

## Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut

### *Calcium Levels and Physical Characteristics of Egg Poultry Shell with Soaking Various Solvent*

Diode Yonata, Siti Aminah, Wikanastris Hersoelistyorini  
Program Studi Teknologi Pangan  
Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Semarang  
[yonata.unimus@gmail.com](mailto:yonata.unimus@gmail.com)

#### ABSTRACT

*The main component of poultry eggshell composition is  $\text{CaCO}_3$  which has potential to be a source of calcium. As food waste, poultry eggshells contain harmful components, organic compounds and the characteristic are rough, hard, flavorful fishy and have a less attractive color when used as food. The immersion process with chemical solution is known to improve the characteristics and purify the calcium level of eggshell flour. The general purpose of this research is to know the influence of solvent type on calcium level and physical characteristic of poultry eggshell flour. The method of research is experimental type using factorial completely randomized design, consist of 2 factors 16 treatments, namely type of solvent (HCl,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , NaOH and  $\text{H}_2\text{O}$ ) and eggshell species (chicken races, free-range chicken, duck and quail). Each treatment was repeated 3 times to obtain 48 units of experiments. Data on test results of calcium levels and physical characteristic analyzed using ANOVA statistical method followed by advanced test DMRT. The results shows a very real influence from the type of solvent and eggshell to the calcium level and physical characteristics of eggshell flour. Duck eggshell with  $\text{CH}_3\text{COOH}$  soaking solution produce calcium level and physical characteristic of the best eggshell flour.*

*Keywords: Eggshell, solvent, calcium, physical characteristic*

#### PENDAHULUAN

Kalsium merupakan salah satu mineral makro yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia. Kalsium berperan dalam pertumbuhan serta perkembangan tulang dan gigi agar mencapai ukuran dan kekuatan yang maksimal, mengatur pembekuan darah, katalisator reaksi-reaksi biologis dan kontraksi otot (Almatsier, 2005).

Konsumsi kalsium di Indonesia masih tergolong rendah dibandingkan dengan

Angka Kecukupan Gizi kalsium yang berkisar antara 1000 – 1200 mg/hari (Anonim, 2013). Hal ini akan berdampak buruk terhadap kepadatan tulang manusia, sehingga sangat rentan terserang penyakit tulang seperti *osteoporosis* (Yulia dan Darningsih, 2009). Tubuh manusia tidak mampu mensintesis mineral kalsium, sehingga harus disediakan lewat makanan (Marzuki *et al.*, 2013). Kebutuhan kalsium pada manusia dapat dipenuhi dari berbagai

sumber kalsium yang berasal dari produk pangan hewani maupun nabati. Kalsium juga dapat dipenuhi dari limbah pangan seperti cangkang telur unggas. Cangkang telur unggas yang biasa dijumpai adalah cangkang telur ayam ras, ayam buras, bebek, dan puyuh.

Produksi telur unggas di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan. Pada tahun 2015 produksi telur unggas di Indonesia mencapai 1.795.711 ton (Anonim, 2016). Sebesar 10% bagian telur merupakan cangkang telur (Mahreni *et al.*, 2012), sehingga dalam satu tahun jumlah cangkang telur unggas di seluruh Indonesia diperkirakan mencapai 179.571 ton. Saat ini cangkang telur masih menjadi limbah yang berpotensi menyebabkan polusi karena aktivitas mikroba dilingkungan.

Komponen  $\text{CaCO}_3$  dalam cangkang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber kalsium bagi manusia melalui metode perendaman menggunakan pelarut kimia. Ada beberapa pelarut yang cukup efektif yang dapat digunakan dalam proses pemurnian  $\text{CaCO}_3$  pada cangkang, seperti penggunaan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  dalam pemurnian kalsium limbah udang yang dilakukan oleh Wowor *et al.* (2015), kemudian  $\text{HCl}$  dalam pemurnian kalsium limbah cangkang kerang simping oleh Agustini *et al.* (2011) dan  $\text{NaOH}$  yang digunakan sebagai pelarut dalam pemurnian kalsium pada limbah

cangkang kijing lokal oleh Abdullah *et al.* (2010).

Setiap pelarut memiliki prinsip yang sama yaitu akan menyebabkan pori-pori cangkang terbuka, sehingga ruang-ruang yang terbentuk memudahkan dicapai oleh pelarut, yang berakibat senyawa yang berikatan dengan mineral mudah terlepas dengan optimum (Suptijah, 2009). Pengikatan mineral cangkang oleh pelarut dipengaruhi oleh nilai konstanta dielektrik. Semakin tinggi nilai konstanta dielektrik suatu pelarut maka pelarut bersifat semakin polar. Tingkat kepolaran suatu pelarut, akan berpengaruh terhadap keefektifan pelarut dalam menarik atau melarutkan beberapa komponen dan senyawa pada bahan (Purnamasari, 2013).

Cangkang telur unggas memiliki struktur fisik yang keras, kasar, beraroma amis dan memiliki warna yang kurang menarik sehingga kurang diminati bila digunakan sebagai bahan pangan. Perendaman menggunakan pelarut kimia mampu memperbaiki struktur fisik cangkang serta mengurangi komponen berbahaya dan menghilangkan senyawa organik dari cangkang (Aminah dan Wulandari, 2016).

Data terkait keefektifan berbagai jenis pelarut terhadap kadar kalsium dan karakteristik fisik tepung cangkang telur unggas belum tersedia. Maka, perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh

berbagai jenis pelarut dan jenis cangkang telur unggas terhadap kadar kalsium dan karakteristik tepung cangkang telur dengan metode perendaman.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah cangkang telur ayam buras, ayam ras, bebek, puyuh, HCl, CH<sub>3</sub>COOH, NaOH, dan aquades.

### **Metode**

#### *Pembuatan Tepung Cangkang Telur Unggas*

Proses pembuatan tepung cangkang telur unggas memodifikasi metode Agustini *et al.* (2011) dan Lekahena *et al.* (2014). Masing-masing cangkang telur dibersihkan, setelah itu dilakukan pengecilan ukuran. Cangkang telur kemudian direndam menggunakan aquades pada suhu 100<sup>0</sup> C selama 15 menit pada wadah yang berbeda, air rendaman dibuang. Selanjutnya, masing-masing cangkang telur direndam menggunakan pelarut di dalam *water bath* pada suhu 60<sup>0</sup> C selama 3 jam, dengan perbandingan cangkang : pelarut adalah 1 : 2 (w/v). Cangkang hasil perendaman didinginkan, dan dibersihkan menggunakan aquades. Cangkang telur yang telah dingin kemudian dipindahkan ke loyang, dan dikeringkan menggunakan *cabinet dryer* pada suhu 50<sup>0</sup> C selama 3 jam. Cangkang kering selanjutnya ditepungkan menggunakan *mixer*, kemudian diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

### *Prosedur Analisis*

Parameter yang diuji meliputi kadar kalsium (AOAC, 2005), derajat putih (Nielsen, 2003), rendemen (Hustiany, 2005), densitas kamba (Singh *et al.*, 2005), dan densitas padat (Khalil, 1999).

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, yang terdiri dari 2 faktor dan 16 perlakuan. Masing-masing percobaan dilakukan ulangan sebanyak 3 kali, sehingga diperoleh satuan unit percobaan sebanyak 48 unit percobaan.

### **Analisis Data**

Data hasil analisis kadar kalsium dan karakteristik fisik yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis menggunakan metode statistik ANOVA (*Analysis of Varians*) dengan bantuan Software SPSS 20, apabila hasil data ada pengaruh dimana *p-value* < 0,05 maka dilanjutkan uji Duncan.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Rangkaian penelitian ini terdiri dari 2 Langkah. Pertama dilakukan pengujian kadar kalsium pada tepung cangkang telur unggas tanpa perendaman. Kedua dilakukan pengujian kadar kalsium dan karakteristik fisik pada tepung cangkang telur unggas hasil perendaman.

### **Tepung Cangkang Tanpa Perendaman**

Data hasil pengujian kadar kalsium tepung cangkang telur unggas tanpa perendaman, digunakan sebagai data

pembandingan untuk mengetahui seberapa besar penurunan kadar kalsium pada pembuatan tepung cangkang telur unggas melalui proses perendaman.

Tabel 1. Nilai Kadar kalsium tepung cangkang telur unggas tanpa perendaman

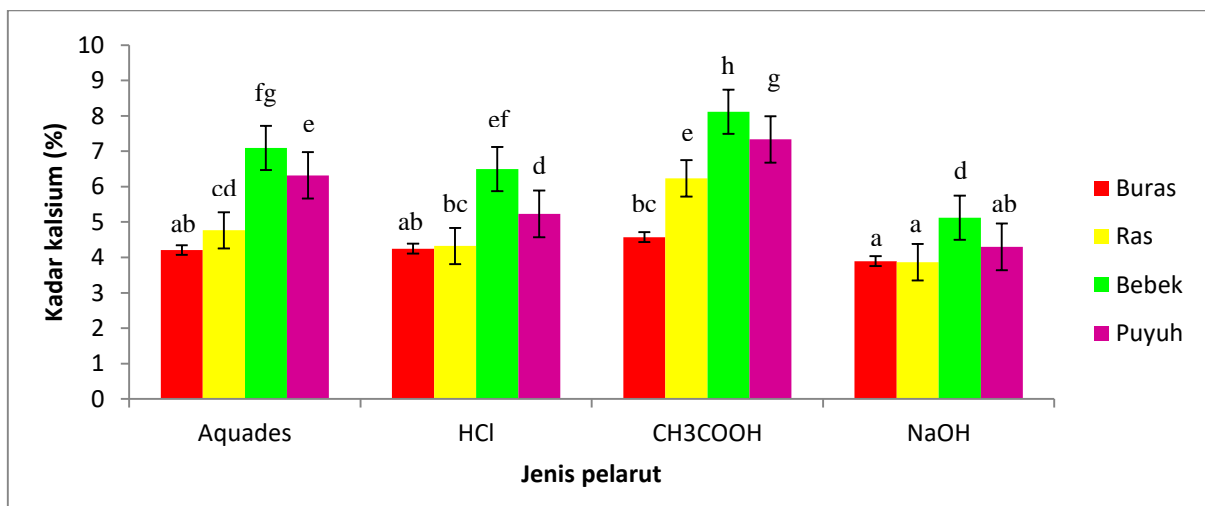
Cangkang	Kadar Ca (%)
Ayam Buras	5.22
Ayam Ras	6.41
Bebek	10.11
Puyuh	9.69

Tabel 1 menunjukkan, setiap jenis tepung cangkang telur memiliki kadar kalsium yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya jenis ternak, kandungan kalsium pakan, vitamin D, serta kemampuan ternak dalam mengabsorpsi kalsium dalam pakan

(Rahadianto *et al.* 2013). Kadar kalsium tertinggi terdapat pada tepung cangkang telur bebek dengan kadar kalsium mencapai 10.11%, kemudian tepung cangkang telur puyuh 9.46%, ayam ras 6.41%, dan buras 5.22%. Kadar kalsium tepung cangkang yang diperoleh khususnya tepung cangkang telur ayam ras tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Safitri *et al.* (2014), dengan metode pengujian yang sama dihasilkan kadar kalsium sebesar 7.20%.

**Tepung Cangkang Hasil Perendaman**  
*Kadar Kalsium*

Kadar kalsium tepung cangkang telur unggas diperoleh dari pengukuran dengan alat AAS. Kadar kalsium terbaik dalam penelitian ini dipilih berdasarkan tepung dengan kadar kalsium tertinggi.



Keterangan : Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata ( $p \leq 0.05$ )

Gambar 1. Rerata kadar kalsium tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut

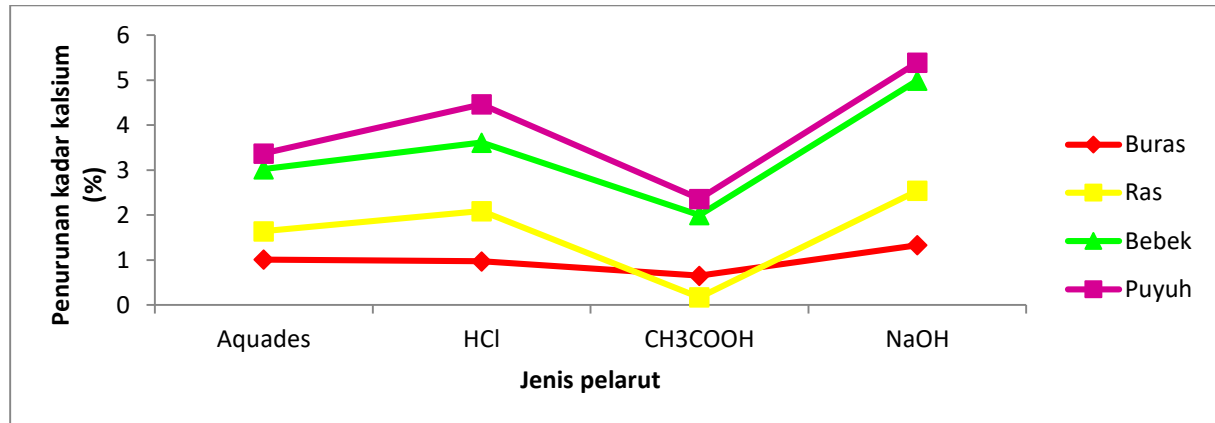
Uji beda menggunakan metode Duncan dengan taraf kepercayaan 95%

menunjukkan, tepung cangkang telur bebek yang direndam dengan pelarut CH<sub>3</sub>COOH

menghasilkan tepung cangkang dengan kadar kalsium terbaik (8.11 %). Secara statistik berbeda dengan semua perlakuan.

Kadar kalsium tepung cangkang hasil perendaman cenderung menurun

dibandingkan dengan kadar kalsium tepung cangkang tanpa perendaman yang tersaji pada Tabel 1.

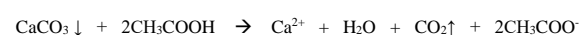


Gambar 2. Rerata penurunan kadar kalsium tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut

Gambar 2 menunjukkan, penurunan kadar kalsium tepung cangkang berkisar antara 0.17 - 5.39 %. Penurunan kadar kalsium tertinggi diperoleh dari perendaman cangkang telur ayam buras dalam larutan NaOH. Sedangkan penurunan kadar kalsium terendah dihasilkan dari perendaman cangkang telur ras dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH. Penurunan kadar kalsium disebabkan oleh nilai eksponen dari tetapan kesetimbangan disosiasi (*pK*) setiap larutan. Nilai *pK* larutan HCl, CH<sub>3</sub>COOH dan NaOH berturut-turut adalah -7.0, 4,76 dan -0.60. Nilai *pK* larutan berhubungan dengan nilai *pH*. Semakin rendah nilai *pK* suatu larutan, maka tingkat keasaman dan kebasaan larutan akan semakin kuat. Pada kondisi ini,

kelarutan kalsium beserta komponen mineral lainnya akan meningkat (Vogel. 1985).

Cangkang telur bebek dengan perendaman larutan CH<sub>3</sub>COOH menghasilkan tepung cangkang dengan kadar kalsium tertinggi yaitu sebesar 8.11 %. Nilai tersebut turun sebesar 2.00 % dari kadar kalsium tepung cangkang telur bebek tanpa perendaman. CaCO<sub>3</sub> pada cangkang ketika direaksikan dengan larutan CH<sub>3</sub>COOH akan terurai. Selama proses berlangsung, sebagian kecil CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> ikut larut. Sebagian lagi akan mengendap dan membentuk amofr putih CaCO<sub>3</sub> berbentuk Kristal, sehingga reaksi berlangsung satu arah (Vogel. 1985).

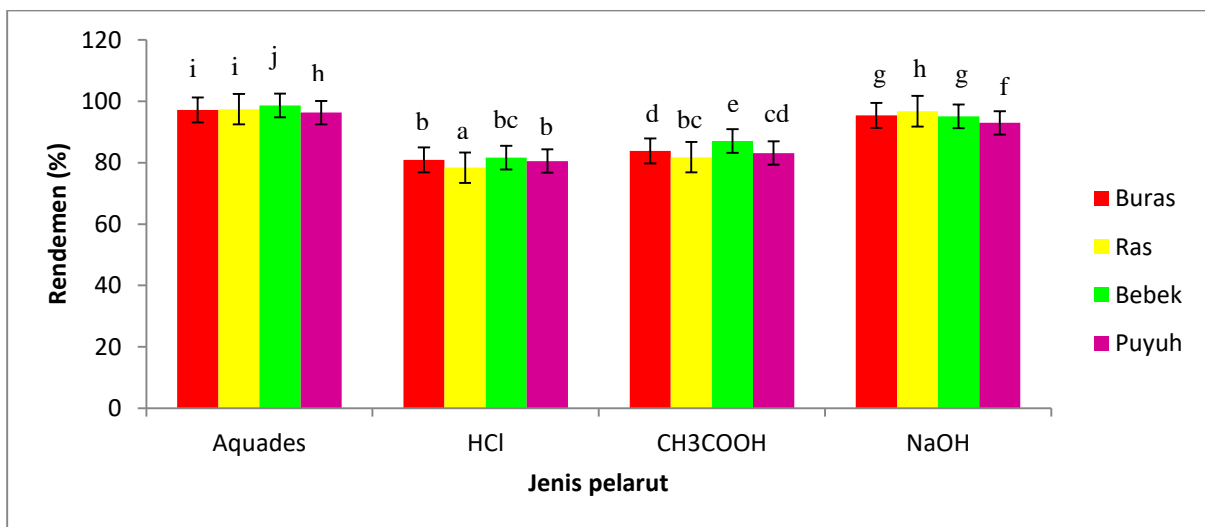


Penurunan kadar kalsium pada pembuatan tepung cangkang telur bebek dengan perendaman dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH sejalan dengan penelitian Santoso *et al* (2008). Dalam penelitiannya, sebesar 26.33% kalsium udang *vannamei* ikut larut ketika diolah menggunakan asam asetat dengan konsentrasi 0.5%. Pernyataan ini diperkuat dengan laporan Idris (2010), penggunaan CH<sub>3</sub>COOH 0.5% sebagai air rebusan dapat melarutkan kalsium udang *mantis* sebesar 23.26%.

Penggunaan larutan asam sebagai media perendaman mengakibatkan mineral yang awalnya berbentuk kompleks (berikatan dengan komponen lain) berubah menjadi bentuk sederhana (ion), sehingga akan lebih mudah larut. Dalam hal ini, CH<sub>3</sub>COOH bertindak sebagai *enhancer* yaitu molekul atau senyawa yang mempengaruhi bentuk dan tingkat kelarutan mineral (Clydesdale, 1998).

*Rendemen*

Hasil uji rendemen tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut disajikan pada Gambar 3.



Keterangan : Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata ( $p \leq 0.05$ )

Gambar 3. Rerata rendemen tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut

Hasil uji Anova menunjukkan perlakuan jenis cangkang, jenis pelarut dan interaksi cangkang dengan pelarut berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen tepung cangkang. Hal ini ditunjukkan dengan oleh nilai p masing-

masing sebesar 0.00 ( $p < 0.01$ ). Uji beda menggunakan metode Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan, tepung cangkang telur bebek dengan perendaman aquades menghasilkan tepung cangkang dengan nilai rendemen terbaik (98.62 %).

Secara statistik berbeda nyata dengan semua perlakuan.

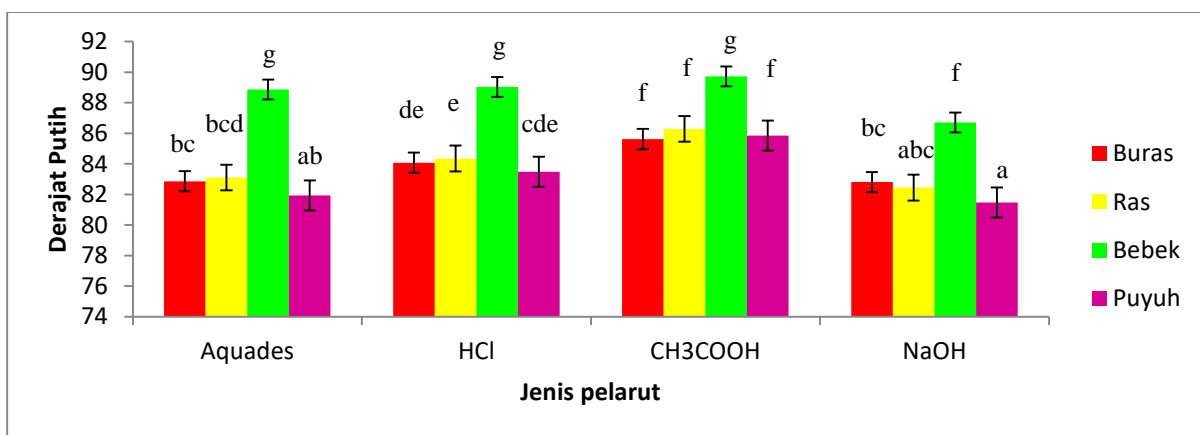
Pengolahan cangkang telur menjadi tepung cangkang dengan metode perendaman, memiliki rendemen yang cukup tinggi yang berkisar antara 78.37 - 98.62 %. Tingginya rendemen tepung cangkang telur unggas disebabkan karena komponen utama penyusun cangkang yang terdiri dari beberapa jenis mineral. Mineral memiliki sifat cukup stabil terhadap perlakuan selama proses pengolahan cangkang hingga menjadi tepung (Nurlaela *et al.*, 2014).

Rendemen tepung cangkang telur unggas cenderung menurun ketika direndam dalam larutan asam kuat maupun basa kuat. Hal ini disebabkan beberapa komponen penyusun cangkang, seperti senyawa organik dan beberapa jenis mineral sangat mudah

terhidrolisis dalam suasana asam maupun basa. Hasil ini sejalan dengan penelitian Litayy dan Joko (2013), pembuatan tepung ikan dengan perendaman dalam air ( $pH = 7$ ) akan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan dengan perendaman dalam larutan asam ( $pH < 7$ ) maupun alkali ( $pH > 7$ ). Pada kondisi ini ( $pH = 7$ ), proses denaturasi dan demineralisasi terjadi lebih lambat, sehingga rendemen yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan dengan larutan asam maupun basa.

#### Derajat Putih

Derajat putih digunakan untuk membedakan warna putih antara satu bahan dengan bahan yang lainnya. Nilai derajat putih tepung dapat dianalisis secara kuantitatif yaitu dengan menggunakan metode *Hunter* Hasil pengukuran derajat putih dapat dilihat pada Gambar 5



Keterangan : Superskrip yang berbeda menunjukkan beda nyata ( $p \leq 0.05$ )

Gambar 4. Rerata derajat putih tepung cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut

Uji beda metode Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan, tepung cangkang telur bebek yang direndam dengan pelarut  $\text{CH}_3\text{COOH}$  menghasilkan nilai derajat putih terbaik (89.72). Namun, tidak berbeda nyata dengan cangkang telur bebek yang direndam dengan  $\text{HCl}$  (89.03) maupun aquades (88.86), dan berbeda nyata terhadap cangkang telur unggas dengan pelarut yang lainnya.

Cangkang telur bebek menghasilkan derajat putih tepung cangkang telur terbaik. Tepung cangkang telur bebek memiliki nilai  $L^*$  (kecerahan) yang lebih tinggi, dengan warna kromatik biru kehijauan yang disebabkan oleh pigmen biliverdin pada cangkang. Warna cangkang telur bebek cenderung berubah menjadi biru keputihan. Perubahan ini dikarenakan terjadinya proses deposisi pigmen biliverdin pada cangkang. Hal inilah yang menyebabkan selama proses perendaman, warna cangkang telur bebek akan mudah terdegradasi menjadi lebih cerah keputihan (Mushawwir dan Latipuddin, 2013).

Secara keseluruhan, nilai derajat putih tepung cangkang telur meningkat seiring dengan menurunnya nilai  $pH$  larutan perendaman. Seperti yang dilaporkan oleh Kinanti *et al.* (2014), bahwa semakin rendah nilai  $pH$  suatu larutan, akan meningkatkan derajat putih tepung yang dihasilkan. Namun, peningkatan nilai derajat putih tepung cangkang terhenti dan kembali turun

ketika larutan memiliki nilai  $pH$  terlalu rendah. Menurut Hargitai *et al.* (2011), kondisi ini dipengaruhi oleh jenis dan konsentrasi dari pigmen dari cangkang telur yaitu senyawa porfirin.

Senyawa porfirin yang terdapat pada cangkang telur ayam buras, ras dan puyuh, mengandung nitrogen tersier pada 2 cincin pirolen dan gugus karboksil pada rantai samping yang menyebabkan senyawa bersifat asam lemah. Senyawa porfirin memiliki titik isoelektris pada  $pH$  3.0 – 4.0. Pada kondisi ini, senyawa porfirin pada cangkang telur akan terurai dan kemudian larut secara optimal. Hal inilah yang menyebabkan cangkang telur ayam ras, buras dan puyuh memiliki derajat putih yang lebih tinggi ketika direndam dengan larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (2 N) yang memiliki  $pH$  2.39 (Vogel, 1985).

#### *Densitas Kamba dan Densitas Padat*

Densitas kamba dan densitas padat berperan dalam menentukan keefisienan dan keefektifan volume ruang yang dibutuhkan untuk ditempati oleh tepung. Pengukuran densitas padat hampir sama dengan densitas kamba, terdapat perbedaan pada saat bahan dimasukkan karena ada proses penggoyangan. Hal ini bertujuan agar ruang yang masih terbuka dapat ditempati oleh bahan.

Rerata nilai densitas kamba tepung cangkang berkisar antara 1.02- 1.17 g/mL. Tepung cangkang telur puyuh yang



direndam dalam larutan CH<sub>3</sub>COOH menghasilkan densitas kamba yang paling kecil (1,02 g/mL). Larutan CH<sub>3</sub>COOH menyebabkan matrik cangkang telur mengembang karena bersifat *enhancer* (Passenden and Passenden, 1983). Menurut

Wirakartakusumah *et al.*, (1992), nilai densitas kamba produk bubuk tepung-tepungan yang baik berkisar antara 0.30-0.80 g/mL. Hal ini menunjukkan bahwa tepung cangkang telur unggas memiliki struktur fisik tepung yang keras dan padat.

Tabel 2. Nilai densitas kamba, densitas padat, dan selisih nilai densitas kamba dengan densitas padat tepung cangkang telur unggas

Perlakuan		DK (g/mL)	DP (g/mL)	Selisih (g/mL)
Cangkang	Pelarut			
Buras	Aquades	1.06 <sup>f</sup>	1.27 <sup>b</sup>	0.21
	HCl	1.06 <sup>d</sup>	1.27 <sup>b</sup>	0.21
	CH <sub>3</sub> COOH	1.05 <sup>c</sup>	1.23 <sup>b</sup>	0.21
	NaOH	1.09 <sup>i</sup>	1.32 <sup>a</sup>	0.23
Ras	Aquades	1.09 <sup>k</sup>	1.34 <sup>k</sup>	0.25
	HCl	1.09 <sup>j</sup>	1.33 <sup>j</sup>	0.24
	CH <sub>3</sub> COOH	1.07 <sup>g</sup>	1.31 <sup>g</sup>	0.23
	NaOH	1.13 <sup>m</sup>	1.34 <sup>l</sup>	0.21
Bebek	Aquades	1.12 <sup>l</sup>	1.32 <sup>hi</sup>	0.20
	HCl	1.12 <sup>l</sup>	1.32 <sup>h</sup>	0.20
	CH <sub>3</sub> COOH	1.08 <sup>h</sup>	1.29 <sup>de</sup>	0.21
	NaOH	1.17 <sup>o</sup>	1.34 <sup>l</sup>	0.17
Puyuh	Aquades	1.06 <sup>e</sup>	1.29 <sup>de</sup>	0.23
	HCl	1.05 <sup>b</sup>	1.28 <sup>d</sup>	0.24
	CH <sub>3</sub> COOH	1.02 <sup>a</sup>	1.28 <sup>c</sup>	0.26
	NaOH	1.15 <sup>n</sup>	1.30 <sup>f</sup>	0.14

Keterangan: Tanda huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan beda nyata ( $p \leq 0.05$ )

Tepung cangkang telur bebek dengan perendaman dalam larutan NaOH menghasilkan nilai densitas padat tertinggi (1.34g/mL). Akan tetapi tidak berbeda nyata dengan tepung cangkang telur ayam ras dengan perendaman larutan NaOH (1.34g/mL) dan berbeda dengan semua jenis perlakuan lainnya.

Rerata nilai densitas padat tepung cangkang telur ayam ras mengalami

peningkatan cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena pigmen *protoporphirin* pada telur coklat memiliki hubungan dengan ketebalan cangkang, diyakini bahwa *protoporphirin* memiliki fungsi dalam pembentukan kekuatan struktur cangkang (Joseph *et al.*, 1999). Semakin besar selisih antara nilai densitas kamba dengan nilai densitas padat menunjukkan bahwa tepung akan sulit untuk menempati ruang yang

tersedia karena memiliki bentuk partikel yang keras dan berbentuk (Gilang *et al.*, 2013).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat pengaruh jenis pelarut dan jenis cangkang telur unggas terhadap kadar kalsium dan karakteristik fisik tepung cangkang. Tepung cangkang terbaik terdapat pada tepung cangkang telur bebek dengan perendaman dalam larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., Nurjanah., dan Yulia K.W. 2010. Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Cangkang Kijing Lokal (*Pilsbryoconchs exilis*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, Vol XII No 1
- Agustini, T.W., Susana E.R., Bambang A.W., dan Johannes H. 2011. Pemanfaatan Cangkang Kerang Simpson (*Amusium pleuronectes*) sebagai Sumber Kalsium pada Produk Ekstrudat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan*, Vol XIV No 2
- Almatsier, S. 2005. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta
- Aminah, Siti., dan Wulandari M. 2016. *Calcium Content and Flour Yield of Poultry Eggshell With Acetic Acid Extraction*. Prosiding Seminar. The 4<sup>th</sup> University Research Coloquium 2016. ISSN 2407-9189
- Anonim. 2013. *Angka Kecukupan Gizi*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta
- \_\_\_\_\_. 2016. *Produksi Telur di Indonesia pada Tahun 2015*. Badan Pusat Statistik, Jakarta
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. *The Association of Official Analytical Chemist*. A.O.A.C. Inc., Washington, DC.Chap. 4.8.02
- Clydesdale F M. 1998. *Minerals: Their Chemistry and Fate in Food*. [Dalam] Smith K T. (ed). Trace Minerals in Foods. Marcel Dekker Inc, New York
- Gilang, Retna., Dian R A, dan Dwi I. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan Variasi Perlakuan Pendahulua. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(3).
- Hargitai, R., R. Mateo, and J. Torok. 2011. Shell Thickness and Pore Density in Relation to Shell Colouration Female Characteristic , and Enviroental Factors in The Collared Flyctcher *Ficedula albicollis*. *J. Ornithol*. 152: 579-588
- Hustiany, R. 2005. Modifikasi Asilasi dan Suksinilasi Pati Tapioka sebagai Bahan Enkapsulasi Komponen Flavor. (Disertasi). Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Idris, Muhammad. 2010. Komposisi Mineral Udang Mantis (*Harpisquilla raphidea*) dan Pengaruh Perebusan terhadap Kelarutan Mineral. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Joseph, N S., N. A. Robinson, R. A. Renema., and F. E. Robinson. 1999. Shell Quality and Color Variation in Broiler Eggs. *J. App. Poult. Res*. 8: 70-74
- Khalil. 1999. Pengaruh Kandungan Air dan Ukuran Partikel terhadap Perubahan Perilaku Fisik Bahan Pangan Lokal: Sudut Tumpukan, Daya Ambang, dan Faktor Higroskopis. *Media Peternakan*, Volume 22 No 1:1-11
- Kinanti, Pratiwi Septaviani Kustam., Bambang Sigit Amanto., dan Windi Atmaka. 2014. Kajian Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor L*) Varoetas Mandau Termodifikasi yang Dihasilkan dengan Variasi Konsentrasi dan Lama Perendaman Asam Laktat. *Jurnal Teknosains Pangan*. Vol 3 No 1

- Lekahena, Vanessa., Didah, N.F., Rizal S., dan R. Peranginangin. 2014. Karakterisasi Formula Nanokalsium hasil Ekstraksi Tulang Ikan Nila Menggunakan Larutan Asam dan Basa. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol 25 No 1
- Litayy, Christina dan Joko Santoso. 2013. Pengaruh Perbedaan Metode Perendaman dan Lama Perendaman terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ikan Cikalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol 5 No 1
- Mahreni, Endang Sulistyowati, Saeful Sampe, Willyam Chandra., 2012., Pembuatan Hidroksi Apatit Dari Kulit Telur. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia*. Yogyakarta
- Marzuki, Asnah., Yushinta Fujaya., Muhammad Rusydi., dan Haslina. 2013. Analisa Kandungan Kalsium (Ca) dan Besi (Fe) pada Kepiting Bakau (*Scylla olivacea*) Cangkang Keras dan Cangkang Lunak dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. Di dalam: *Majalah Farmasi dan Farmalogi*, Vol 17 No 2
- Mushawwir, A., dan D. Latipudin. 2013. *Biologi Sintesis Telur; Prespektif Fisiologis, Biokimia, dan Molekuler Produksi Telur*. Edisi ke-1. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Nielen, S.S., 2003. *Food Analysis*. Kluwer Academic, Plenum Publisher
- Nurlaela, A., S.U. Dewi., dan D.S. Soejoko. 2014. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam dan Telur Bebek sebagai Sumber Kalsium untuk Sintesis Mineral Tulang. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 10. 81-85
- Passenden, Ralf J., and Passenden Joan S. 1983. *Chemical Principles for The Life Science*. Seconf Edition. Boston: Allyn and Bacon, Inc
- Purnamasari, Nestri., 2013. Pengaruh Jenis Pelarut dan Variasi Suhu Pengereng Spray Dryer terhadap Kadar Karotenoid Kapang Oncom Merah (*Neurospora* sp.) *Jurnal Teknosains Pangan*, Vol 2 No 1
- Rahadiano, A., O . Sjoifjan., dan I. H. Djumadi. 2013. *Efek Penambahan Beberapa Sumber Kalsium dalam Pakan terhadap Kualitas Eksternal Telur Ayam Petelur*. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang
- Safitri, Ayu Intan., Nurul Muslihah., dan Sri Winarsih. 2014. Kajian Penambahan Tepung Cangkang Telur Ayam Ras terhadap Kadar Kalsium, Viskositas, dan Mutu Organoleptik Susu Kedelai. *Majalah Kesehatan FKUB* Vol 1 No 3
- Santoso, J., Nurjanah., dan Abi I. 2008. Kandungan dan Kelarutan Mineral pada Cumu-cumi (*Loligo* sp) dan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. Vol 15 No 1
- Singh, Kaur L, Sadhi NS, Sekhon KS. 2005. Physicochemical, cooking and textural properties of miled rice from different Indian rice cultivars food chem, 89 :253- 259
- Suptijah, P. 2009. *Nanokalsium Hewani dari Perairan*. Di dalam: Buklet 101 Inovation. Penerbit: BIC Kementrian Ristek
- Vogel, A. I. 1985. *Buku Teks Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. Edisi ke-5. Bagian II. PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta
- Wirarkartakusumah M A., A Kamarudin., dan A M Syarif. 1992. *Sifat Fisik Pangan*. Depdikbud PAU Pangan dan Gizi. PT Gramedia, Jakarta
- Wowor, Andre R.Y., B. Bagau., I. Untu., dan H. Liwe. 2015. Kandungan Protein Kasar, Kalsium, dan Fosfor Tepung Limbah Udang sebagai Pakan yang diolah dengan Asam Asetat (CH<sub>3</sub>COOH). *Jurnal Zootek*, Vol. 35 No. 1

Yulia, Cica dan Darningsih S. 2009.  
*Hubungan Kalsium dengan Ricketsia,  
Osteomalacia, dan Osteoarthritis.*  
Universitas Pendidikan Indonesia,  
Bandung