pada *water bath* 60 °C. Tahap kedua, sampel ekstrak dalam heksana dielus melalui *catridge* yang memiliki kapasitas volume 6 ml dan mengandung sekitar 1 g Florisil. Sampel dielus dua kali dengan 6 ml diklorometana/metanol 95:5 (v/v). Eluat kemudian dievaporasi pada 60 °C hingga menjadi 1 ml. Larutan yang disiapkan dipindahkan ke vial injektor GC.

Analisis Nitrosamin dengan GC-MS. Tahapan analisis dimulai dengan menginjeksikan tiap standar yang digunakan (standar nitrosodimetilamina (NDMA), nitrosodietilamina (NDEA), nitrosopirolidina (NPYR) dan nitrosopiperidina (NPIP)) dari mulai konsentrasi 0,5 ng/ml hingga mendapat 3 konsentrasi yang terukur. Berdasarkan konsentrasi yang terukur kemudian dibuat hubungan antara konsentrasi dengan luas area yang ditunjukkan. Setelah itu dibuat kurva kalibrasi untuk setiap standar yang digunakan. Spektra GC-MS dikalibrasi dengan 6 larutan standar yang disiapkan pada kisaran konsentrasi 250-1000 ng/ml untuk NDMA, 50-500 ng/ml untuk NDEA, 5-50 ng/ml untuk NPYR dan 1-5 µg/ml. Sampel yang sudah dipurifikasi diinjeksikan pada alat GC-MS QP 2010 Plus dan 30 m kolom analitik Rtx-5 MS. Selain itu digunakan pula sebagai pengganti GC-MS yang terdiri atas: GC tipe 7890 A dan detektor MS 5975 C with *Triple Axis MS Detector*, dengan kolom HP 5-MS yang memiliki panjang 30 m. Pemisahan nitrosamin dengan kromatografi gas pada alat GC yang pertama dimulai dengan program suhu oven kolom pada 50 °C (dipertahankan 4 menit), diatur pada kecepatan kenaikan suhu 50 °C/menit dari 50 sampai 240 °C, dan dipertahankan pada 240 °C selama 4 menit. Kecepatan gas pembawa He adalah 1,67 ml/menit. Analisis dengan GC-MS yang kedua dilakukan dengan program suhu awal 35 °C yang ditahan selama 1 menit, kemudian suhu dinaikkan dengan kecepatan 50 °C/menit hingga 240 °C dan dipertahankan selama 1 menit, dengan kecepatan aliran gas pembawa He 1 ml/menit. Validasi analisis dilakukan dengan menambahkan sejumlah standar ke dalam sampel dendeng yang sudah dihancurkan sebelum dilakukan ekstraksi.

2) Analisis Residu Nitrit. Prosedur analisis nitrit dilakukan mengikuti AOAC (2005). Seberat 5 g sampel dihancurkan dan dimasukkan ke dalam gelas beaker 50 ml, kemudian ditambah 40 ml H₂O yang dipanaskan hingga 80 °C dan diaduk rata dengan spatula kaca, lalu dipindahkan ke dalam 500 ml labu volumetrik. Gelas beaker dicuci dengan air panas dan air pencucian dituangkan ke dalam labu. Air panas ditambahkan ke dalam labu hingga 300 ml. Labu kemudian dipindahkan ke *steam bath* dan dibiarkan selama 2 jam dan diaduk sekali-kali. Larutan didinginkan pada suhu ruang, tambahkan air hingga tera labu dan diaduk, lalu disaring. Jika setelah penyaringan masih keruh dilakukan sentrifugasi. Sejumlah 2,5 ml pelarut sulfanilamida ditambahkan ke sejumlah aliquot yang mengandung 2-50 µg NaNO₂ (25 ml ekstrak) dalam labu volumetrik 50 ml dan dicampur. Setelah 5 menit, ditambahkan 2,5 ml reagent NED, diaduk dan volume ditepatkan, diaduk dan dibiarkan 15 menit hingga terbentuk warna. Larutan sampel dipindahkan ke dalam tabung spektrofotometer dan absorbansi diukur pada λ 540 nm, dengan blanko 45 ml H₂O, 2,5 ml pelarut sulfanilamida dan 2,5 ml pelarut NED.

Penentuan kadar nitrit menggunakan kurva standar yang disiapkan sebagai berikut: larutan standar kerja nitrit disiapkan sejumlah 10, 20, 30 dan 40 ml ke dalam labu

volumetrik 50 ml, lalu ditambahkan 2,5 ml pelarut sulfanilamida, diaduk dan diproses seperti sampel di atas. Kurva standar adalah garis lurus pada 1 µg/ml NaNO₂ dalam larutan akhir.

- 3). **Kadar Air.** Kadar air diukur dengan menggunakan metode pengeringan oven 105 °C (AOAC, 2005).
- 4). **Warna.** Warna dendeng diukur secara fisik menggunakan alat chromameter yang dilakukan pada sampel mentah dan matang.

Analisis Data

Data kadar nitrosamin yang diperoleh dikorelasikan dengan residu nitrit, kadar air dan warna, demikian pula antara residu nitrit dengan kadar air dan warna. Hubungan data kadar nitrosamin dan residu nitrit dengan prosedur pembuatan dendeng yang dilakukan dibahas secara deskriptif.

Penelitian Tahap II

Lokasi dan Waktu Pelaksanaan Penelitian

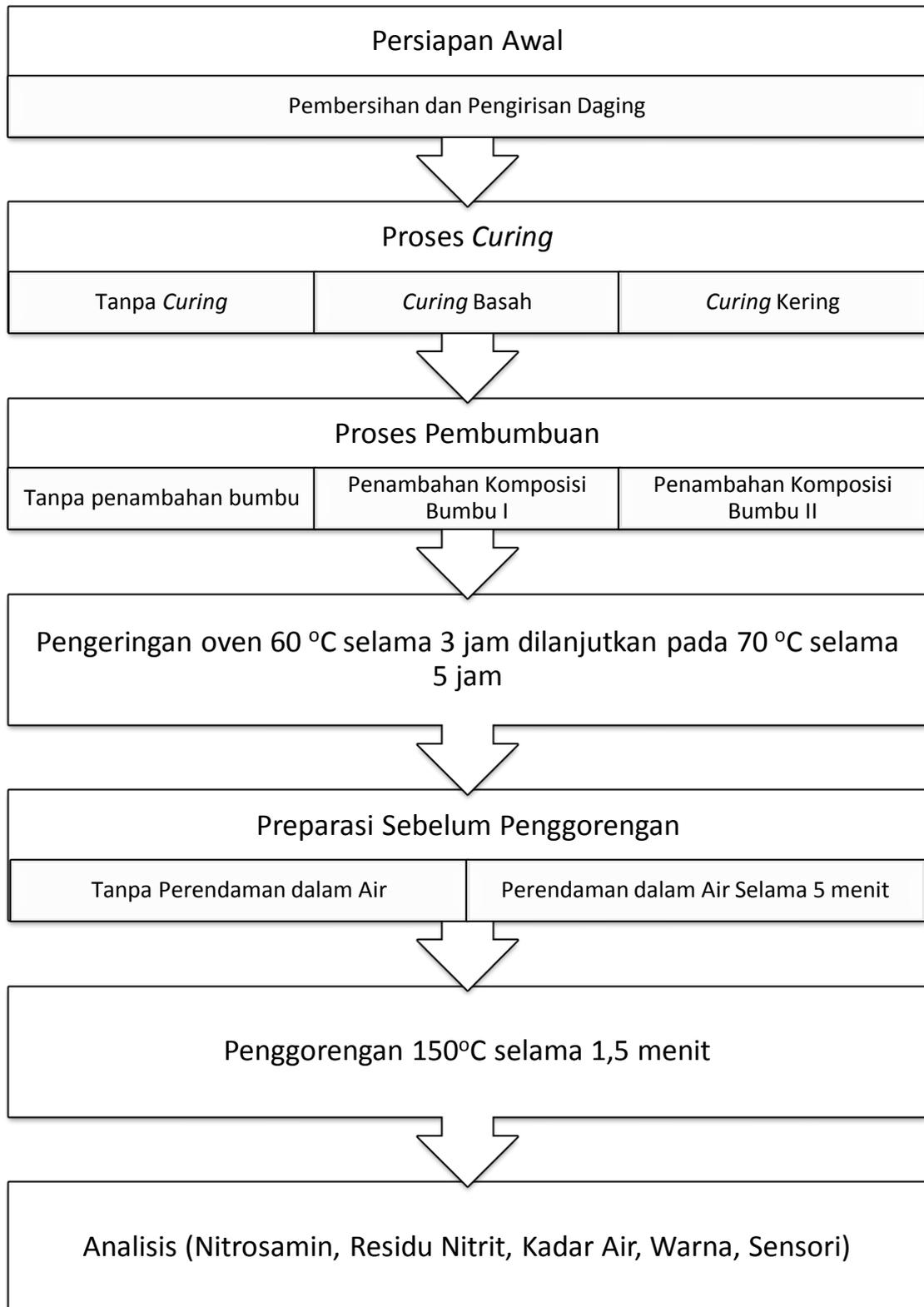
Penelitian tahap II untuk pengolahan dan preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Ternak Fapet-IPB, sedangkan pengujian produk dilakukan di Laboratorium Jasa Analisis Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan Fateta-IPB untuk analisis warna dan nitrosamin menggunakan alat GC-MS. Pengujian kadar residu nitrit, air dan analisis sensori dilakukan di Laboratorium Terpadu Analisis Hasil Ternak Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Fapet-IPB. Penelitian berlangsung dari bulan Agustus hingga Nopember 2011.

Perlakuan, Persiapan Sampel dan Rancangan Percobaan

Sejumlah 35 kg daging yang berasal dari bangsa sapi persilangan Brahman dengan bobot potong rata-rata 480 kg, umur 24-36 bulan, jenis kelamin jantan dan bagian otot paha belakang digunakan untuk pembuatan dendeng. Teknik pengeringan yang digunakan adalah dengan menggunakan oven. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa penggunaan oven menjadikan proses pengeringan tidak tergantung cuaca. Selain itu waktu, suhu dan higienitas proses pengolahan dapat lebih terkendali.

Perlakuan yang dicobakan pada tahap II terdiri atas 3 faktor perlakuan, yaitu: perlakuan bumbu, perlakuan teknik *curing*, dan faktor teknik preparasi. Perlakuan bumbu terdiri atas perlakuan: 1) tanpa bumbu (kontrol); 2) komposisi bumbu I; 3) komposisi bumbu II. Perlakuan teknik *curing* terdiri atas: 1) tanpa penambahan nitrit; 2) penambahan nitrit teknik *curing* basah; 3) penambahan nitrit dengan teknik *curing* kering. Perlakuan ketiga adalah preparasi

pencelupan dalam air sebelum penggorengan, yaitu: 0 menit dan 5 menit. Jumlah nitrit yang digunakan adalah 150 ppm berdasarkan jumlah daging yang digunakan. Alur proses penelitian tahap II selanjutnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Alur Penelitian Tahap II

Komposisi bumbu yang digunakan merupakan modifikasi dari hasil survei pada penelitian tahap I (Tabel 3). Bumbu yang digunakan pada percobaan ini tidak menggunakan bawang merah, karena dari 7 produsen yang diwawancarai hanya satu yang menggunakan bawang merah, itupun pada produk dendeng giling. Selain itu karena berdasarkan literatur, yang terbukti mampu menghambat reaktivitas nitrit adalah komponen yang berasal dari bawang putih. Kedua komposisi bumbu yang digunakan memiliki perbandingan ketumbar : bawang putih yang sama, yaitu 1 : 5. Perbedaan antara komposisi bumbu yang pertama dan kedua adalah pada konsentrasi ketumbar dan bawang putih yang ditambahkan terhadap jumlah daging yang digunakan. Komposisi bumbu kedua konsentrasinya 2 kali lipat dari komposisi bumbu yang pertama.

Tabel 3. Komposisi Bahan yang Digunakan pada Pembuatan Dendeng

Jenis Bahan	Komposisi			
	I		II	
	(%)**	Jumlah (g)	(%)**	Jumlah (g)
Daging Sapi		1000		1000
Garam	2,5	25	2,5	25
Lengkuas	8,5	85	8,5	85
Ketumbar *	1,0	10	2,0	20
Bawang Putih *	5,0	50	10,0	100
Gula Merah	16,5	165	16,5	165
Gula Putih	16,5	165	16,5	165
Asam Jawa	0,3	3	0,3	3
Merica	0,3	3	0,3	3
NaNO ₂ (150 ppm)	0,03	0,3	0,03	0,3

Keterangan : * konsentrasi bumbu yang berbeda pada komposisi I dan II

** Persentase dari jumlah daging yang digunakan

Daging yang digunakan adalah daging beku yang sudah disegarkan kembali. Pembuatan diawali dengan menghilangkan lemak ekstramuskuler dan jaringan ikat dari daging, kemudian diiris tipis (5 mm) menggunakan *slicer* daging. Daging yang digunakan untuk dendeng yang di-*curing* basah, setelah diiris tipis direndam dalam larutan nitrit (150 ppm) selama 12 jam pada suhu ruang. Air yang digunakan pada proses curing adalah air minum kemasan. Daging yang sudah di-*curing* kemudian dicampur dengan bumbu-bumbu yang sudah dihaluskan (sesuai perlakuan). Setelah diaduk rata, disimpan selama 12 jam pada suhu ruang untuk meresapkan bumbu. Proses pengeringan dilakukan dengan suhu bertahap. Pertama irisan daging yang sudah dibumbui, diletakkan diatas loyang berlubang yang sudah dialasi plastik tahan panas agar daging tidak melekat pada loyang, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu

60 °C selama 3 jam. Setelah 3 jam dan permukaan dendeng mengering, dilakukan pembalikan dan alas plastik dilepas, kemudian suhu dinaikkan menjadi 70 °C, dan pengeringan dilanjutkan selama 5 jam, sehingga total waktu pengeringan adalah 8 jam.

Proses pembuatan dendeng yang tidak diberi nitrit hampir sama dengan yang diberi nitrit dengan teknik *curing* kering. Setelah daging dibersihkan dari lemak dan jaringan ikatnya, daging diiris tipis dan dicampur dengan bumbu yang sudah dihaluskan, serta nitrit untuk perlakuan *curing* kering. Setelah diaduk rata irisan daging disimpan dalam selama 12 jam pada suhu ruang untuk meresapkan bumbu. Selain dendeng yang berbumbu dibuat pula dendeng tanpa bumbu (daging kering sebagai kontrol), baik yang tanpa diberi nitrit, maupun diberi nitrit dengan teknik *curing* basah, maupun kering, sesuai dengan rancangan percobaan yang digunakan.

Dendeng kemudian dipreparasi dengan tanpa perendaman dan perendaman dalam air selama 5 menit, kemudian ditiriskan dan didiamkan selama minimal 15 menit sebelum digoreng. Air yang digunakan untuk merendam adalah air minum kemasan. Penggorengan dilakukan pada suhu minyak 150 °C selama 1,5 menit dalam kondisi terendam minyak. Minyak hanya digunakan untuk satu kali penggorengan dengan volume 2 liter untuk menggoreng sekitar 300 g dendeng. Sampel kemudian dikemas dan disimpan pada lemari es -20 °C, hingga analisis siap dilakukan.

Prosedur Analisis

- 1) Analisis Senyawa Nitrosamin.** Analisis senyawa nitrosamin dilakukan merupakan modifikasi dari prosedur yang digunakan Yurchenko dan Molder (2007) dan Reinik (2007) seperti pada tahap I.
- 2) Analisis Residu Nitrit.** Analisis dilakukan mengikuti prosedur AOAC (2005).
- 3) Analisis Warna.** Analisis warna dilakukan pada dendeng mentah dan matang dengan menggunakan chromameter.
- 4) Analisis Kadar Air.** Analisis kadar air menggunakan metode pengeringan dengan oven 105 °C (AOAC, 2005).
- 5) Analisis Sensori.** Pengujian sifat sensori dilakukan sebagai dasar untuk menentukan mutu yang dilakukan pada dendeng mentah dan matang. Pengujian dilakukan secara hedonik dan mutu hedonik menggunakan uji skoring, yang meliputi warna, aroma, tekstur (keempukan/kealotan), dan penampilan umum untuk dendeng mentah, serta ditambah rasa untuk dendeng matang. Panelis yang dilibatkan berjumlah 25 orang dan telah diberi pelatihan tentang kriteria sifat sensori dendeng (panelis semi terlatih). Pengujian Skala hedonik yang digunakan adalah 1-9 (1=amat sangat tidak suka; 9= amat sangat suka). Kriteria mutu hedonik yang digunakan untuk dendeng mentah meliputi: warna 1 sampai 8

(1= hitam; 8=merah), aroma bumbu 1-8 (1=amat sangat tidak kuat; 8=amat sangat kuat). Tingkat kekeringan 1-8 (1=amat sangat kering; 8=amat sangat kering). Kelenturan dendeng 1-8 (1= amat sangat kaku; 8=amat sangat lentur). Kriteria sensori yang digunakan pada uji dendeng matang adalah warna 1 sampai 8 (1= hitam; 8=merah), aroma bumbu 1-8 (1=amat sangat tidak kuat; 8=amat sangat kuat). Tingkat kekeringan 1-8 (1=amat sangat kering; 8=amat sangat kering). Intensitas rasa bumbu dendeng 1-8 (1=amat sangat tidak terasa; 8=amat sangat terasa).

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan percobaan yang digunakan dalam proses pembuatan dendeng mentah adalah rancangan acak lengkap pola faktorial 3 x 3 dengan 3 ulangan, sehingga terdapat 27 satuan percobaan (Tabel 4). Faktor pertama adalah penggunaan komposisi bumbu yang berbeda, yaitu: 1) tanpa bumbu (kontrol); 2) komposisi bumbu I; 3) komposisi bumbu II. Faktor kedua adalah penambahan nitrit dan teknik *curing*, yaitu: 1) tanpa penambahan nitrit; 2) penambahan bumbu dengan teknik *curing* kering; 3) penambahan nitrit dengan teknik *curing* basah. Rancangan percobaan untuk dendeng matang adalah rancangan petak terbagi (Tabel 5). Jenis dendeng mentah yang dibuat secara faktorial merupakan petak utama, sedangkan teknik preparasi dengan perendaman dan tanpa perendaman merupakan anak petak.

Tabel 4. Kombinasi perlakuan pada dendeng mentah dengan rancangan faktorial

Perlakuan	Metode Curing		
	Tanpa Nitrit (C0)	Nitrit Curing Basah (Cb)	Nitrit Curing Kering (Ck)
Bumbu			
Tanpa Bumbu (B0)	B0C0.1	B0Cb.1	B0Ck.1
	B0C0.2	B0Cb.2	B0Ck.2
	B0C0.3	B0Cb.3	B0Ck.3
Bumbu I (B1)	B1C0.1	B1Cb.1	B1Ck.1
	B1C0.2	B1Cb.2	B1Ck.2
	B1C0.3	B1Cb.3	B1Ck.3
Bumbu II (B2)	B2C0.1	B2Cb.1	B2Ck.1
	B2C0.2	B2Cb.2	B2Ck.2
	B2C0.3	B2Cb.3	B2Ck.3

Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan ANOVA (*analysis of variance*). Jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda menggunakan uji Tukey. Analisis data hasil uji sensori karena menggunakan metode skoring

sehingga skala pengukuran tidak memenuhi untuk pengujian secara parametrik, maka pengujian dilakukan dengan statistik nonparametrik menggunakan metode Kruskal-Wallis.

Tabel 5. Kombinasi perlakuan pada dendeng matang dengan rancangan petak terbagi

Perlakuan	Anak Petak (Metode Preparasi)	
	Tanpa Perendaman (R0)	Perendaman 5 menit (R1)
Petak Utama (Jenis Dendeng)		
B0C0.1	B0C0R0.1	B0C0R1.1
B0C0.2	B0C0R0.2	B0C0R1.2
B0C0.3	B0C0R0.3	B0C0R1.3
B1C0.1	B1C0R0.1	B1C0R1.1
B1C0.2	B1C0R0.2	B1C0R1.2
B1C0.3	B1C0R0.3	B1C0R1.3
B2C0.1	B2C0R0.1	B2C0R1.1
B2C0.2	B2C0R0.2	B2C0R1.2
B2C0.3	B2C0R0.3	B2C0R1.3
B0Cb.1	B0CbR0.1	B0CbR1.1
B0Cb.2	B0CbR0.2	B0CbR1.2
B0Cb.3	B0CbR0.3	B0CbR1.3
B1Cb.1	B1CbR0.1	B1CbR1.1
B1Cb.2	B1CbR0.2	B1CbR1.2
B1Cb.3	B1CbR0.3	B1CbR1.3
B2Cb.1	B2CbR0.1	B2CbR1.1
B2Cb.2	B2CbR0.2	B2CbR1.2
B2Cb.3	B2CbR0.3	B2CbR1.3
B0Ck.1	B0CkR0.1	B0CkR1.1
B0Ck.2	B0CkR0.2	B0CkR1.2
B0Ck.3	B0CkR0.3	B0CkR1.3
B1Ck.1	B1CkR0.1	B1CkR1.1
B1Ck.2	B1CkR0.2	B1CkR1.2
B1Ck.3	B1CkR0.3	B1CkR1.3
B2Ck.1	B2CkR0.1	B2CkR1.1
B2Ck.2	B2CkR0.2	B2CkR1.2
B2Ck.3	B2CkR0.3	B2CkR1.3

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian Tahap I

Kandungan Residu Nitrit dan Nitrosamin

Hasil analisis residu nitrit menunjukkan bahwa kandungan residu nitrit pada dendeng yang berasal dari beberapa produsen di pulau Jawa berkisar 3,04-68,61 mg/kg dendeng (Tabel 6). Nilai tersebut masih dalam kisaran angka yang diperbolehkan di Indonesia, yaitu 125 mg/kg berdasarkan Permenkes RI 1168/Menkes/Per/X/99. Kadar residu nitrit tersebut berkorelasi positif dengan penambahan garam nitrat dan nitrit (sendawa) pada proses pembuatan dendeng yang mengikuti persamaan: $y = 0,010x + 8,467$ dengan nilai $R^2 = 0,917$ (Gambar 4). Kadar residu nitrit pada dendeng yang tidak diberi penambahan sendawa pada formulasinya memiliki kadar residu nitrit 3,40-5,48 mg/kg. Kemungkinan nitrit tersebut dapat berasal dari bahan untuk pembuatan dendeng seperti bumbu rempah yang digunakan.

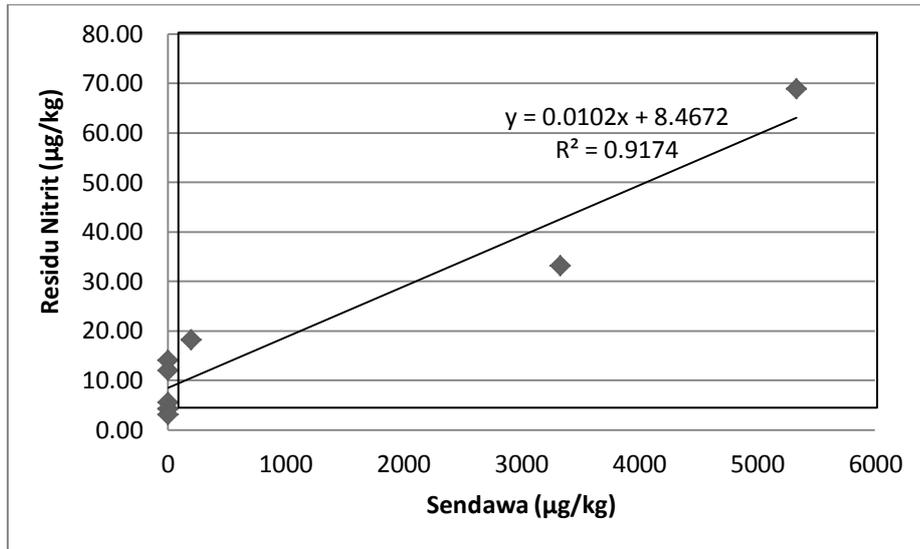
Tabel 6. Kadar nitrosamin, residu nitrit dan jumlah penambahan sendawa pada dendeng yang berasal dari beberapa produsen di pulau Jawa

Sampel Dendeng	Kadar Nitrosamin ($\mu\text{g/kg}$ sampel)				Kadar Residu Nitrit (mg/kg sampel)	Jumlah Penambahan Sendawa (mg/kg)
	NDMA	NDEA	NPIP	NPYR		
JB-1	-	-	-	-	5,48	0
JB-2	-	-	-	-	33,05	3333
JB-3	tt	tt	tt	tt	68,81	5333
JT-1	-	-	-	-	4,14	0
JT-2	-	-	-	-	14,04	1
JT-3	-	-	-	-	11,95	1
JT-4	-	-	-	-	3,04	0
JT-5	tt	59,6	tt	tt	18,10	200

Keterangan: JB-1 sampai JB-3 merupakan sampel dari Jawa Barat, dan JT-1 sampai JT-5 merupakan sampel yang berasal dari Jawa Tengah; tt=tidak terdeteksi.

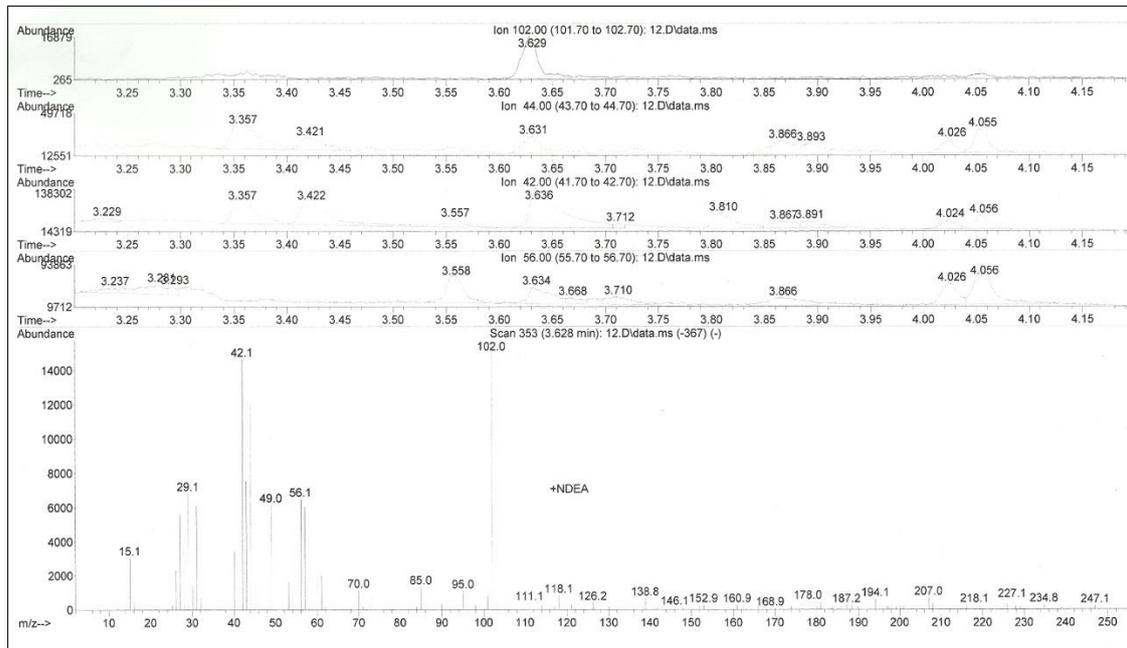
Berdasarkan Tabel 6 terdapat dua industri (JB-2 dan JB-3) yang menggunakan nitrit dalam bentuk garam nitrat dan nitrit yang umum dikenal sebagai sendawa dalam jumlah yang sangat tinggi. Berdasarkan hasil wawancara, teknik penambahan sendawa pada dendeng yang dilakukan pada sampel industri yang menjadi responden ada dua, yaitu secara perendaman selama 12 jam sebelum pembumbuan selama 12 jam (JT-2 dan JT-3), atau langsung dicampurkan dalam proses pembumbuan selama 12 jam (JB-2, JB-3 dan JT-5). Namun demikian residu nitrit yang terdeteksi pada dendeng matangnya masih jauh di bawah batas yang diperbolehkan, yaitu 125 mg/kg berdasarkan Permenkes RI 1168/Menkes/Per/X/99. Kondisi tersebut berdasarkan Rostkowska *et al.* (1998) serta Sebranek dan Bacus (2007), menunjukkan bahwa kemungkinan senyawa nitrat dan nitrit pada dendeng masih dalam bentuk

nitrat, atau sudah dikonversi menjadi bentuk senyawa nitroso lainnya, seperti nitrosamin atau penitrosasinya (NO, NOCl dan N₂O₃).



Gambar 4. Hubungan Penambahan Jumlah Sendawa dengan Residu Nitrit pada Dendeng yang Berasal dari Beberapa Produsen di Pulau Jawa

Berdasarkan hasil analisis nitrosamin (Tabel 6), sampel JB-3 yang menggunakan jumlah sendawa yang melebihi ketentuan batas yang dibolehkan, tidak terdeteksi mengandung senyawa nitrosamin. Analisis yang dilakukan pada sampel JB-3 adalah menggunakan metode analisis langsung hasil ekstraksi pada sampel. Hasil tersebut berbeda jika metode analisis yang digunakan dilakukan dengan penambahan standar dalam jumlah tertentu kedalam sampel sebelum ekstraksi dilakukan, seperti yang ditunjukkan pada sampel JT-5 yang menunjukkan keberadaan salah satu senyawa nitrosamin, yaitu nitrosodietilamin (NDEA) (Gambar 5). Jumlah standar NDEA yang ditambahkan adalah 33,3 µg/kg, dan konsentrasi yang terdeteksi adalah 92,8 µg/kg, sehingga dapat dihitung bahwa *recovery* yang diperoleh adalah 279%. Data tersebut mengindikasikan bahwa dalam sampel JT-5 sendiri mengandung NDEA 59,6 µg/kg. Kadar NDEA dalam jumlah tersebut harus diwaspadai, karena bagaimanapun senyawa NDEA merupakan senyawa yang memiliki potensi sebagai karsinogen pada manusia, dengan dosis LD₅₀ pada tikus 280 µg/kg (IARC, 1978 yang dikutip Reinik, 2007).



Gambar 5. Kromatogram NDEA pada sampel JT-5 yang diberi penambahan standar

Warna, Kadar Air dan Formulasi Sampel Dendeng yang Berasal dari Industri

Nilai kecerahan sampel dendeng dari industri berkisar 25,01 sampai 30,42 untuk dendeng mentah, dan 25,38 sampai 28,07 untuk dendeng matang (Tabel 7). Sampel JT-5 memiliki nilai kecerahan tertinggi, baik pada kondisi mentah maupun setelah digoreng. Jika dihubungkan dengan formulasinya, kemungkinan nilai kecerahan tersebut disebabkan penambahan tepung singkong pada sampel dendeng tersebut (Tabel 8). Nilai a yang menunjukkan intensitas warna merah pada sampel dendeng dari industri berkisar 7,88 sampai 14,78 pada dendeng mentah, dan 5,57 sampai 9,99 pada dendeng matang. Secara umum terjadi penurunan nilai warna merah setelah dendeng mengalami penggorengan, kecuali pada dendeng JB-1 yang dalam formulasinya diberi penambahan pewarna *cherry red*. Penurunan intensitas warna merah pada dendeng selain JB-1 dapat terjadi akibat reaksi oksidasi dan reaksi maillard yang menghasilkan produk berwarna kecokelatan (Zamora dan Hidalgo, 2010).

Penambahan sendawa ternyata tidak berkorelasi dengan warna merah yang terbentuk pada produk dendeng. Hal ini ditunjukkan dengan nilai determinasi (R^2) persamaan hubungan penambahan jumlah sendawa dengan nilai warna merah yang sangat kecil, yaitu: 0,294 (Gambar 6). Sampel JB-2 dan JB-3 meskipun diberi penambahan sendawa yang sangat tinggi, tetapi memiliki nilai warna merah yang relatif lebih rendah dibandingkan sampel lainnya, kecuali JB-1. Berdasarkan hasil wawancara diperoleh informasi bahwa penambahan sendawa yang dilakukan pada JB-2 dan JB-3 dilakukan dengan metode *curing* kering, yaitu bubuk sendawa dicampurkan bersamaan dengan proses pembumbuan. Sampel dendeng JT-1 dan JT-4 meskipun tidak menambahkan sendawa pada proses pembuatannya, tetapi menghasilkan

dendeng dengan nilai warna merah yang tidak berbeda dengan dendeng yang diberi penambahan sendawa (JT-2, JT-3 dan JT-4). Penambahan sendawa pada sampel JT-2 dan JT-3 dilakukan dengan teknik *curing* basah, yaitu daging direndam terlebih dahulu selama 12 jam dalam larutan sendawa sebelum diberi bumbu. Berdasarkan data warna merah dan jumlah sendawa yang digunakan dapat disimpulkan bahwa metode *curing* basah ini lebih efektif dalam menghasilkan warna merah dibandingkan dengan metode *curing* kering. Namun demikian informasi pada tahap penelitian I perlu dikonfirmasi dengan perlakuan terkontrol di laboratorium untuk memastikan efektivitas penambahan sendawa terhadap mutu dendeng yang dihasilkan .

Tabel 7. Nilai kecerahan , warna merah serta kadar air dendeng yang berasal dari beberapa produsen

Sampel Dendeng	Nilai Kecerahan (L)		Nilai Warna Merah (a)		Kadar Air (%)	
	Mentah	Matang	Mentah	Matang	Mentah	Matang
JB-1	26,31	27,77	7,88	8,89	33,09	31,87
JB-2	25,01	26,14	8,01	5,57	18,78	23,29
JB-3	25,38	26,67	9,45	7,88	29,45	29,38
JT-1	25,62	27,00	11,18	5,57	15,03	20,65
JT-2	27,99	25,38	12,32	5,74	14,12	21,19
JT-3	27,36	27,68	14,78	9,99	13,57	18,89
JT-4	28,86	27,62	14,26	8,90	14,59	23,33
JT-5	30,42	28,07	13,91	8,73	13,62	20,84

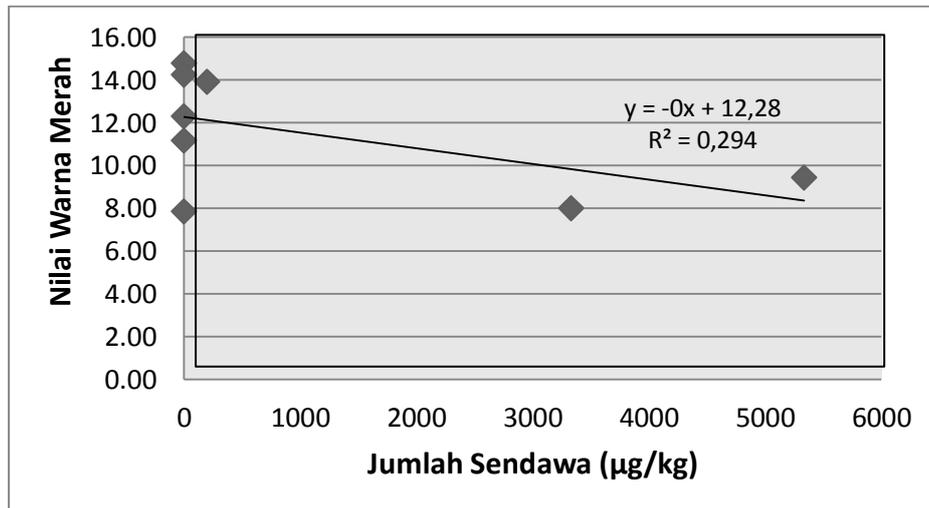
Keterangan: JB-1 sampai JB-3 merupakan sampel dari Jawa Barat, dan JT-1 sampai JT-5 merupakan sampel yang berasal dari Jawa Tengah.

Kadar air dendeng mentah pada sampel dari industri berkisar 13,57 % sampai 33,09%, sedangkan dendeng matang berkisar 18,89% sampai 31,87%. Berdasarkan Tabel 7 umumnya dendeng matang memiliki kadar air yang lebih tinggi daripada dendeng mentah. Peningkatan kadar ini terjadi karena perlakuan perendaman dalam air selama 5 menit yang dilakukan sebelum penggorengan. Dendeng yang memiliki kadar air rendah (dengan penampilan dendeng yang relatif lebih kering), seperti JT-1, JT-2, JT-3, JT-4 dan JT-5 memberikan saran penyajian untuk melakukan perendaman dendeng mentah dalam air sekitar 5 menit sebelum penggorengan untuk menghasilkan dendeng yang lebih empuk dan mencegah dendeng gosong saat digoreng.

Tabel 8. Komposisi Bumbu dan Bahan Tambahan pada Sampel Dendeng yang Berasal dari Beberapa Produsen

No.	Sampel	Bumbu dan Bahan Tambahan															
		Gula Merah (%)	Gula Putih (%)	Bawang Merah (%)	Bawang Putih (%)	Ketumbar (%)	Lengkuas (%)	Asam Jawa (%)	Merica (%)	Sendawa (mg/kg)	Kayu Manis (%)	Jinten (%)	Garam (%)	Pewarna	MSG (%)	Jeruk Purut (%)	Tepung (%)
1	JB-1	40	-	10	0,625	Sckp	7,5	-	-	-	-	-	3,125	30 ml/40 kg	-	-	-
2	JB-2	20	10	-	-	1,7	-	-	-	3333	-	-	0,25	-	-	-	-
3	JB-3	6,7	10	-	-	1,7	-	0,02	-	5333	-	-	2,33	-	-	-	-
4	JT-1	33,3		-	4,2	0,8	8,3	-	0,02	-	-	-	sckp	-	-	-	-
5	JT-2		35	-	15	2	sckp	sckp	-	1	2	2	sckp	-	-	-	10 (terigu)
6	JT-3		35	-	15	2	sckp	sckp	-	1	2	2	sckp	-	-	-	8 (terigu)
7	JT-4	5	20	-	2	1	-	-	0,05	-	-	0,05	3	-	0,05	0,05	-
8	JT-5	22,5	7,5	-	2	4	1	-	-	200	-	0,4	-	-	5	0,4	4 (tepung singkong)

Keterangan: JB-1 sampai JB-3 merupakan sampel dari Jawa Barat, dan JT-1 sampai JT-5 merupakan sampel yang berasal dari Jawa Tengah; sckp = seccukupnya; MSG = monosodium glutamat.



Gambar 6. Hubungan Penambahan Jumlah Sendawa dengan Nilai Warna Merah pada Dendeng yang Berasal dari Beberapa Produsen di Pulau Jawa

Hasil Penelitian Tahap II

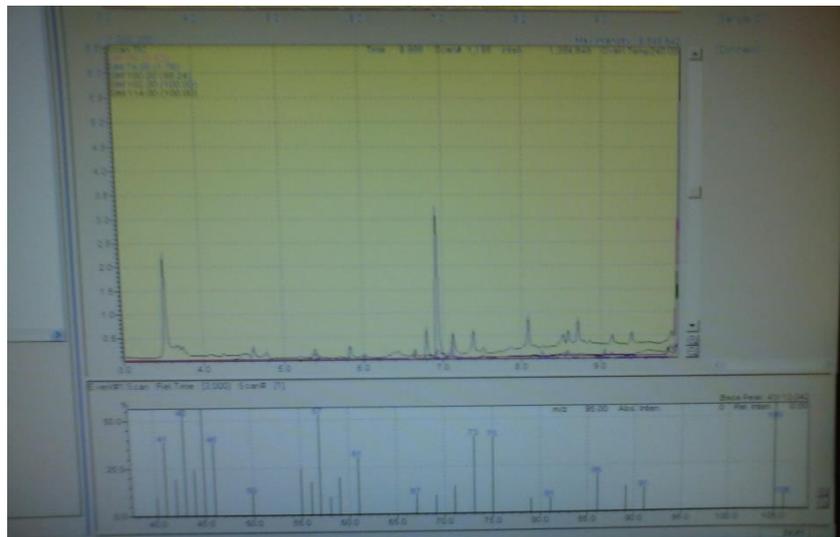
Kadar Nitrosamin dan Residu Nitrit

Alat GC-MS yang digunakan pada awal penelitian ini dapat mendeteksi empat standar nitrosamin (NDMA, NDEA, NPYR dan NPIP) yang telah diujicoba untuk dideteksi, dan hasilnya keempat senyawa tersebut dapat terdeteksi dengan konsentrasi yang tidak sama (Tabel 9). Kromatogram yang diperoleh ditampilkan pada Gambar 7. Berdasarkan hasil uji coba yang menunjukkan bahwa senyawa NPIP tidak dapat dideteksi dalam konsentrasi yang rendah dibanding dengan senyawa lainnya, dan mengingat berdasarkan pustaka bahwa kandungan nitrosamin pada produk olahan daging berkisar 0-100 µg/kg, maka dalam analisis nitrosamin pada sampel standar yang digunakan hanya NDMA, NDEA dan NPYR. Namun karena dalam perjalanan pelaksanaan penelitian alat yang pada awalnya digunakan mengalami gangguan teknis, sehingga tidak dapat digunakan. Selanjutnya analisis dilakukan dengan menggunakan alat GC-MS yang terdapat di Laboratorium Kesehatan Daerah (Labkesda) DKI Jakarta.

Berdasarkan hasil injeksi pada 5 standar yang mengandung campuran empat senyawa standar nitrosamin dengan konsentrasi berbeda (Tabel 10), hanya dua senyawa yang dapat dideteksi dengan menggunakan alat GC-MS yang terdapat di Labkesda DKI Jakarta, yaitu NDEA dan NPIP. Kromatogram hasil analisis pada standar V ditunjukkan pada Gambar 8. Berdasarkan senyawa yang terdeteksi tersebut, kemudian dibuat kurva kalibrasi seperti pada Gambar 9 dan 10.

Tabel 9. Hasil uji coba injeksi standar nitrosamin pada beberapa konsentrasi yang berbeda

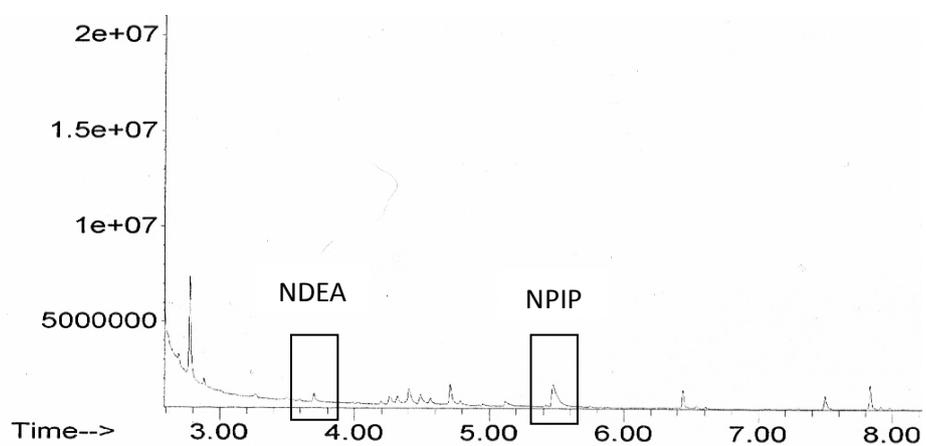
Standar	Intensitas m/z Ion Nitrosamin pada Kondisi Penelitian	Konsentrasi yang terdeteksi
NDMA	74(100); 42(38); 43(48)	250 µg/kg; 500 µg/kg
NDEA	102(100); 44(90); 42(80); 56(60)	50 µg/kg; 100 µg/kg; 150 µg/kg; 250 µg/kg
NPYR	100(100); 41(92); 42(52); 68(18)	5 µg/kg; 10 µg/kg; 25 µg/kg; 50 µg/kg
NPIP	114(88); 41(40); 42(100); 55(62)	1000 µg/kg



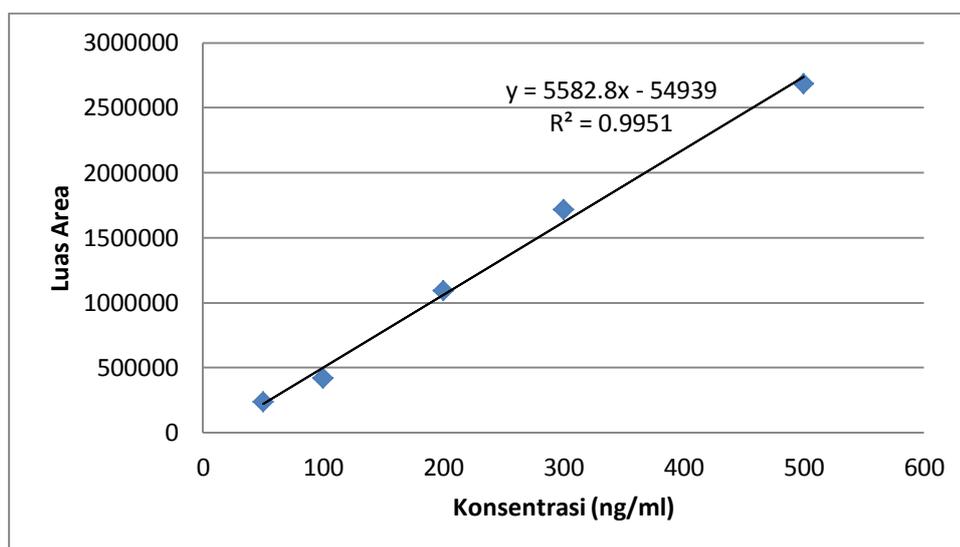
Gambar 7. Kromatogram Standar Nitrosamin

Tabel 10. Komposisi campuran standar nitrosamin yang digunakan untuk analisis

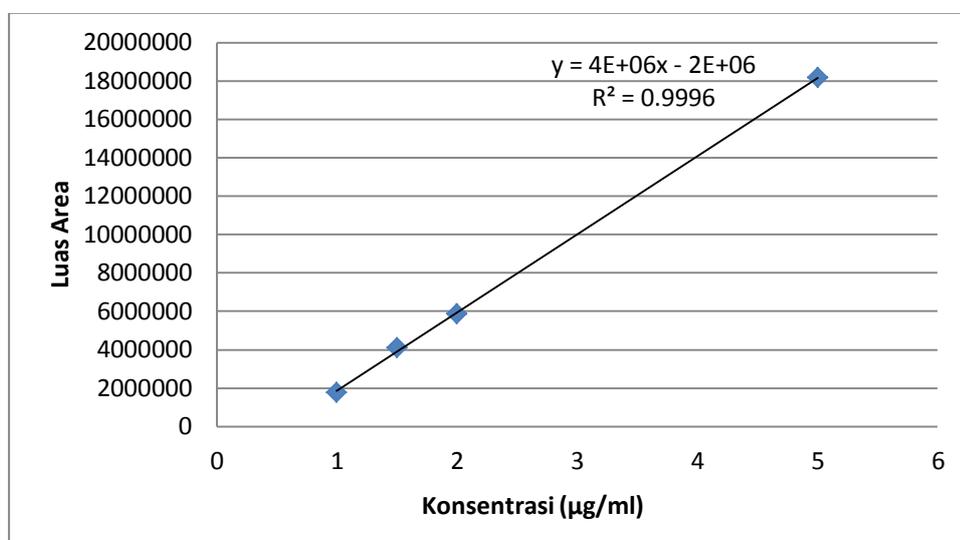
Standar	Kandungan Senyawa Nitrosamin			
	NDMA (ng/ml)	NDEA (ng/ml)	NPYR (ng/ml)	NPIP ($\mu\text{g/ml}$)
I	250	50	5	1
II	400	100	10	1,5
III	550	200	20	2,0
IV	700	300	30	3,0
V	1000	500	50	5,0



Gambar 8. Kromatogram Standar Campuran Nitrosamin V



Gambar 9. Kurva Kalibrasi Standar Nitrosodietilamina



Gambar 10. Kurva Kalibrasi Standar Nitrosopiperidina

Analisis nitrosamin pada tahap II dilakukan pada sampel tertentu yang dipilih berdasarkan perlakuan yang diberikan sebagai konfirmasi, yaitu sampel dendeng yang menggunakan formulasi bumbu I tanpa *curing* dan tanpa perendaman (B1C0R0), formulasi bumbu I yang di-*curing* basah dengan preparasi perendaman (B1CbR0), dan formulasi bumbu II yang di-*curing* kering dan perlakuan preparasi tanpa perendaman (B2CkR0). Berdasarkan hasil analisis ketiga senyawa tersebut tidak mengandung senyawa NDEA dan NPIP. Fakta ini menunjukkan bahwa seluruh metode pembuatan dan preparasi dendeng yang dilakukan tidak menghasilkan nitrosamin dalam jumlah yang dapat dideteksi dengan menggunakan metode dan alat yang digunakan pada penelitian tahap II. Meskipun berdasarkan keamanan terhadap kandungan nitrosamin dendeng yang dihasilkan pada penelitian relatif aman dari senyawa

berbahaya nitrosamin, namun adanya kandungan nitrit, terutama pada dendeng yang di-*curing* dengan penambahan natrium nitrit harus tetap diwaspadai. Hal ini mengingat residu nitrit yang dikonsumsi masih berpeluang bereaksi dengan amin protein di dalam saluran pencernaan. Seperti hasil penelitian yang dilaporkan Parnaud *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa senyawa nitroso dapat terbentuk di dalam saluran pencernaan, meskipun tidak terbukti menginisiasi ataupun mempromosi kanker kolon.

Tabel 11. Kadar residu nitrit dendeng matang yang dibuat dengan kombinasi bumbu dan metode *curing* serta preparasi yang berbeda sebelum penggorengan (mg/kg)

Perlakuan	Metode Preparasi	
	Tanpa Perendaman	Dengan Perendaman
Kombinasi Perlakuan Pembuatan pada Dendeng Mentah		
B0C0	0,00 ± 0,00 ^e	0,00 ± 0,00 ^e
B1C0	0,00 ± 0,00 ^e	0,00 ± 0,00 ^e
B2C0	0,00 ± 0,00 ^e	0,00 ± 0,00 ^e
B0Cb	3,70 ± 0,54 ^{cde}	5,56 ± 0,89 ^{bcd}
B1Cb	9,39 ± 3,36 ^{ab}	7,24 ± 1,49 ^{bc}
B2Cb	7,19 ± 2,22 ^{bc}	5,91 ± 1,42 ^{bc}
B0Ck	6,88 ± 3,31 ^{bc}	11,64 ± 0,83 ^a
B1Ck	8,67 ± 0,25 ^{ab}	3,90 ± 0,15 ^{cde}
B2Ck	8,61 ± 2,92 ^{ab}	0,88 ± 0,87 ^{de}

Keterangan: Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada $P \leq 0,05$. B0=tanpa bumbu; B1=formulasi bumbu I; B2=formulasi bumbu II; C0=tanpa *curing*, Cb=*curing* basah; Ck=*curing* kering.

Berdasarkan persamaan regresi linier hubungan jumlah penambahan nitrat/nitrit dengan kadar residu nitrit yang diperoleh dari hasil penelitian tahap I, yaitu: $y = 0,010x + 8,467$, maka dapat dihitung kadar residu nitrit pada dendeng yang diberi penambahan nitrit (150 mg/kg) pada tahap II. Kadar residu nitrit dugaan pada dendeng hasil penelitian tahap II tersebut adalah 9,967 $\mu\text{g/g}$. Kadar residu nitrit dugaan tersebut tersebut relatif mendekati, kecuali untuk dendeng yang dibuat bumbu I dan II dan metode *curing* kering, serta dendeng yang dibuat tanpa bumbu dengan metode *curing* basah. Berdasarkan data pada Tabel 11 dapat dilihat bahwa perendaman nyata menurunkan kadar residu nitrit pada dendeng yang dibuat menggunakan metode *curing* kering. Demikian pula halnya pada bumbu, baik formulasi bumbu I maupun II pada dendeng yang di-*curing* kering, nyata menurunkan kadar residu nitrit pada dendeng yang dipreparasi dengan perendaman sebelum digoreng. Hal tersebut dapat dijelaskan karena kemungkinan perendaman dapat melarutkan residu nitrit yang terdapat pada dendeng, sedangkan bumbu kemungkinan bereaksi dengan nitrit membentuk senyawa yang tidak terukur sebagai nitrit lagi, seperti NO atau N_2O_3 (Rostkowska *et al.*, 1998; Sebranek dan Bacus, 2007). Jika dikaitkan dengan kadar nitrosamin yang tidak terdeteksi

pada sampel dendeng berbumbu, baik yang diberi perendaman atau tidak, maka dapat disimpulkan bahwa keberadaan bumbu dan perlakuan perendaman efektif menghilangkan nitrosamin sampai pada batas yang dapat dideteksi, melalui penurunan residu nitrit.

Pengaruh Bumbu, Metode *Curing* dan Teknik Preparasi terhadap Mutu Dendeng

Nilai L yang menunjukkan kecerahan pada dendeng yang dihasilkan sangat nyata ($P > 0,01$) dipengaruhi oleh perlakuan formulasi bumbu. Tabel 12 menunjukkan bahwa bumbu nyata menurunkan kecerahan pada dendeng mentah dendeng, sedangkan perlakuan metode *curing* tidak mempengaruhi kecerahan pada dendeng mentah. Hal ini kemungkinan karena produk yang dihasilkan dari proses reaksi Maillard (Zamora dan Hidalgo, 2005) yang berwarna cokelat akibat penambahan gula pereduksi yang bereaksi dengan protein pada daging.

Tabel 12. Intensitas kecerahan (nilai L) dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan metode curing berbeda

Perlakuan	Metode Curing			Rataan
	Tanpa Curing	Curing Basah	Curing Kering	
Formulasi Bumbu				
Tanpa Bumbu	31,12 ± 1,85	33,38 ± 1,14	27,23 ± 1,47	30,58 ± 3,00 ^a
Bumbu I	27,01 ± 0,63	25,99 ± 0,18	27,17 ± 0,58	26,75 ± 26,75 ^b
Bumbu II	25,73 ± 0,84	29,81 ± 2,05	27,92 ± 2,17	27,82 ± 2,35a ^b
Rataan	29,33 ± 3,36	29,73 ± 3,41	27,44 ± 1,39	

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$).

Nilai intensitas warna merah (a) pada dendeng mentah tidak dipengaruhi oleh perlakuan jenis formulasi bumbu dan metode *curing* yang digunakan (Tabel 13). Nilai warna merah yang dihasilkan berkisar 3,38 sampai 10,62. Seharusnya dendeng yang diberi perlakuan *curing* berwarna merah, dan hal ini dapat terlihat dari nilai rataan faktor perlakuan metode *curing*, tetapi karena keragaman yang cukup tinggi menyebabkan hasil uji ragam yang tidak nyata.

Tabel 13. Intensitas warna merah (nilai a) dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan metode curing berbeda

Perlakuan	Metode Curing		
	Tanpa Curing	Curing Basah	Curing Kering
Formulasi Bumbu			
Tanpa Bumbu	7,08 ± 1,33	9,59 ± 0,51	10,50 ± 3,75
Formulasi Bumbu I	4,61 ± 1,07	8,50 ± 0,39	5,68 ± 1,06
Formulasi Bumbu II	3,38 ± 0,09	10,62 ± 1,73	7,09 ± 1,20

Berdasarkan skor total kesukaan panelis terhadap dendeng mentah dengan atribut yang meliputi warna, aroma, tekstur dan penampilan umum menunjukkan bahwa dendeng yang diberi perlakuan *curing* basah dan kering lebih disukai dibanding dengan perlakuan tanpa *curing* (Tabel 14). Penambahan bumbu dan metode *curing* meningkatkan kesukaan panelis terhadap dendeng, baik berdasarkan warna, aroma, tekstur, maupun penampilan secara umum. Hal tersebut terlihat dari skor kesukaan panelis yang lebih tinggi pada dendeng yang dibuat dengan menggunakan formulasi bumbu I dan II, serta metode *curing* (B1Cb, B1Ck, B2Cb dan B2Ck). Secara umum dendeng yang dibuat dengan metode *curing* basah, baik yang dibuat dengan menggunakan bumbu formulasi I maupun II (B1Cb dan B2Cb) memiliki skor total yang lebih tinggi dibanding yang lainnya. Namun demikian berdasarkan uji perbandingan berganda aroma, kelenturan, dan penampilan umum dendeng mentah yang dibuat tanpa penambahan nitrit disukai panelis relatif tidak berbeda dengan yang diberi penambahan nitrit, kecuali aspek warna pada dendeng yang dibuat dengan formulasi bumbu II yang dinilai lebih rendah (Tabel 14).

Tabel 14. Kesukaan panelis terhadap berbagai jenis dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu yang berbeda

Kombinasi Perlakuan Formulasi Bumbu dan Metode Curing	Atribut Sensori				Skor Total
	Warna	Aroma	Kelenturan	Penampilan Umum	
B0C0	3,40 ^d	3,36 ^b	3,52 ^c	3,52 ^b	14
B0Cb	3,64 ^{cd}	3,24 ^b	3,96 ^{bc}	3,52 ^b	15
B0Ck	4,68 ^{bcd}	3,68 ^b	3,88 ^c	4,28 ^b	17
B1C0	5,44 ^{abc}	6,08 ^a	5,04 ^{abc}	5,32 ^{ab}	21
B1Cb	6,68 ^a	7,00 ^a	6,36 ^a	6,64 ^a	27
B1Ck	6,00 ^{ab}	6,24 ^a	6,04 ^a	6,20 ^a	24
B2C0	4,68 ^{bcd}	6,08 ^a	5,84 ^{ab}	5,20 ^{ab}	22
B2Cb	6,36 ^a	6,56 ^a	6,40 ^a	6,64 ^a	26
B2Ck	6,44 ^a	6,92 ^a	5,92 ^a	6,48 ^a	25

Keterangan: Skor kesukaan 1 = amat sangat tidak suka; 2= sangat tidak suka; 3= agak tidak suka; 4= suka; 5=netral; 6=agak suka; 7=suka; 8=sangat suka; 9=amat suka. B0=tanpa bumbu; B1=formulasi bumbu I; B2=formulasi bumbu II; C0=tanpa *curing*; Cb=*curing* basah; Ck=*curing* kering.

Berdasarkan hasil uji mutu hedonik pada dendeng mentah yang ditampilkan pada Tabel 15 dapat dilihat bahwa skor warna merah yang paling tinggi adalah 6 yang menunjukkan warna merah kecokelatan diberikan pada dendeng yang di-*curing* basah (B1Cb dan B2Cb). Skor aroma yang paling tinggi diberikan panelis kepada seluruh dendeng yang dibuat dengan formulasi bumbu I dan formulasi bumbu II. Berdasarkan skor yang diberikan panelis penambahan bumbu menurunkan tingkat kekeringan dan meningkatkan kebasahan dendeng (skor tingkat kebasahan yang semakin meningkat). Hal ini dapat dipahami karena

penambahan gula yang tinggi yang bersifat higroskopis menyebabkan penampilan dendeng tidak dapat kering seperti kontrol (dendeng yang tidak diberi penambahan bumbu). Sifat dendeng yang agak basah akibat penambahan gula tinggi menyebabkan dendeng menjadi agak lentur. Hal tersebut ditunjukkan oleh skor kelenturan yang diberikan panelis kepada dendeng berbumbu yang relatif lebih tinggi dibanding tanpa bumbu. Data kelenturan dan tingkat kekeringan pada dendeng sejalan dengan data kadar air. Penambahan bumbu, baik formula I maupun II nyata meningkatkan kadar air pada dendeng (Tabel 16). Kadar air dendeng tidak dipengaruhi oleh metode *curing*.

Tabel 15. Hasil uji mutu hedonik terhadap berbagai jenis dendeng mentah yang mendapat perlakuan kombinasi formulasi bumbu dan metode *curing* yang berbeda

Perlakuan	Atribut Sensori			
	Warna	Aroma	Kekeringan	Kelenturan
B0C0	2,80 ^{cd}	2,04 ^b	2,44 ^b	2,56 ^b
B0Cb	4,88 ^{ab}	2,36 ^b	2,12 ^b	2,36 ^b
B0Ck	3,96 ^{bc}	2,72 ^b	2,84 ^b	2,80 ^b
B1C0	2,32 ^{cd}	5,00 ^a	5,08 ^a	5,52 ^a
B1Cb	6,12 ^a	6,00 ^a	5,28 ^a	5,20 ^a
B1Ck	3,4b ^{cd}	4,92 ^a	4,92 ^a	5,52 ^a
B2C0	1,72 ^d	6,04 ^a	6,12 ^a	6,48 ^a
B2Cb	6,36 ^a	5,52 ^a	5,64 ^a	6,44 ^a
B2Ck	5,20 ^{ab}	6,00 ^a	5,44 ^a	5,48 ^a

Keterangan: Skor warna: 1=hitam; 2=cokelat kehitaman; 3=cokelat agak kehitaman; 4=cokelat agak kemerahan; 5= cokelat kemerahan;6=merah kecokelatan; 7=merah agak kecokelatan; 8=merah.
 Skor aroma: 1=amat sangat tidak kuat; 2=sangat tidak kuat; 3=tidak kuat; 4=agak kuat; 5=agak kuat; 6=kuat; 7=sangat kuat; 8=amat sangat kuat.
 Skor kekeringan: 1=amat sangat kering; 2=sangat kering; 3=kering; 4=agak kering; 5=agak basah; 6=basah; 7=sangat basah; 8=amat sangat basah.
 Skor kelenturan: 1=amat sangat kaku; 2=sangat kaku; 3=kaku; 4=agak kaku; 5=agak lentur; 6=lentur; 7=sangat lentur; 8=amat sangat lentur.
 B0=tanpa bumbu; B1=formulasi bumbu I; B2=formulasi bumbu II; C0=tanpa *curing*; Cb=*curing* basah; Ck=*curing* kering.

Tabel 16. Kadar air dendeng mentah yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan metode *curing* berbeda (%)

Perlakuan	Formulasi Bumbu			Rataan
	Tanpa Bumbu	Formulasi Bumbu I	Formulasi Bumbu II	
Metode Curing				
Tanpa Curing	21,64 ± 3,57	30,48 ± 1,95	31,49 ± 2,30	27,87 ± 5,24
Curing Basah	13,92 ± 3,40	32,87 ± 4,42	33,21 ± 3,77	26,66 ± 10,14
Curing Kering	18,91 ± 1,69	31,72 ± 1,73	32,11 ± 0,77	27,58 ± 6,63
Rataan	18,16 ± 4,28 ^b	31,69 ± 2,77 ^a	32,27 ± 2,36 ^a	

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata pada $P \leq 0,05$

Berdasarkan skor total kesukaan panelis terhadap dendeng mentah dengan atribut yang meliputi warna, aroma, tekstur dan penampilan umum menunjukkan bahwa dendeng yang diberi perlakuan *curing* basah dan kering lebih disukai dibanding dengan perlakuan tanpa *curing* (Tabel 17). Penambahan bumbu dan metode *curing* meningkatkan kesukaan panelis terhadap dendeng, baik berdasarkan warna, aroma, tekstur, maupun penampilan secara umum.

Tabel 17. Kesukaan panelis terhadap berbagai jenis dendeng matang yang mendapat perlakuan formulasi bumbu dan preparasi sebelum penggorengan yang berbeda

Jenis Dendeng	Atribut Sensori					Total Skor Hedonik
	Warna	Aroma	Keempukan	Penampilan Umum	Rasa	
B0C0R0	3	3	2	3	2	13
B0CbR0	4	3	3	4	3	17
B0CkR0	4	3	3	3	2	11
B1C0R0	6	6	6	6	6	30
B1CbR0	6	6	6	6	7	31
B1CkR0	6	6	7	7	7	33
B2C0R0	5	6	6	5	6	28
B2CbR0	6	6	5	6	6	29
B2CkR0	6	6	6	6	6	30
B0C0R1	3	3	2	3	2	13
B0CbR1	4	3	3	4	2	16
B0CkR1	4	3	3	4	2	16
B1C0R1	5	6	6	5	6	28
B1CbR1	5	6	6	6	6	29
B1CkR1	5	5	6	5	6	27
B2C0R1	4	5	6	5	6	26
B2CbR1	6	6	6	6	6	30
B2CkR1	5	6	6	6	7	30

Keterangan: Skor kesukaan 1 = amat sangat tidak suka; 2= sangat tidak suka; 3= tidak suka; 4= agak tidak suka; 5=netral; 6=agak suka; 7=suka; 8=sangat suka; 9=amat sangat suka. B0=tanpa bumbu; B1=formulasi bumbu I; B2=formulasi bumbu II; C0=tanpa *curing*; Cb=*curing* basah; Ck=*curing* kering; R0=tanpa perendaman sebelum penggorengan; R1=direndam 5 menit sebelum penggorengan.

Penggunaan formulasi bumbu I menghasilkan skor warna merah yang tidak berbeda pada dendeng yang di-*curing* basah maupun kering, baik diberi perendaman maupun tidak (Tabel 18). Dendeng yang dibuat tanpa *curing* secara umum memiliki nilai skor warna merah yang relatif lebih rendah dibanding yang dibuat dengan *curing* basah ataupun kering. Namun demikian mutu aroma, kekeringan, keempukan dan rasa tidak berbeda dengan dendeng yang diberi penambahan nitrit pada proses *curing*.

Tabel 18. Hasil Uji Mutu Hedonik Terhadap Berbagai Jenis Dendeng Matang yang Mendapat Perlakuan Formulasi Bumbu dan Preparasi Sebelum Penggorengan yang Berbeda

Jenis Dendeng	Atribut Sensori				
	Warna	Aroma	Kekeringan	Keempukan	Rasa
B0C0R0	3,24 ^{cde}	2,12 ^b	2,28 ^c	2,60 ^{cd}	1,76 ^b
B0CbR0	5,00 ^{abc}	2,60 ^b	2,08 ^c	3,52 ^{bcd}	1,56 ^b
B0CkR0	2,88 ^{de}	2,28 ^b	2,36 ^c	2,8 ^{cd}	1,72 ^b
B1C0R0	3,88 ^{bcde}	4,52 ^a	5,16 ^a	4,32 ^{abcd}	5,80 ^a
B1CbR0	5,52 ^{ab}	4,72 ^a	5,52 ^a	5,20 ^{ab}	6,20 ^a
B1CkR0	4,08 ^{abcde}	4,76 ^a	5,32 ^a	5,72 ^a	6,16 ^a
B2C0R0	2,20 ^e	5,12 ^a	5,48 ^a	5,52 ^a	6,52 ^a
B2CbR0	5,68 ^{ab}	4,64 ^a	4,88 ^{ab}	4,72 ^{abc}	5,56 ^a
B2CkR0	3,36 ^{cde}	5,32 ^a	5,72 ^a	4,56 ^{abc}	6,20 ^a
B0C0R1	2,88 ^{de}	2,08 ^b	2,84 ^c	2,32 ^d	1,60 ^b
B0CbR1	6,12 ^a	2,40 ^b	2,52 ^c	2,92 ^{cd}	1,72 ^b
B0CkR1	4,40 ^{abcd}	2,48 ^b	3,08 ^{bc}	2,24 ^d	1,64 ^b
B1C0R1	2,76 ^{de}	4,80 ^a	5,92 ^a	5,92 ^a	6,00 ^a
B1CbR1	6,08 ^a	5,12 ^a	5,84 ^a	6,00 ^a	6,04 ^a
B1CkR1	4,12 ^{abcde}	4,80 ^a	5,80 ^a	5,72 ^a	5,84 ^a
B2C0R1	2,16 ^e	5,04 ^a	5,56 ^a	5,36 ^a	5,72 ^a
B2CbR1	5,88 ^{ab}	5,48 ^a	5,92 ^a	5,76 ^a	6,08 ^a
B2CkR1	3,84 ^{bcde}	4,84 ^a	5,84 ^a	5,72 ^a	6,00 ^a

Keterangan: Skor warna: 1=hitam; 2=cokelat kehitaman; 3=cokelat agak kehitaman; 4=cokelat agak kemerahan; 5= cokelat kemerahan;6=merah kecokelatan; 7=merah agak kecokelatan; 8=merah. Skor aroma: 1=amat sangat tidak kuat; 2=sangat tidak kuat; 3=tidak kuat; 4=agak kuat; 5=agak kuat; 6=kuat; 7=sangat kuat; 8=amat sangat kuat. Skor kekeringan: 1=amat sangat kering; 2=sangat kering; 3=kering; 4=agak kering; 5=agak basah; 6=basah; 7=sangat basah; 8=amat sangat basah. Skor keempukan: 1=amat sangat alot; 2=sangat alot; 3=agak alot; 4=alot; 5=agak empuk; 6=empuk; 7=sangat empuk; 8=amat sangat empuk. Skor rasa bumbu: 1=amat sangat tidak terasa; 2=sangat tidak terasa; 3=agak tidak terasa; 4=netral; 5=agak terasa; 6=terasa; 7=sangat terasa; 8=amat sangat terasa. B0=tanpa bumbu; B1= formulasi bumbu I; B2=formulasi bumbu II; C0=tanpa *curing*; Cb=*curing* basah; Ck=*curing* kering; R0=tanpa perendaman sebelum penggorengan; R1=direndam 5 menit sebelum penggorengan.

Berdasarkan hasil uji sensori secara mutu hedonik pada dendeng matang (Tabel 18) dapat diketahui bahwa warna dendeng yang dibuat dengan metode *curing* basah, baik tanpa bumbu, dengan formulasi bumbu I, maupun II, serta dengan perendaman maupun tanpa perendaman dinilai konsisten oleh panelis, yaitu merah kecokelatan (skor 6). Bumbu I dan Bumbu II menghasilkan skor aroma yang sama, yaitu 5 (agak kuat). Penambahan bumbu meningkatkan kebasahan pada dendeng secara sensori, baik pada perlakuan tanpa perendaman, maupun dengan perendaman. Namun berdasarkan hasil pengujian kadar air dendeng yang diberi perendaman sebelum penggorengan nyata berbeda dengan yang tidak direndam (Tabel 19). Secara umum tingkat keempukan dendeng yang diberi perlakuan perendaman sebelum penggorengan direspon empuk oleh panelis. Rasa dendeng yang

berbumbu direspon tidak berbeda antara yang diberi perlakuan perendaman, maupun tanpa perendaman, yaitu kuat sampai sangat kuat (6-7). Perendaman dalam air selama lima menit sebelum penggorengan meskipun secara mutu sensori tidak menghasilkan perbedaan yang nyata dibanding tanpa perendaman, tetapi memiliki kelebihan yang penting, yaitu dapat menurunkan kadar residu nitrit pada dendeng matang.

Tabel 19. Kadar air dendeng matang yang dibuat dengan kombinasi formulasi bumbu dan metode *curing* serta preparasi berbeda sebelum penggorengan (%)

Perlakuan	Metode Preparasi	
	Tanpa Perendaman	Dengan Perendaman
Jenis Dendeng		
B0C0	11,94 ± 1,63 ^{de}	23,61 ± 4,45 ^{ab}
B1C0	13,15 ± 1,63 ^{de}	27,17 ± 0,94 ^{ab}
B2C0	15,53 ± 0,47 ^{cde}	24,36 ± 2,25 ^{ab}
B0Cb	8,93 ± 1,37 ^e	19,22 ± 3,24 ^{bcd}
B1Cb	15,09 ± 3,03 ^{cde}	24,11 ± 1,25 ^{ab}
B2Cb	12,34 ± 2,43 ^{de}	27,66 ± 4,37 ^a
B0Ck	12,63 ± 4,13 ^{de}	21,59 ± 4,27 ^{abc}
B1Ck	14,96 ± 0,16 ^{cde}	24,40 ± 1,13 ^{ab}
B2Ck	13,31 ± 1,24 ^{de}	23,60 ± 1,24 ^{ab}

Keterangan: Superskrip berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata pada $P \leq 0,05$. B0=tanpa bumbu; B1=formulasi bumbu I; B2=formulasi bumbu II; C0=tanpa *curing*; Cb=*curing* basah; Ck=*curing* kering.

KESIMPULAN

Penambahan bumbu I atau II, serta perlakuan perendaman sebelum penggorengan pada dendeng dapat meningkatkan keamanan dendeng dari residu nitrit dan pembentukan senyawa berbahaya nitrosamin, tanpa mempengaruhi mutu yang berarti. Kandungan residu nitrit pada dendeng matang yang berasal dari beberapa produsen di pulau Jawa berkisar 3,04-68,61 mg/kg. Hubungan penambahan jumlah sendawa dengan residu nitrit pada dendeng matang membentuk persamaan linier $y = 0,010x + 8,467$ dengan nilai $R^2 = 0,917$. Dendeng dari pasaran yang diberi penambahan sendawa mengandung senyawa nitrosamin hingga 59,6 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Penambahan sendawa tidak berkorelasi dengan nilai warna merah pada dendeng mentah yang berasal dari industri. Demikian pula pada skala laboratorium warna merah tidak dipengaruhi metode *curing* yang digunakan. Penambahan nitrit taraf 150 mg/kg pada proses pembuatan dendeng skala laboratorium menghasilkan residu nitrit 0,88-11,64 mg/kg, namun tidak menunjukkan adanya kandungan senyawa nitrosamin. Perendaman dalam air selama 5 menit sebelum penggorengan tidak menghasilkan mutu sensori yang berbeda dengan tanpa perendaman, tetapi mampu menurunkan kadar residu nitrit pada dendeng matang, khususnya dendeng yang dibuat dengan metode *curing* kering.

PERKIRAAN DAMPAK HASIL KEGIATAN

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa proses pembuatan dendeng yang dilakukan dengan penambahan bumbu dan metode *curing* yang tepat, serta preparasi sebelum pengorengan melalui perendaman dalam air dapat meningkatkan keamanan dendeng sapi terhadap senyawa nitrosamin dan residu nitrit. Berdasarkan hasil tersebut dapat menjadi dasar untuk melakukan sosialisasi kepada pelaku industri dendeng untuk memperbaiki prosedur pembuatan dendeng sehingga menghasilkan produk bermutu baik dan aman dari senyawa berbahaya nitrosamin dan kandungan residu nitrit. Selain itu bukti ilmiah yang dihasilkan melalui penelitian ini dapat dijadikan dasar untuk mengangkat persepsi keamanan dendeng sapi dan mendukung pengembangan industri dendeng sapi yang banyak dikelola dalam skala kecil sampai menengah.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksu, M.I. and M. Kaya. 2005. Effect of storage temperatures and time on shelf-life of sliced and modified atmosphere packaged pastirma, a dried meat product, produced from beef. *J. Sci. Food Agric.* 85:1305–1312.
- Aktas, N., M.I. Aksu, and M. Kaya. 2005. Changes in myofibrillar proteins during processing of pastirma (Turkish dry meat product) produced with commercial starter cultures. *Food Chem.* 90:649–654.
- Andrade. A., F.G.R. Reyes, and S. Rath. 2005. A method for the determination of volatile N-nitrosamines in food by HS-SPME-GC-TEA. *Food Chem.* 91:173-179.
- AOAC. 2005. *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Washington D.C: Agricultural Chemistry.
- Azman. 2004. Pembuatan dendeng bermutu dari jenis daging dan cara pengeringan yang berbeda. *Jurnal Stigma* 12(4):486-490.
- Azman. 2006. Peningkatan mutu dendeng dengan menggunakan tenda pengering. *Prosiding Peternakan* 2006. Hal: 171-176.
- Benkeblia, N. and V. Lanzotti. 2007. Allium thiosulfonates: chemistry, biological properties and their potential utilization in food preservation. *Food* 1(2): 193-201.
- Bintoro, P., J.I. Morit, K. Mikawa, and T. Yasui. 1987. Chemical and microbiology analysis of an Indonesian dried beef (dendeng sapi). *J. Fac. Agr. Hokkaido Univ.* 63(3):287-292.
- Burnham, G.M., D.J. Hanson, C.M. Koshic, and S.C. Ingham. 2008. Death of *Salmonella* Serovars, *Escherichia coli* O157 : H7, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes* during the drying of meat: A case study using biltong and droëwors. *J. Food Safety* 28:198–209.
- Cha, B, B. Nalinakumari, and P. Fox. High-performance liquid chromatography for determination of *n*-nitrosodimethylamine in water. *Water Environment Foundation*. Pp 890-900.
- Choi, S.Y., M.J. Chung, S.J. Lee, J.H. Shin, and N.J. Sung. 2007. *N*-nitrosamine inhibition by strawberry, garlic, kale, and the effects of nitrite-scavenging and *N*-nitrosamine formation by functional compounds in strawberry and garlic. *Food Control* 18:485–491. doi:10.1016/j.foodcont.2005.12.006.
- Darmadji, P., M. Izumimoto, T. Miyamoto, and K. Katoaka. 1990. Lactic fermentation effects on preservative qualities of dendeng giling. *J. Food Sci.* 55 (Issue 6): 1523 – 1527.
- Elmali, M., H. Yaman, Z. Ulukanli, and K. Tekinsen. 2007. Microbiological and some chemical features of the pastrami sold in Turkey. *Medycyna Wet* 63 (8) 931:934.
- Essien, A.D. and J.O. Akpan. 2007. Altered morphology of liver and pancreas tissues of offsprings of albino rats by charred meat. *Nigerian J. Physiol. Sci.* 22(1-2): 49-53.
- Fong, P.I., S.B. Campbell, P.A. Baumgartner, and R.C. Mulley. 1996. *A Manufacturer's Guide to Venison Forequarter*. RIRDC (Rural Industries Research and Development Corporation) Research Paper No. 96/8. Canberra: DPIE copyshop.

- Garcia, F.A., I.Y. Mizubuti, M.Y. Kanashiroa, and M. Shimokomaki. 2001. Intermediate moisture meat product: biological evaluation of charqui meat protein quality. *Food Chem.* 75:405–409.
- Huang, T.C. and W.K. Nip. 2001. Intermediate-moisture meat and dehydrated meat. Di dalam: Y. H. Hui, W.K. Nip, R. W. Rogers, & O. A. Young, Editor. *Meat Science and Applications*. New York: Marcel-Dekker, Inc.
- Jiang R, Camargo Jr CA, Varraso R, Paik DC, Willett WC, Barr RG. 2008. Consumption of cured meats and prospective risk of chronic obstructive pulmonary disease in women. *Am J Clin Nutr* 87(4): 1002–1008.
- Katan, M.B. 2009. Nitrate in foods: harmful or healthy? Editorial. *Am. J. Clin. Nutr.* 90:11-2.
- Leelarungrayub, N., V. Rattanapanone, N. Chanarat, and J.M. Gebicki. 2006. Quantitative evaluation of the antioxidant properties of garlic and shallot preparations. *Nutr.* 22: 266–274.
- Legowo, A.M., Soepardi, R. Miranda, I.S.N. Anisa, dan Y. Rohidayah. 2002. Pengaruh perendaman daging pra kyuring dalam jus daun sirih terhadap ketengikan dan sifat organoleptik dendeng daging sapi selama penyimpanan. *J Teknol. dan Industri Pangan* 13(1):64-69.
- Liu, C.Y., Y.H. Hsu, M.T. Wu, P.C. Pan, C.K. Ho, L. Su, X. Xu, Y. Li, and D.C. Christiani (The Kaohsiung Leukemia Research Group). 2009. Cured meat, vegetables, and bean-curd foods in relation to childhood acute leukemia risk: A population based case-control study. *BMC Cancer* 9:15.
- Muchtadi D. 1987. Studies "dendeng", an Indonesia traditional preserved meat product. II. nutritional value and mutagenic effect by bioassay. *Forum Pascasarjana* 10(2):1-10.
- Nummer, B.A., J.A. Harrison, M.A. Harrison, P. Kendall, J.N. Sofos, and E.L. Andress. 2004. Effects of Preparation Methods on the Microbiological Safety of Home-Dried Meat Jerky. *Review. J. Food Prot.* 67(10):2337–2341.
- Okafor, P.N. and E. Nwogbo. 2005. Determination of nitrate, nitrite, N-nitrosamines, cyanide and ascorbic acid contents of fruit juices marketed in Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* 4 (10):1105-1108.
- Omaye, S. T. 2004. *Food and Nutritional Toxicology*. Boca Raton: CRC Press.
- Parnaud, G, B. Pignatelli, G. Peiffer, S. Tache, and D.E Corpet. 2000. Endogenous N-nitroso compound, and their precursors, present in bacon, do not initiate or promote aberrant crypt foci in the colon of rat. *Nutr. Cancer* 38(1):74-80.
- Permenkes [Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia] Nomor 1168/Menkes/Per/X/1999. Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 722/Menkes/Per/IX/ 1988 Tentang Bahan Tambahan Makanan.
- Purnomo, H. 1987. Aspects of the stability of intermediate moisture meat. Dissertation. New South Wales: University of New South Wales.
- Reinik, M. 2007. Nitrate, nitrite, n-nitrosamines and polycyclic aromatic hydrocarbons in food: analytical methods, occurrence, and dietary intake. Dissertation. Tartu University, Estonia.

- Rywotycki, R. 2002. The effect of selected functional additives and heat treatment on nitrosamine content in pasteurized pork ham. *Meat Sci.* 60(2002):335–339.
- Rostkowska, K., K. Zwierz, A. Rozanski, J. Moniuszko-Jakoniuk, A. Roszczenko. 1998. Formation and metabolism of N-nitrosamines. *Polish J. of Environ. Studies* 7(6): 321-325.
- Santarelli, R. L., F. Pierre, and D.E. Corpet. 2008. Processed meat and colorectal cancer: a review of epidemiologic and experimental evidence. *Nutr. Cancer* 60(2): 131–144. doi:10.1080/01635580701684872.
- Sebranek, J.G. & J. N. Bacus. 2007. Cured meat products without direct addition of nitrate or nitrite: what are the issues? *Meat Sci.* 77 : 136–147.
- Soemardji A. A. 2007. *Tamarindus Indica* L. or “Asam Jawa” : The sour but sweet and useful. Visiting Professor of The Institute of Natural Medicine. University of Toyama – Japan. (July – September 2007).
- Soputan, J.E.M. 2000. Perubahan mutu dendeng sapi selama penyimpanan pada suhu kamar. Tesis. Manado: UNSRAT.
- Suryati, T, Komariah, Jakaria, S. Darwati, H. Nuraini. 2005. Perubahan-perubahan protein yang diakibatkan oleh proses pengolahan pada daging sapi, domba, dan ayam. Laporan Penelitian Program Hibah Kompetisi A2 Jurusan Ilmu Produksi Ternak, Fakultas Peternakan IPB. Bogor: IPT Fapet IPB.
- Tangkanakul, P., P. Auttaviboonkul, B. Niyomwit, N. Lowvitoon, P. Charoenthamawat, G. Trakoontivakorn. 2009. Antioxidant capacity, total phenolic content and nutritional composition of Asian foods after thermal processing. *Intern. Food Res. J.* 16: 571-580.
- Vermeer, I.T.M., D.M.F.A. Pachen, J.W. Dallinga, J.C.S. Kleinjans, and Jan M.S. van Maanen. 1998. Volatile n-nitrosamine formation after intake of nitrate at the ADI level in combination with an amine-rich diet. *Environmental Health Perspectives.* 106(8) 459-463.
- Walubo, A., C. Coetsee and A.M. Badenhorst. 2004. Effect of the South African traditional meat, biltong, on cancer-associated enzymes CYP2E1 and CYP1A2. *SAMJ* 94(11): 903-905.
- Yurchenko, S. and U. Molder. 2007. The occurrence of volatile N-nitrosamines in Estonian meat products. *Food Chem.* 100:1713–1721.
- Zamora, R and F.J. Hidalgo. 2005. Coordinate contribution of lipid oxidation and Maillard reaction to the nonenzymatic food browning. *Critical Rev. in Food Sci. Nutr.* 45:49–59.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Form Wawancara dengan Produsen Dendeng yang Digunakan pada Tahap Penelitian I

Form Wawancara pada Industri Dendeng Sapi

Merk Dendeng :

Nama Perusahaan :

Alamat :

Nama Responden :

Tanggal Wawancara :

A. Gambaran Tentang Perusahaan

1. Sejak kapan perusahaan berdiri dan memproduksi dendeng sapi?

.....

2. Sudah berapa lama perusahaan memproduksi dendeng sapi?

.....

3. Siapa nama pemilik perusahaan/penanggung jawab pengelola produksi?

.....

4. Apa pendidikan terakhir pemilik perusahaan/penanggung jawab pengelola produksi?

.....

B. Izin Produksi

1. Apa saja jenis izin produksi yang sudah dimiliki?

.....

2. Siapa yang memberikan izin produksi?

.....

3. Sejak kapan izin diperoleh?

.....

C. Omzet, Kapasitas Produksi dan Pemasaran

1. Berapa rupiah penerimaan perusahaan per bulan?

.....

2. Berapa kg daging sapi yang digunakan dalam satu bulan?

.....

3. Berapa kg dendeng sapi yang dihasilkan dalam satu bulan?

.....

4. Bagaimana pemasaran dendeng sapi dilakukan?

a. Membuka outlet sendiri

b. Titip jual pada toko lain

c. Berdasarkan order/pesanan pembeli langsung

- d. Berdasarkan order/pesanan pedagang perantara
 - e. Memiliki staf pemasaran khusus
 - f. Lainnya:
5. Berapa kg permintaan dendeng sapi dalam satu bulan?
.....
 6. Berapa kg permintaan pasar lokal atau daerah setempat dalam sebulan?
.....
 7. Berapa kg permintaan luar daerah dalam satu bulan?
.....
 8. Jika no. 7 ada, daerah mana saja yang menjadi target pemasaran?
.....
 9. Berapa kg permintaan pasar ekspor dalam sebulan?
.....
 10. Jika no. 9 ada, negara mana saja yang menjadi target ekspor?
.....

D. Penggunaan Daging, Bumbu dan Teknik Pembuatan Dendeng Sapi

1. Jenis dan bagian daging apa yang digunakan untuk pembuatan dendeng?
.....
2. Apa saja jenis dan jumlah bumbu yang digunakan pada pembuatan dendeng dari 1 kg daging?
 - a. Gula merah :
 - b. Bawang merah :
 - c. Bawang putih :
 - d. Ketumbar :
 - e. Lengkuas :
 - f. Asam Jawa :
 - g. Merica :
 - h. Sendawa :
 - i. Lainnya :
3. Proses Pembuatan Dendeng
 - a. Bagaimana teknik pembuatan lembaran dendeng dilakukan?
.....
 - b. Bagaimana proses curing dan pembumbuan dilakukan dan berapa lama?
.....

- c. Bagaimana proses pengeringan dilakukan?
- 1) Sinar matahari:jam atauhari
 - 2) Oven : suhu selama jam
 - 3) Lainnya :
- d. Bagaimana mencegah pelengketan lembaran daging pada alas pengering?
- 1) Diolesi minyak
 - 2) Dialasi jerami
 - 3) Dialasi plastik
 - 4) Lainnya:
4. Tahapan proses yang manakah yang memakan waktu paling lama?
- a. Curing
 - b. Pembumbuan
 - c. Pengeringan
 - d. Lainnya:

E. Karakteristik Standar Produk Dendeng yang Dihasilkan:

1. Bentuk lempengan (irisian atau hasil pencetakan):
2. Warna produk dendeng sapi yang dihasilkan:
3. Rasa produk dendeng yang dihasilkan:
4. Tingkat kekeringan/tekstur dendeng mentah yang dihasilkan:
 - a. Sangat kaku/sangat kering
 - b. Agak kaku/agak kering
 - c. Agak lentur/agak lembab

F. Pengemasan, Umur Simpan, Saran Penyimpanan dan Penyajian

1. Bagaimana produk dendeng dikemas? (Jenis kemasan/satuan)
.....
2. Berapa lama umur simpan dendeng sapi yang dihasilkan?
3. Bagaimana saran penyimpanan dendeng sapi yang dihasilkan?
.....
4. Bagaimana saran penyajian produk dendeng yang dihasilkan?
.....

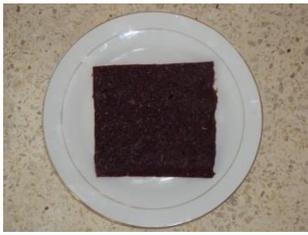
G. Permasalahan Perusahaan

1. Pernahkah mendapat komplain dari konsumen?
2. Jika pernah masalah apa dan bagaimana mengatasinya?
.....

.....
3. Adakah permasalahan lain yang dihadapi perusahaan?
.....
.....

H. Catatan Lainnya

Lampiran 2. Gambar Dendeng Mentah yang Diperoleh dari Industri



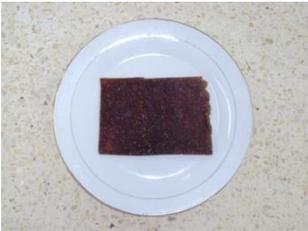
JB-1



JB-2



JB-3



JT-1



JT-2



JT-3

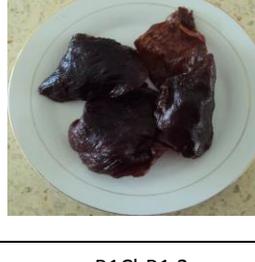


JT-4



JT-5

Lampiran 3. Gambar Dendeng Matang yang Dibuat di Laboratorium

<p>B0C0R0.2</p> 	<p>B0CbR0.2</p> 	<p>B0CkR0.2</p> 
<p>B1C0R0.2</p> 	<p>B1CbR0.2</p> 	<p>B1CkR0.2</p> 
<p>B2C0R0.2</p> 	<p>B2CbR0.2</p> 	<p>B2CkR0.2</p> 
<p>B0C0R1.2</p> 	<p>B0CbR1.2</p> 	<p>B0CkR1.2</p> 
<p>B1C0R1.2</p> 	<p>B1CbR1.2</p> 	<p>B1CkR1.2</p> 
<p>B2C0R1.2</p> 	<p>B2CbR1.2</p> 	<p>B2CkR1.2</p> 