

Pengaruh Fortifikasi Kalsium dan Nanopartikel Kalsium Laktat Kerabang Telur Terhadap Sifat Sensoris Bakso Ayam

(The Effect of Calcium and Calcium Lactate Nanoparticle Fortification of Eggshell on Sensory Properties of Chicken Meatballs)

Prayitno AH¹, Suryanto E², Rusman², Setiyono², Jamhari², Utami R²

¹Jurusan Peternakan, Politeknik Negeri Jember, Jl. Mastrip Po Box 164, Jember 68101

²Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Jl. Fauna No. 3, Yogyakarta 55281
agushp@polije.ac.id

ABSTRACT

The experiment was conducted to determine the effect of fortification nanoparticle eggshell calcium lactate on the sensory properties of chicken meatballs. The research material consisted of chicken meat, fillers, spices, salt, calcium and nanoparticle eggshell calcium lactate. Fortification levels of eggshell calcium and nanoparticle calcium lactate on making chicken meatballs such as 0.3% of the total meatball dough. The sensory properties of chicken meatballs were tested using a scoring method by 15 untrained panelists. The data of sensory properties of chicken meatballs were analyzed by non-parametric analysis using the Kruskal-Wallis Hedonic Test. The differences means were tested by Duncan's New Multiple Range Test. The chicken meatballs fortified with nanoparticle eggshell calcium lactate have the lowest color, taste, aroma, firmness and acceptability compared to control meatballs and meatballs fortified with calcium eggshell, respectively 1.73, 2.40, 2.80, 2.27, and 2.40. The chicken meatballs fortified with eggshell calcium have the best sensory properties with the highest acceptability value of 4.13.

Key words: Chicken meatballs, eggshell, fortification, nanoparticle calcium lactate, sensory properties

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur terhadap sifat sensoris bakso ayam. Materi penelitian terdiri atas daging ayam, *filler*, bumbu-bumbu, garam, kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur. Fortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur pada pembuatan bakso ayam yaitu 0,3% dari total adonan. Sifat sensoris bakso diuji menggunakan metode skoring oleh 15 orang panelis yang tidak terlatih. Data hasil uji sifat sensoris bakso ayam dianalisis dengan analisis non parametrik melalui uji *Hedonic Kruskal-Wallis*. Perbedaan rerata diuji dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test*. Bakso ayam yang difortifikasi nanopartikel kalsium laktat kerabang telur memiliki skor warna, rasa, aroma, kekenyalan, dan daya terima paling rendah dibandingkan dengan bakso kontrol dan bakso yang difortifikasi kalsium kerabang telur secara berturut-turut yaitu 1,73; 2,40; 2,80; 2,27; dan 2,40. Bakso ayam yang difortifikasi kalsium kerabang telur memiliki sifat sensoris terbaik dengan nilai daya terima yang tertinggi yaitu 4,13.

Kata kunci: Bakso ayam, fortifikasi, kerabang telur, nanopartikel kalsium laktat, sifat sensoris

PENDAHULUAN

Kerabang telur merupakan salah satu hasil ikutan dari industri pengolahan pangan yang menggunakan bahan baku telur seperti industri pembuatan roti dan kue. Sumber lain limbah kerabang telur yaitu dari perunggasan, penetasan, rumah tangga, dan restoran cepat saji. Limbah kerabang telur yang berbentuk padat dihasilkan dalam jumlah ton setiap harinya (Arabhosseini & Faridi 2018). Kebanyakan limbah kerabang telur dibuang tanpa pengolahan lebih lanjut (Tsai et al. 2008) sehingga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan dan kesehatan. Pemanfaatan hasil ikutan dari kerabang telur di Indonesia belum dilakukan secara optimal. Produksi telur di Indonesia sampai tahun 2012 mencapai 1.628.740 ton dan potensi limbah telur mencapai 179.161 ton per tahun (Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan 2013).

Kandungan kerabang telur 97% kalsium karbonat (Hunton 2005) dan dapat dibuat tepung kerabang telur sebagai sumber kalsium pangan yaitu sekitar 39% (Schaafsma et al. 2000). Tepung kerabang telur dapat digunakan sebagai bahan tambahan pangan sumber kalsium (Ockerman & Hansen 2000; Schaafsma et al. 2000) sampai level 0,4% tidak mempengaruhi palatabilitas dan kualitas pemasakan (Ockerman & Hansen 2000). Kalsium kerabang telur sekarang umum digunakan sebagai suplemen kalsium dalam pangan kesehatan dan tablet kalsium (Omi & Ezawa 1998). Kalsium kerabang telur lebih mudah diserap daripada kalsium karbonat komersil dalam usus halus tikus (Omi & Ezawa 1998) dan babi (Schaafsma & Beelen 1999) yang berfungsi untuk meningkatkan densitas mineral tulang bagi penderita osteoporosis (Schaafsma & Pakan 1999; Daengprok et al. 2003) dan dapat menurunkan rasa nyeri (Schaafsma et al. 2000).

Kalsium laktat paling banyak digunakan sebagai fortifikasi kalsium dengan tingkat absorpsi tinggi untuk industri pangan dan obat-obatan (Cheong 2016) yang diakui aman dan digunakan sebagai pembentuk tekstur, pengental (Catherina et al. 2016), antibakteri (Yuk et al. 2008), dan digunakan sebagai bahan untuk mengawetkan dan memperpanjang umur produk daging olahan (Baston & Barna 2013). Kalsium laktat dalam aplikasi farmasi sebagian besar digunakan untuk terapi kekurangan kalsium pada manusia dan hewan untuk mineralisasi dan pertumbuhan tulang (Tsugawa et al. 1995).

Material dengan ukuran nanopartikel dapat menyebabkan ekstrak mudah larut dan memiliki efisiensi penyerapan yang tinggi di usus (Gunasekaran et al. 2014). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan obat-obatan dalam ukuran nanometer mampu meningkatkan kelarutan dan penyerapan oleh tubuh (Malsch 2005). Li et al. (2009) dan Wang et al. (2012) melaporkan bahwa melalui metode presipitasi kimia dihasilkan nanopartikel kalsium laktat dengan ukuran partikel 55 sampai 100 nm. Ukuran partikel dari kalsium dan kalsium laktat kerabang telur telah diketahui berukuran 300 dan 75 nm (Prayitno et al. 2016). Kalsium laktat kerabang telur dengan ukuran nano diduga akan lebih mudah larut dan memiliki efisiensi penyerapan yang tinggi di usus.

Pangan yang difortifikasi kalsium berperan penting dalam membantu mencukupi kebutuhan kalsium untuk mengurangi risiko osteoporosis (Wasilewski et al. 2019) karena banyak pangan yang defisiensi kalsium (Hanzlik et al. 2005). Asupan berbagai produk pangan yang mengandung kalsium lebih aman daripada mengonsumsi suplemen kalsium dalam bentuk tablet karena mempengaruhi proses pembentukan dan penyerapan tulang (Wasilewski et al. 2019). Umumnya, susu dan produk susu merupakan pangan terbaik yang diakui sebagai sumber kalsium tetapi ada sebagian konsumen yang mengalami *lactose intolerant* (Szilagy & Ishayek 2018). Oleh karena itu, perlu sebuah alternatif untuk memenuhi kebutuhan sebagian konsumen melalui fortifikasi kalsium dalam produk daging olahan, seperti bakso.

Bakso merupakan salah satu pangan favorit di Indonesia (Rohman et al. 2011) yang terbuat dari daging yang dicampur pati dan bumbu lainnya (Lestari et al. 2015) serta mempunyai akseptabilitas serta nilai gizi yang tinggi. Produk bakso sangat populer dan disukai hampir semua masyarakat Indonesia (Fauziah 2014). Ion kalsium (Ca^{2+}) merupakan kation yang dapat berinteraksi dengan protein daging (Pigott et al. 2006) sehingga dapat mempengaruhi produk daging olahan yang difortifikasi kalsium. Fortifikasi kalsium laktat kerabang telur pada sosis fermentasi dapat memperbaiki kualitas produk sosis (Daengprok et al. 2002). Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh fortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur terhadap sifat sensoris bakso ayam.

MATERI DAN METODE

Pembuatan kalsium oksida kerabang telur

Kerabang telur dibersihkan dari membran kerabang telur dan dicuci menggunakan air. Kerabang telur disterilisasi dengan direbus selama 2 jam kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 95°C selama 24 jam. Kerabang telur yang sudah kering kemudian digiling dan disaring dengan penyaring ukuran 80 *mesh* sehingga diperoleh tepung kerabang telur. Tepung kerabang telur dipanaskan pada suhu 1.000°C selama 2 jam untuk proses dekomposisi bahan organik sehingga dihasilkan kalsium oksida (CaO).

Pembuatan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur

Larutan 1 mol/L kalsium oksida sebanyak 20 ml dicampur dengan larutan 6 mol/L asam laktat sebanyak 30 ml dengan perbandingan 1:1,5 (v/v) selama 30 menit pada suhu 50°C dengan kecepatan 500 rpm/menit menggunakan *magnetic stirrer*. Etanol 50% ditambahkan sebanyak 20 ml (v/v), dikering oven pada suhu 105°C selama 72 jam kemudian dihaluskan untuk memperoleh bubuk kalsium laktat kerabang telur (CaL).

Pembuatan bakso ayam

Daging ayam tanpa tulang dan kulit dibersihkan dari lemak dan jaringan ikat. Daging ayam digiling dengan *grinder*. Daging ayam giling dicampur dengan 16% tepung aren, 2% *seasoning*, 2% monosodium glutamat, 1% merica, 4% telur, 3% bawang putih, 3% bawang merah, 7% es, dan perlakuan yaitu kontrol (0%), kalsium (Ca) kerabang telur (0,3%) dan nanopartikel kalsium laktat (CaL) kerabang telur (0,3%) dari total adonan menggunakan *meat processor* hingga kalis. Adonan dibentuk bulatan-bulatan kemudian direbus dalam air mendidih selama 10 menit. Bakso diangkat dan didinginkan kemudian dilakukan uji sifat sensoris bakso ayam.

Pengujian sifat sensoris bakso ayam

Sifat sensoris bakso diuji menggunakan metode skoring oleh 15 orang panelis yang tidak terlatih. Panelis memberikan penilaian sesuai dengan petunjuk yang diberikan (Setyaningsih et al. 2010), seperti tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Cara pemberian skoring pada warna, rasa, aroma, tekstur, kekenyalan, dan daya terima pada uji sensoris bakso

Skor	Warna	Rasa	Aroma	Tekstur	Kekenyalan	Daya terima
1	Putih	Sangat tidak enak	Sangat tidak sedap	Sangat kasar	Sangat tidak kenyal	Sangat tidak suka
2	Putih keabu-abuan	Tidak enak	Tidak sedap	Kasar	Tidak kenyal	Tidak suka
3	Agak abu-abu	Agak enak	Agak sedap	Agak halus	Agak kenyal	Agak suka
4	Abu-abu	Enak	Sedap	Halus	Kenyal	Suka
5	Abu-abu gelap	Sangat enak	Sangat sedap	Sangat halus	Sangat kenyal	Sangat suka

Sumber: Setyaningsih et al. 2010

Analisis data

Data hasil uji sifat sensoris bakso yang difortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur dianalisis dengan analisis non parametrik melalui uji *Hedonic Kruskal-Wallis*. Perbedaan rerata diuji dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (Riadi 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat sensoris dari bakso yang difortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur disajikan pada Tabel 2. dan grafik jaring laba-laba dari bakso ayam yang difortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur disajikan pada Gambar 1.

Tabel 2. Rerata skor warna, rasa, aroma, tekstur, kekenyalan dan daya terima bakso ayam yang difortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur

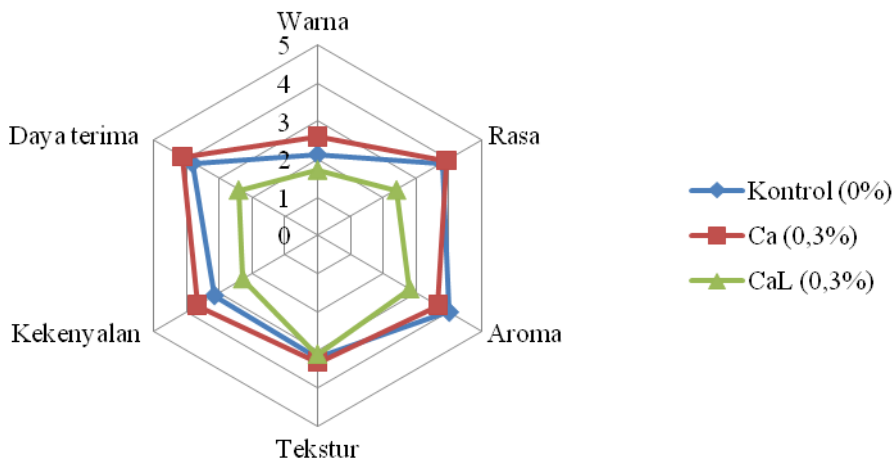
Variabel	Perlakuan		
	Kontrol (0%)	Ca (0,3%)	CaL (0,3%)
Warna	2,13 ^{a,b}	2,60 ^b	1,73 ^a
Rasa	3,80 ^b	3,93 ^b	2,40 ^a
Aroma	4,00 ^b	3,67 ^b	2,80 ^a
Tekstur ^{ns}	3,20	3,33	3,13
Kekenyalan	3,13 ^b	3,67 ^b	2,27 ^a
Daya terima	3,80 ^b	4,13 ^b	2,40 ^a

^{ns} Non signifikan

^{a,b} Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (P<0,05)

Warna

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor warna dari bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur berbeda nyata ($P < 0,05$). Skor warna bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur yaitu 2,13; 2,60; dan 1,73 dari warna putih sampai agak abu-abu. Bakso yang difortifikasi nanopartikel CaL kerabang telur memiliki warna paling baik yaitu putih abu-abu dibandingkan dengan bakso kontrol dan bakso dengan fortifikasi Ca kerabang telur yang berwarna agak abu-abu. Hsu & Chung (2000) menyatakan bahwa Ca(OH)_2 dapat meningkatkan warna produk daging menjadi lebih terang dan kekuningan.



Gambar 1. Grafik jaringan laba-laba bakso ayam yang difortifikasi kalsium dan nanopartikel kalsium laktat kerabang telur

Rasa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor rasa antara perlakuan bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur berbeda nyata ($P < 0,05$). Skor rasa bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur dan nanopartikel CaL kerabang telur yaitu 3,80 (enak); 3,93 (enak); dan 2,40 (agak enak). Respons terhadap rasa terjadi dalam sel-sel yang terspesialisasi pada lidah, langit-langit lembut dan puncak kerongkongan (Lawrie 2003). Sensasi rasa yang dominan adalah pahit, manis, asam dan asin. Evaluasi bau dan rasa sangat tergantung pada panel cita rasa (Soeparno 2009) dan juga dipengaruhi oleh nilai pH (Lawrie 2003). Bakso dengan fortifikasi nanopartikel CaL kerabang telur memiliki rasa yang agak enak. Hal ini dikarenakan bakso dengan fortifikasi CaL kerabang telur memiliki rasa yang agak asam ditunjukkan dari nilai pH yang terendah yaitu 5,84 dibandingkan bakso kontrol yang mendekati nilai pH normal yaitu 6,14 dan bakso dengan fortifikasi Ca kerabang telur yang bersifat basa karena lebih dari nilai pH normal yaitu 7,34 sehingga mempengaruhi rasa dari produk bakso yang dihasilkan.

Aroma

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor aroma antara perlakuan bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur berbeda nyata

($P < 0,05$). Skor aroma bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur yaitu 4,00 (sedap); 3,67 (sedap); dan 2,80 (agak sedap). *Flavor* dan aroma adalah sensasi yang kompleks dan saling terkait antara bau, rasa, tekstur, temperatur dan nilai pH (Lawrie 2003). Bakso dengan fortifikasi nanopartikel CaL kerabang telur memiliki rasa yang cenderung agak sedap. Hal ini dikarenakan aroma yang muncul dari bakso dipengaruhi oleh asam laktat dari nanopartikel CaL kerabang telur membuat aroma bakso yang dihasilkan agak asam ditunjukkan dari nilai pH yang terendah dibandingkan yang lain yaitu 5,84 (Prayitno et al. 2016) sehingga bakso yang dihasilkan skornya rendah.

Tekstur

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor tekstur dari bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur berbeda tidak nyata ($P > 0,05$). Skor tekstur bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur yaitu 3,20 (agak halus); 3,33 (agak halus); dan 3,13 (agak halus). Hal ini dikarenakan bakso yang dibuat berasal dari bahan daging yang sama yaitu daging ayam yang memiliki tekstur halus sehingga tekstur dari produk bakso yang dihasilkan relatif sama untuk semua perlakuan. Soeparno (2009) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi tekstur diantaranya adalah jenis daging dan metode dalam pengolahan daging.

Kekenyalan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor kekenyalan dari bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur berbeda nyata ($P < 0,05$). Skor kekenyalan bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur yaitu 3,13 (agak kenyal); 3,67 (kenyal); dan 2,27 (tidak kenyal). Bakso dengan fortifikasi Ca kerabang telur memiliki kekenyalan yang paling baik menurut panelis. Hal ini dikarenakan kekenyalan bakso yang difortifikasi Ca kerabang telur dipengaruhi ion kalsium (Ca^{2+}) yang merupakan kation yang dapat berinteraksi dengan protein daging (Pigott et al. 2006) sehingga dapat meningkatkan kekenyalan bakso. Selain itu, hasil uji kekenyalan secara fisik mendukung sifat kekenyalan bakso secara sensoris yang menunjukkan bahwa bakso dengan fortifikasi Ca kerabang telur paling kenyal diikuti bakso kontrol kemudian bakso yang difortifikasi nanopartikel CaL kerabang telur yaitu 6,44 mm/45 g, 1,80 mm/45 g dan 16,98 mm/45 g (Prayitno et al. 2016).

Daya terima

Hasil penelitian menunjukkan bahwa skor daya terima dari bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur berbeda nyata ($P < 0,05$). Skor daya terima bakso kontrol, fortifikasi Ca kerabang telur, dan nanopartikel CaL kerabang telur berturut-turut yaitu 3,80 (suka); 4,13 (suka); dan 2,40 (tidak suka). Bakso dengan fortifikasi Ca kerabang telur lebih disukai oleh panelis dibandingkan dengan bakso fortifikasi nanopartikel CaL kerabang telur. Soeparno (2009) menyatakan bahwa nilai daging didasarkan atas tingkat daya terima konsumen. Daya terima panelis terhadap bakso dipengaruhi oleh adanya fortifikasi Ca dan nanopartikel CaL kerabang telur. Bakso dengan fortifikasi Ca kerabang telur memiliki sifat yang kenyal dan aroma yang sedap sehingga lebih disukai oleh panelis. Soeparno (2009) menyatakan bahwa kepuasan yang

berasal dari konsumen daging tergantung pada respons fisiologis dan sensoris diantara individu.

KESIMPULAN

Bakso yang difortifikasi nanopartikel kalsium laktat kerabang telur memiliki skor warna, rasa, aroma, kekenyalan, dan daya terima paling rendah dibandingkan dengan bakso kontrol dan bakso yang difortifikasi kalsium kerabang telur secara berturut-turut yaitu 1,73; 2,40; 2,80; 2,27; dan 2,40. Bakso ayam yang difortifikasi kalsium kerabang telur memiliki sifat sensoris terbaik dengan nilai daya terima yang tertinggi yaitu 4,13.

DAFTAR PUSTAKA

- Arabhosseini A, Faridi H. 2018. Application of eggshell wastes as valuable and utilizable products: A review. *Res Agric Eng.* 64:104-114.
- Baston O, Barna O. 2013. Calcium lactate influence on some non-pathogenic microorganisms. *Food Environ Saf.* 12:278-283.
- Catherina CI, Surjoseputro S, Setijawati E. 2016. Pengaruh konsentrasi perendaman kalsium laktat terhadap sifat fisikokimia mashed sweet potato powder. *J Teknologi Pangan Gizi.* 15:65-71.
- Cheong SH. 2016. Physicochemical properties of calcium lactate prepared by single-phase aragonite precipitated calcium carbonate. *Res J Pharm Biol Chem Sci.* 7:1786-1794.
- Daengprok W, Garnjanagoonchorn W, Mine Y. 2002. Fermented pork sausage fortified with commercial or hen eggshell calcium lactate. *Meat Sci.* 62:199-204.
- Daengprok W, Garnjanagoonchorn W, Naivikul O, Pornsinpatip P, Issigonis K, Mine Y. 2003. Chicken eggshell matrix proteins enhance calcium transport in the human intestinal epithelial cells, Caco-2. *J Agric Food Chem.* 51:6056-6061.
- Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2013. Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2013. Jakarta (Indonesia): Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Fauziah RR. 2014. Kajian keamanan pangan bakso dan cilok yang beredar di lingkungan universitas jember ditinjau dari kandungan boraks, formalin dan TPC. *J Agroteknologi.* 8:67-73.
- Gunasekaran T, Haile T, Nigusse T, Dhanaraju MD. 2014. Nanotechnology: An effective tool for enhancing bioavailability and bioactivity of phytomedicine. *Asian Pac J Trop Biomed.* 4:S1-S7.
- Hanzlik RP, Fowler SC, Fisher DH. 2005. Relative bioavailability of calcium from calcium formate, calcium citrate, and calcium carbonate. *J Pharmacol Exp Ther.* 313:1217-1222.
- Hsu SY, Chung HY. 2000. Interactions of konjac, agar, curdlan gum, κ -carrageenan and reheating treatment in emulsified meatballs. *J Food Eng.* 44:199-204.
- Hunton P. 2005. Research on eggshell structure and quality: An historical overview. *Braz J Poult Sci.* 7:67-71.
- Lawrie RA. 2003. Ilmu daging. Edisi ke-5. Parakkasi A, Penerjemah. Jakarta (Indonesia): Universitas Indonesia Press.
- Lestari IN, Anggarawati N, Nuhriawangsa AMP, Dewanti R. 2015. Manfaat penambahan tepung kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan tepung jahe (*Zingiber officinale*) terhadap

- kualitas bakso itik afkir dengan lama penyimpanan yang berbeda. Buletin Peternakan. 39:9-16.
- Li Z, Zhang Y, Tan T. 2009. Preparation of edible nano calcium lactate crystal from crude L-lactic acid via chemical precipitation method. J Biosci Bioeng. S138.
- Malsch NH. 2005. Biomedical nanotechnology. Boca Raton (USA): CRC Press.
- Ockerman HW, Hansen CL. 2000. Animal by-product processing and utilization. Boca Raton (USA): CRC Press.
- Omi N, Ezawa I. 1998. Effect of egg-shell Ca on preventing of bone loss after ovariectomy. J Home Econ Japan. 49:277-282.
- Pigott RS, Kenney PB, Slider S, Head MK. 2006. Formulation protocol and dicationic salts affect protein functionality of model system beef batters. J Food Sci. 65:1151-1154.
- Prayitno AH, Suryanto E, Rusman. 2016. Pengaruh fortifikasi nanopartikel kalsium laktat kerabang telur terhadap sifat kimia dan fisik bakso ayam. Buletin Peternakan. 40:40-47.
- Riadi E. 2014. Metode statistika: Parametrik & non-parametrik. Tangerang (Indonesia): Pustaka Mandiri.
- Rohman A, Sismindari, Erwanto Y, Che Man YB. 2011. Analysis of pork adulteration in beef meatball using Fourier transform infrared (FTIR) spectroscopy. Meat Sci. 88:91-95.
- Schaafsma A, Beelen G. 1999. Eggshell powder, a comparable or better source of calcium than purified calcium carbonate: Piglet studies. J Sci Food Agric. 79:1596-1600.
- Schaafsma A, Pakan I. 1999. Short-term effects of a chicken egg shell powder enriched dairy-based products on bone mineral density in persons with osteoporosis or osteopenia. Bratisl Lek Listy. 100:651-656.
- Schaafsma A, Pakan I, Hofstede GJH, Muskiet FAJ, Van Der Veer E, De Vries PJF. 2000. Mineral, amino acid, and hormonal composition of chicken eggshell powder and the evaluation of its use in human nutrition. Poult Sci. 79:1833-1838.
- Setyaningsih D, Apriyantono A, Sari MP. 2010. Analisa sensori industri pangan dan agro. Bogor (Indonesia): IPB Press.
- Soeparno. 2009. Ilmu dan teknologi daging. Cetakan ke-5. Yogyakarta (Indonesia): Gadjah Mada University Press.
- Szilagyi A, Ishayek N. 2018. Lactose intolerance, dairy avoidance, and treatment options. Nutrients. 10:1-30.
- Tsai WT, Yang JM, Hsu HC, Lin CM, Lin KY, Chiu CH. 2008. Development and characterization of mesoporosity in eggshell ground by planetary ball milling. Microporous Mesoporous Mater. 111:379-386.
- Tsugawa N, Okano T, Higashino R, Kimura T, Oshio Y, Teraoka Y, Igarashi C, Ezawa I, Kobayashi T. 1995. Bioavailability of calcium carbonate, DL-calcium lactate, L-calcium lactate, and powdered oyster shell calcium in vitamin D deficient or -replete rats. Biol Pharm Bull. 18:677-682.
- Wang Y, Huang L, Wu J. 2012. Optimization of conditions for calcium lactate nano-particle production by chemical precipitation. Adv Mater Res. 479-481:314-317.
- Wasilewski GB, Vervloet MG, Schurgers LJ. 2019. The bone-vasculature axis: Calcium supplementation and the role of vitamin K. Front Cardiovasc Med. 6:1-16.
- Yuk HG, Jo SC, Seo HK, Park SM, Lee SC. 2008. Effect of storage in juice with or without pulp and/or calcium lactate on the subsequent survival of *Escherichia coli* O157:H7 in simulated gastric fluid. Int J Food Microbiol. 123:198-203.