



## Pengaruh Lama Waktu Pencelupan Dalam Nitrogen Cair Terhadap Sifat Fisik Dan Kimiawi Bakso Daging Sapi Selama Penyimpanan Beku

Christina Dewi Febriani<sup>1✉</sup>, Dewi Larasati<sup>2</sup>, Adi Sampurno<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Semarang

<sup>2,3</sup> Staff Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang, Indonesia

DOI: <http://dx.doi.org/10.26623/jtphp.v13i1.1845>

### Info Artikel

#### Sejarah Artikel:

Disubmit 1 September 2020  
Direvisi 10 September 2020  
Disetujui 24 September 2019

#### Keywords:

Beef Meatball; Liquid Nitrogen; Freezing.

### Abstrak

Daging sapi termasuk bahan pangan yang mudah rusak (perishable food), sehingga perlu adanya penanganan lanjutan supaya mutu daging sapi dapat dipertahankan. Teknologi pembekuan cepat dengan menggunakan nitrogen cair, merupakan salah satu metode pembekuan yang memerlukan waktu relatif singkat. Dengan titik didihnya yang mencapai suhu  $-195,8^{\circ}\text{C}$ , nitrogen cair mempunyai kemampuan membekukan bahan organik relatif lebih efektif dibandingkan dengan pendingin berbahan amoniak maupun freon. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2019 – Juli 2019 di Laboratorium Rekayasa Pangan dan Laboratorium Kimia Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Semarang. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor yaitu lama pencelupan bakso daging sapi pada nitrogen cair sebanyak 4 perlakuan, yaitu: P1 (tanpa pencelupan); P2 (20 detik); P3 (40 detik); P4 (60 detik) dengan 5 kali pengulangan. Data dianalisis dengan ANOVA jika hasil menunjukkan pengaruh yang nyata diuji lanjut menggunakan Duncan Multiple Range Test pada taraf  $<5\%$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pada hari 0 lama pencelupan nitrogen cair berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap sifat fisik (daya ikat air), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur, dan sifat kimiawi (kadar lemak dan kadar peroksida). Sedangkan pada hari ke 7 lama pencelupan nitrogen cair berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar peroksida dan daya ikat air. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak dan tekstur.

### Abstract

Beef is a perishable food ingredient, so it needs further handling so that the quality of beef can be maintained. Fast freezing technology using liquid nitrogen is a method of freezing that requires a relatively short time. With its boiling point reaching  $-195.8^{\circ}\text{C}$ , liquid nitrogen has the ability to freeze organic matter relatively more effectively than ammonia and freon refrigerants. The research was conducted in May 2019 - July 2019 at the Food Engineering Laboratory and Chemical Laboratory of the Faculty of Agricultural Technology, Semarang University. The research was carried out using a completely randomized design (CRD) with one factor, namely the duration of immersion of beef meatballs in liquid nitrogen for 4 treatments, namely: P1 (without immersion); P2 (20 seconds); P3 (40 seconds); P4 (60 seconds) with 5 repetitions. Data were analyzed by ANOVA if the results showed a significant effect, then tested using the Duncan Multiple Range Test at a level of  $<5\%$ . The results showed that on day 0, liquid nitrogen immersion time had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on physical properties (water-holding capacity), but had no significant effect on texture and chemical properties (fat content and peroxide content). Meanwhile, on the 7th day, the immersion period of liquid nitrogen had a significant effect ( $p < 0.05$ ) on the peroxide content and water holding capacity. However, it has no significant effect on fat content and texture.

✉ Alamat Korespondensi: Christina Dewi Febriani.  
E-mail: [christinabbtppismg@gmail.com](mailto:christinabbtppismg@gmail.com)

## PENDAHULUAN

Bakso merupakan produk olahan daging yang mudah mengalami kerusakan bila disimpan pada suhu ruang. Bakso memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, pH mendekati netral, kadar air dan Aw yang tinggi, menyebabkan masa simpannya relatif singkat, sehingga banyak produsen atau pedagang produk ini menggunakan bahan pengawet untuk meningkatkan umur simpan.

Cara pengawetan daging dengan suhu rendah ada 2 macam, yaitu pendinginan (cooling) dan pembekuan (freezing). Pembekuan merupakan suatu usaha untuk mempertahankan mutu bahan pangan. Bahan pangan beku memiliki masa simpan yang jauh lebih panjang dari pada bahan pangan dingin. Salah satu teknik pembekuan cepat yang digunakan untuk mengawetkan daging adalah nitrogen cair.

Nitrogen cair adalah nitrogen dalam wujud cairan bening yang memiliki suhu sangat rendah. Nitrogen cair memiliki laju pergerakan permukaan beku sekitar 10-100 cm/jam (Purwiyatno, 2007). Nitrogen cair memiliki titik didih pada suhu  $-195,8$  oC, dengan suhu yang sedemikian dingin nitrogen cair dapat membekukan bahan organik yang relatif lebih efektif daripada pendingin berbahan amonia ataupun freon (Xu et al., 2001). Nitrogen cair merupakan satu dari beberapa pendingin yang dapat kontak langsung dengan bahan pangan tanpa menyebabkan efek samping seperti hambar dan tidak berasa. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukan penelitian pengaruh lama waktu pencelupan bakso daging sapi ke dalam Nitrogen cair selama penyimpanan beku. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lama waktu pembekuan bakso daging sapi ke dalam nitrogen cair yang berpengaruh pada sifat kimiawi (tekstur, kadar lemak, bilangan peroksida, daya ikat air), organoleptik selama penyimpanan beku.

## METODE

Tata kerja penelitian telah ditulis secara jelas sehingga percobaan atau ibaratnya penelitian tersebut dapat diulang dengan hasil yang sama? Hindari bentuk kalimat perintah dalam menguraikan prosedur; • Semua kuantitas dituliskan dalam satuan yang baku dan konsisten; • Jika menggunakan bahan kimia dinyatakan secara spesifik dilengkapi dengan kemurnian dan merknya, dituliskan dalam bentuk murninya atau precursor, bukan dalam bentuk larutan (contoh: H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> (99%, MERCK), bukan seperti ini: H<sub>2</sub> SO<sub>4</sub> 1 N); • Setiap langkah dinyatakan dengan jelas, termasuk jumlah ulangan; semua teknik/prosedur dinyatakan (sebut nama jika baku, atau uraian jika prosedur baru atau dimodifikasi); Alat-alat kecil dan bukan utama (sudah umum berada di lab, seperti: gunting, gelas ukur, pensil) tidak perlu dituliskan, tetapi cukup tuliskan rangkaian peralatan utama saja, atau alat-alat utama yang digunakan untuk analisis dan/atau karakterisasi, bahkan perlu sampai ke tipe dan akurasi; • Tuliskan secara lengkap lokasi penelitian, jumlah responden, cara mengolah hasil pengamatan atau wawancara atau kuesioner, cara mengukur tolok ukur kinerja; metode yang sudah umum tidak perlu dituliskan secara detil, tetapi cukup merujuk ke buku acuan. • Untuk jenis penelitian kualitatif bidang khusus lainnya agar menyesuaikan dengan kekhasan dalam bidang ilmu tersebut. • Tolok ukur keberhasilan atau kinerja perlu dituliskan dengan jelas, misalnya dalam bentuk Persamaan atau rumus, atau bentuk kriteria.

## WAKTU DAN TEMPAT PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Laboratorium Kimia-Biokimia Pangan, Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai Juli 2020.

## ALAT DAN BAHAN

Peralatan laboratorium yang digunakan antara lain Centrifuge AP-LAB WP 4012 S, Memmert Oven Laboratorium, Stopwatch, Timbangan Digital, Desikator, Extraction Unit E-816 Soxhlet – Buchi, Brookfield Texture Analyzer, Mesin Vacuum Sealer, Tabung reaksi, Buret, Erlenmeyer, Corong gelas, Gelas ukur dan alat uji lain.

Bahan penelitian yang digunakan adalah bakso daging sapi segar. Bahan lainnya yaitu Nitrogen cair, aquades, larutan Asam Asetat Glasial – Isooktan, larutan Kalium Iodida, larutan Natrium Tiosulfat, indikator Amylum, pelarut N-Heksana, HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, plastik vacuum ukuran 20 x 30 cm, kertas saring, tisu dapur dan bahan uji lain.

## RANCANGAN PERCOBAAN

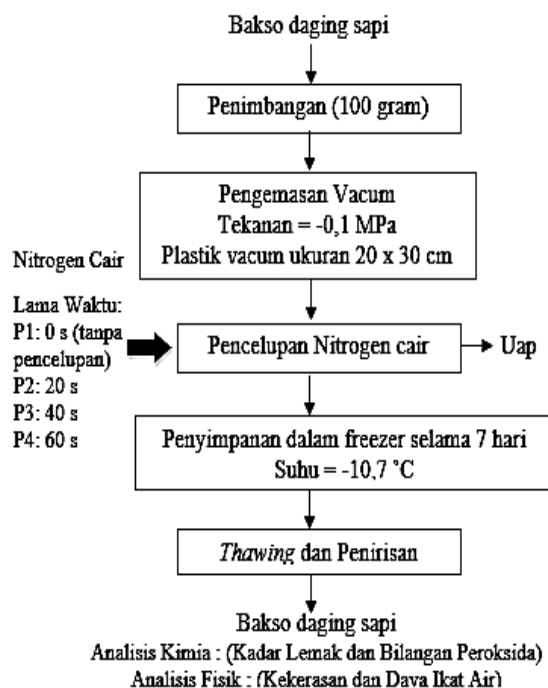
Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor 4 perlakuan pencelupan dalam nitrogen cair dan 5 kali ulangan. Perlakuannya adalah sebagai berikut: P1 = tanpa pencelupan ke dalam nitrogen cair P2 = pencelupan ke dalam nitrogen cair 20 detik P3 = pencelupan ke dalam nitrogen cair 40 detik ; P4= pencelupan ke dalam nitrogen cair 60 detik Analisa data statistik dilakukan dengan ANOVA, bila terjadi perbedaan antara perlakuan akan dilakukan dengan uji DUNCAN (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui perbedaan masing-masing taraf perlakuan.

## PROSEDUR PENELITIAN

### 1. Pembuatan Bakso Daging Sapi

Daging sapi segar dipotong ukuran segi empat dengan ketebalan 2-3 cm; daging sapi digiling, lalu dicampur dengan bahan tambahan yaitu es batu, tepung pati, telur bebek dan garam ; Adonan dibentuk bulatan secara manual dengan berat ±15 g. ; bakso daging sapi direbus dalam air yang sudah mendidih hingga masak.

### 2. Pencelupan Bakso Daging Sapi Ke Dalam Nitrogen Cair



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. SIFAT KIMIAWI

#### 1. KADAR LEMAK

Lemak merupakan sumber energi selain karbohidrat bagi manusia dan hewan. Dalam pengolahan dalam bahan pangan lemak berfungsi sebagai media penghantar panas, menambah kalori, dan memperbaiki tekstur serta cita rasa bahan pangan (Hardiansyah, 2010).

Pada umumnya penurunan lemak dan minyak tergantung pada suhu, maka pengawetan dengan menggunakan pembekuan akan memberikan suatu potensi yang maksimum dalam pengawetan hampir semua bahan pangan (Afrianti, 2013). Ketersediaan kadar lemak berhubungan erat dengan kadar air pada daging sapi. Kadar air yang tinggi dalam bahan menyebabkan minyak atau lemak sukar diekstraksi dengan pelarut non polar. Hal ini disebabkan karena bahan pelarut non polar sukar masuk ke dalam jaringan yang basah sehingga menyebabkan pelarut menjadi jenuh dengan air. Kandungan air rendah dapat menghambat proses hidrolisis. (Kusuma, dkk. 2017).

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan pencelupan ke dalam nitrogen cair tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar lemak pada hari ke-0 dan ke-7. Hasil kadar lemak bakso daging sapi dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Rerata Kadar Lemak Bakso Daging Sapi

Perlakuan (Pencelupan)	Kadar Lemak (%) $\pm$ SD	
	Hari 0*	Hari 7*
P3 : Nitrogen 40 Detik	4,92 $\pm$ 0,35a	4,94 $\pm$ 0,25a
P1 : Tanpa pencelupan	4,78 $\pm$ 0,17a	4,82 $\pm$ 0,10a
P4 : Nitrogen 60 Detik	4,75 $\pm$ 0,19a	4,90 $\pm$ 0,02a
P2 : Nitrogen 20 Detik	4,69 $\pm$ 0,12a	4,95 $\pm$ 0,13a

Menunjukkan bahwa lama waktu pencelupan ke dalam nitrogen menyebabkan kadar lemak relatif sama atau tidak mengalami perubahan yang signifikan. Pada hari ke-0 terlihat bahwa pencelupan kedalam nitrogen cair menyebabkan kadar lemak pada perlakuan P2.

Sedangkan pada hari 7 penurunan kadar lemak terlihat pada perlakuan P4. Penurunan kadar lemak dikarenakan selama penyimpanan serabut otot pada daging sapi mengalami perubahan struktur sehingga pada serabut otot terbentuk rongga-rongga, sehingga air dan lemak akan keluar pada saat thawing. Hidrolisa karena enzim lipase pada suhu rendah tetap berlangsung lambat tetapi tidak berhenti (Sari, 2013). Kadar lemak tertinggi terdapat pada perlakuan P3 sebanyak 4,92% dan kadar lemak terendah terdapat pada perlakuan P2 sebanyak 4,69%.

Hasil analisis kadar lemak hari 0 dan hari 7 menunjukkan bahwa P1 tidak berbeda nyata dengan P2, P3, dan P4. Hal ini dapat disebabkan karena pada saat proses thawing bakso daging sapi jeda waktu yang dilakukan terlalu lama. Thawing dianggap sebagai penyebab kerusakan kualitas yang lebih signifikan daripada pembekuan (Hanenian dan Mittal, 2004). Saat daging mencair, kristal es dapat menyebabkan kerusakan fisik ke mikro dalam daging. Thawing memainkan peran utama dalam pemrosesan daging beku karena jumlah ekstrudat yang dihasilkan dalam proses pencairan adalah salah satu ukuran dari kualitas daging beku (Kusuma, dkk. 2017).

**2. KADAR PEROKSIDA**

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan pencelupan bakso daging sapi ke dalam nitrogen cair pada pengamatan hari 0 tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap kadar peroksida. Namun pada pengamatan hari 7 berpengaruh nyata ( $p \leq 0,05$ ) terhadap kadar peroksida bakso daging sapi. Setelah diuji lanjut dengan Duncan Multiple Test (DMRT) hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Kadar Peroksida Bakso Daging Sapi

Perlakuan (Pencelupan)	Kadar Peroksida $\pm$ SD (meq/kg)	
	Hari 0	Hari 7
P1 : Tanpa Pencelupan	8,02 $\pm$ 0,00a	8,60 $\pm$ 0,33a
P2 : Nitrogen 20 Detik	8,01 $\pm$ 0,02a	8,84 $\pm$ 0,00ab
P3 : Nitrogen 40 Detik	8,02 $\pm$ 0,02a	9,07 $\pm$ 0,34b
P4 : Nitrogen 60 Detik	8,02 $\pm$ 0,00a	8,55 $\pm$ 0,35a

Menunjukkan bahwa penyimpanan hari 0 tidak ada pengaruh nyata pada semua perlakuan terhadap nilai bilangan peroksida. Namun, pada penyimpanan hari ke-7 menunjukkan pengaruh yang nyata pada perlakuan P1: 8,55 meq/kg dengan antar perlakuan, begitu juga dengan perlakuan P3: 9,07 meq/kg yang beda nyata pada antar perlakuan. Namun pada perlakuan P2: 8,84 meq/kg dan dan perlakuan P4: 8,60 meq/kg tidak beda nyata, namun beda nyata dengan perlakuan P1 dan P3.

Metode pengukuran bilangan peroksida yang dilakukan berdasarkan pada jumlah iod yang dibebaskan dari KI melalui reaksi oksidasi oleh peroksida dalam lemak dalam medium asam asetat. Pengukuran tersebut harus dilakukan secara cepat untuk mengurangi kontak dengan oksigen di udara dan dilakukan pada kondisi gelap. Sehingga pada pengukuran bilangan peroksida terdapat tingkat kesulitan yang tinggi (Soputan, 2007)

**3. UJI DAYA IKAT AIR**

Daya ikat air sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu produk pangan. Daya mengikat air didefinisikan sebagai kemampuan daging untuk mempertahankan kandungan airnya selama mengalami perlakuan dari luar seperti pemotongan, pemanasan, penggilingan dan pengolahan. Beberapa sifat fisik daging, seperti warna, tekstur, kekerasan dan keempukan daging dipengaruhi oleh daya mengikat air (Forrest et al., 2010).

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan pencelupan bakso daging sapi ke dalam nitrogen cair pada pengamatan hari 0 dan pengamatan hari 7 berpengaruh nyata ( $p \leq 0,05$ ) terhadap daya ikat air bakso daging sapi dan setelah diuji lanjut dengan Duncan Multiple Test (DMRT) hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Daya Ikat Air Bakso Daging Sapi

Perlakuan (Pencelupan)	Daya Ikat Air (%)	
	Hari 0	Hari 7
P1 : Tanpa Pencelupan	5,23 $\pm$ 0,66a	3,73 $\pm$ 0,59a
P2 : Nitrogen 20 Detik	4,77 $\pm$ 0,52ab	3,69 $\pm$ 0,24a
P3 : Nitrogen 40 Detik	4,34 $\pm$ 0,40b	2,86 $\pm$ 0,22b
P4 : Nitrogen 60 Detik	4,23 $\pm$ 0,60b	2,32 $\pm$ 0,10c

Menunjukkan bahwa penyimpanan hari ke-0 dan penyimpanan hari ke-7 menunjukkan pengaruh yang nyata. Pada penyimpanan hari ke-0 perlakuan P1 menunjukkan adanya pengaruh nyata antar perlakuan. Namun pada perlakuan P3 dan perlakuan P4 tidak beda nyata. Pada penyimpanan hari ke-7 perlakuan P3 dan P4 : menunjukkan adanya pengaruh nyata dengan antar perlakuan. Namun pada perlakuan P1 dan P2 tidak beda nyata. Hal ini diduga karena adanya faktor yang berpengaruh antara lain pH, protein, temperatur atau kelembaban, pembentukan akto-myosin (rigormortis), dan lemak intramuskuler (Soeparno, 2005). Keberadaan lemak intramuskuler (lemak marbling) menyebabkan longgarnya ikatan mikrostruktur serabut otot daging sehingga banyak tersedia ruangan bagi protein daging untuk mengikat air, yang mana hal tersebut berpengaruh terhadap daya ikat air (Riyanto, 2001).

## B. UJI TEKSTUR (KEKERASAN)

Kekerasan dapat didefinisikan secara fisik maupun sensori. Secara fisik, kekerasan adalah gaya yang dibutuhkan oleh bahan untuk mencapai perubahan bentuk, sedang secara sensori kekerasan adalah gaya yang dibutuhkan untuk menggigit bahan pada gigi geraham (Szczeniak, 2010).

Hasil ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan pencelupan bakso daging sapi ke dalam nitrogen cair pada pengamatan hari 0 dan hari 7 tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) pada rata-rata tingkat kekerasan. Hasil analisis dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Nilai Tekstur Bakso Daging sapi

Perlakuan (Pencelupan)	Kekerasan (gf)	
	Hari 0	Hari 7
P1 : Tanpa Pencelupan	1483,95±397,40a	2152,45±308,74a
P2 : Nitrogen 20 Detik	1297,95±384,68a	2308,65±622,66a
P3 : Nitrogen 40 Detik	1502,10±263,76a	1978,95±318,25a
P4 : Nitrogen 60 Detik	1067,20±270,46a	2115,95±469,61a

Menunjukkan rerata nilai kekerasan untuk bakso daging sapi pada penyimpanan hari ke-0 berkisar antara 1067,20 gf-1502,10 gf. Hal tersebut menunjukkan daging yang lunak. Sedangkan pada penyimpanan hari ke-7 rata-rata nilai kekerasan bakso daging sapi

berkisar antara 1978,95 gf-2152,45 gf. Berdasarkan hasil analisis texture analyzer tertinggi pada penyimpanan hari 0 Nilai hardness yang semakin tinggi berarti tekstur bakso analog menjadi semakin keras (Lubis, 2012). Hal ini diduga bahwa lama pencelupan maka tekstur suatu bahan akan mengalami tingkat kekerasan dan akan mengalami kerusakan.

Selama penyimpanan bakso daging analog akan terus kehilangan air, dan akan terjadi perubahan sifat fisik. Penyimpanan yang dilakukan pada produk menyebabkan terjadinya perubahan kekerasan. Selama pencelupan ke dalam nitrogen terbentuk kristal-kristal es yang besar yang akan membentuk pori-pori pada produk yang akan menyebabkan tekstur produk kurang kompak. Pada saat produk di thawing (dilelehkan), kristal-kristal es tersebut mencair dan membebaskan zat alir (drip) sehingga teksturnya menurun. Menurut Ilyas (2010), penyebab utama dari perubahan tekstur adalah ketidak mampuan pada jaringan produk yang dibekukan untuk menahan air, air pada produk beku mudah bebas selama pelelehan (thawing).

## SIMPULAN

Pada hari 0 lama pencelupan nitrogen cair berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap sifat fisik (daya ikat air), tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tekstur, dan sifat kimiawi (kadar lemak dan kadar peroksida). Sedangkan pada hari ke 7 lama pencelupan nitrogen cair berpengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap kadar peroksida dan daya ikat air. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap kadar lemak dan tekstur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aberle, E. D., J. C. Forrest, D. E. Gerrard, E. W. Mills, H. B. Hendrick, M. D. Judge, & R. A. Merkel. 2010. Principles of Meat Science. 4
- Afrianti, Leni Herliani. 2013. Teknologi Pengawaetan Pangan. Alfabeta. Bandung.
- Arcos-Garcia, G., A. Totosaus, I. Guerrero & M.L. Perez-Chabela. 2010. Physico-chemical, sensory, functional and microbial characterisation of horse meat. R. Bras. Agrociencia. 8:43-46
- Bhattacharya, E. H., Zhang, W., & Lonergan, S. M. (2010). Biochemistry of postmortem muscle Lessons on mechanisms of meat tenderization. Meat Science, 86(1), 184–195. doi:10.1016/j.meatsci.2010.05.004 M.J. (Ed.). Blackie Academic & Professional, London. Pp. 1 – 31.
- Desnelli dan Zainal Fanani. 2010. Kinetika Reaksi Oksidasi Asam Miristat, Stearat, dan Oleat dalam Medium Minyak Kelapa, Minyak Kelapa Sawit, serta Tanpa Medium. Vol12. No.1
- Effendi, S. (2012). Teknologi Pengolahan dan Pengawetan Pangan. Alfabeta. Bandung.
- Forest et al. 2010. Principle of Meat Science. Freeman and Co. San Fransisco.
- Ilyas, S. 2010. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan: Teknik Pendinginan Ikan. Jakarta: Paripurna
- Kusuma, Arifiya Ayu. Eko Nurcahya Dewi, Ima Wijayanti. 2017. Perbedaan Jumlah Nutrisi Yang Hilang Pada Bandeng Beku Non Cabut Duri. Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Lawrie, R.A. 2011. Ilmu Daging. Universitas Indonesia (UI-Press), Jakarta.
- Lili Darwita. 2014. Direktorat Kesmavet dan Pascapanen. Kementrian Pertanian Indonesia
- Matitaputty, P. R. 2013. Upaya Memperbaiki Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Mandalung Melalui Fortifikasi Pakan dengan Imbuhan Pakan Avilamisina. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 41 hlm.
- Muhammad, Nur. 2010. Penyebab Kerusakan Pada Produk Pangan. Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Lampung.
- Murniati, A.S dan Sunarman, 2010. Pendinginan Pembekuan Dan Pengawetan Ikan..Cetakan Ke 4. Panisius. Yogyakarta.
- Netti Herlina, Ginting M.Hendra S. 2010. Lemak Minyak. Fakultas Teknik Jurusan Teknik Kimia. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara Produk Daging Beku dan Thawing yang Aman
- Powell, T.H., M.E. Dikeman & M.C. Hunt. 2011. Tenderness and collagen composition of beef semitendinosus roasts cooked by conventional convective cooking and modeled, multi-stage, convective cooking. Meat Sci. 55: 421-425.
- Sudarman, A. Mutakkin, A.Nuraini, H. 2010. Penambahan Sabun-kalsium dari Minyak Ikan Lemuru dalam Ransum. 2. Pengaruhnya terhadap Sifat Kimia dan Fisik Daging Domba JITV Vol. 13 (2).

Szczesniak, A.S. 2010. Consumer awareness of texture and of other food attributes II. *Journal of Texture Studies* 2(2): 196 – 206.

Teknologi Pembekuan Pangan, *FOODREVIEW INDONESIA/VOL.II/NO.7/JULI 2007*, diakses dari laman <http://phariyadi.staff.ipb.ac.id/files/2013/02/Teknologi-Pembekuan-Pangan.pdf>

Torrescano, G.,A. Sanches-Escalante, B. Gimenez, P. Roncales & J.A. Beltran. 2010. Shear value of raw sample of 14 bovine muscles and their relation to muscle collagen characteristics. *Meat Sci.* 64: 85-91.

Xu, Fei. , Wang, Zhang. , Xu, Shiyang and Sun, D.W. 2001. Cryostability of frozen concentrated orange juices produced by enzymatic process. *Journal of Food Engineering* 50:217-222.