

Potensi dan Karakteristik Bubuk Cangkang Telur yang Dibuak dengan Perendaman Asam Alami

Potency and Characteristics of Eggshell Powder Made by Natural Acid Soaking

Ayutha Wijinindyah*, Jerry Selvia, Husnul Chotimah, dan Susan E. Lumban Gaol

Program Studi Peternakan, Universitas Antakusuma, Kota Waringin Barat, Indonesia

*Corresponding author: aaayutha@gmail.com

(Diterima: 23 Oktober 2022; Disetujui: 10 Januari 2023)

ABSTRAK

Bahan pangan sumber zat gizi yang jarang dimanfaatkan namun jumlahnya berlimpah adalah cangkang telur. Penggunaan *pretreatment* asam untuk mempercepat waktu pengeringan, meminimalkan kehilangan zat gizi, menghilangkan aroma amis pada produk bubuk, meningkatkan daya larut dan efisiensi penyerapan di usus. Tujuan penelitian ini adalah melihat perbedaan kadar proksimat, dan mineral (kalsium dan fosfor) bubuk cangkang telur *pretreatment* asam yakni menggunakan asam jeruk nipis, belimbing wuluh dan asam jawa. Penelitian ini adalah penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pembuatan Serbuk cangkang telur yakni dengan merebus cangkang telur pada suhu 100°C selama 30 menit dan merendam cangkang telur dengan larutan asam yakni asam dan jawa, belimbing wuluh dan jeruk nipis sebanyak 0,5% selama 3 jam. Proses pengeringan dilakukan pada oven suhu 95°C selama 3 jam hingga dilakukan proses penepungan. Hasil dari penelitian ini adalah terdapat perbedaan nilai gizi akibat *pretreatment* asam pada pembuatan bubuk cangkang telur. Penggunaan jeruk nipis 0,5% memberikan potensi terbaik pada pengolahan bubuk cangkang telur.

Kata kunci: bubuk cangkang telur, pretreatment asam, perendaman, kalsium, fosfor

ABSTRACT

A food source of nutrients that is rarely used but in abundance is egg shells. Acid pretreatment aims to speed up drying time, minimize loss of nutrients, eliminate fishy odors in flour products, and increase solubility and absorption efficiency in the intestine. This study aimed to examine the differences in the proximate levels and minerals (calcium and phosphorus), acid pretreatment eggshell powder using lime acid, starfruit, and tamarind. This research is a completely randomized design. Making eggshell flour is by soaking egg shells in an acid solution, namely tamarind, starfruit, and lime, as much as 0.5% for 3 hours, after having previously been cleaned and boiled at a temperature of 100°C for 30 minutes and soaking the eggshells in an acid solution: tamarind, starfruit, and lime as much as 0.5% for 3 hours. The drying process was carried out in an oven at 95°C for 3 hours until the flouring process was carried out. The result of this study was that there are differences in nutritional value due to acid pretreatment in the manufacture of eggshell powder. Using 0,5% lime provides the best potential for processing eggshell powder.

Keywords: eggshell powder; acid pretreatment, soaking, calcium, phosphorus

PENDAHULUAN

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat, produksi telur ayam petelur di Indonesia mencapai 5,16 juta ton pada 2021. Jumlah itu naik 0,28% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebesar 5,14 juta ton.

Banyak industri yang memanfaatkan telur untuk proses produksi, sehingga menyebabkan cangkang telur menumpuk dan menjadi limbah jika tidak dimanfaatkan. Cangkang telur yang selama ini menjadi limbah apabila dimanfaatkan sangat berpotensi karena kandungan kalsium di dalamnya yang tinggi.

Kalsium berfungsi terhadap pertumbuhan dan pemeliharaan tulang dan gigi, membantu kontraksi dan relaksasi otot, membantu menjaga sel yang sehat, sekresi hormone dan pembekuan darah (Nia, 2016). Adapun konsumsi kalsium masyarakat Indonesia relatif rendah jika dibandingkan Negara lain. Salah satu efeknya adalah timbulnya *stunting* yang menjadi bagian dari isu nasional. Karena tubuh manusia tidak mampu mensintesis mineral kalsium, sehingga harus disediakan lewat makanan. Bioavailabilitas kalsium dari cangkang telur ini cukup tinggi, yaitu sebesar 93,80% dengan jumlah mineral di dalam cangkang telur sebesar 2,25 gram yang terdiri dari 2,21 gram kalsium, 0,02 gram magnesium, 0,02 gram fosfor serta sedikit besi dan Sulfur (Yonata *et al.*, 2017). Berdasarkan kandungan yang telah diteliti sebelumnya, maka pengolahan cangkang telur menjadi bubuk cangkang telur dan produk olahan lainnya diharapkan berpotensi untuk mempercepat penurunan *stunting* di masyarakat.

Stunting atau sering disebut anak tumbuh kerdil adalah kondisi gagal tumbuh pada anak usia di bawah lima tahun (balita) akibat kekurangan gizi kronis, infeksi berulang dan stimulasi psikososial yang tidak memadai terutama dalam 1.000 Hari Pertama Kehidupan (HPK). *Stunting* juga merupakan kondisi ketika anak lebih pendek dibandingkan anak-anak lain seusianya, atau dengan kata lain, tinggi badan anak berada di bawah standar. Standar yang dipakai sebagai acuan adalah kurva pertumbuhan yang dibuat oleh Badan Kesehatan Dunia (WHO) (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2018). Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018 menunjukkan 30,8% balita mengalami *Stunting*. Sebanyak 228 kabupaten/ kota mempunyai prevalensi *Stunting* di atas 40 % (tergolong sangat tinggi). Upaya percepatan pencegahan *Stunting* akan lebih efektif apabila intervensi gizi spesifik dan intervensi gizi sensitif dilakukan secara konvergen. Salah satu cara untuk mengatasi masalah *stunting* adalah dengan memperbaiki asupan

zat gizi. Sayangnya banyak masyarakat yang belum mengetahui bahan pangan disekitar yang bisa dimanfaatkan untuk mencegah dan mengatasi masalah *stunting*. Sumber pangan yang banyak disekitar namun belum mampu dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat sebagai sumber gizi pencegah *stunting* antara lain adalah cangkang telur.

Hasil penelitian Sari (2016) bahwa kelompok anak-anak yang mengalami *stunting* cenderung memiliki asupan protein yang lebih rendah (lebih dari 1,87 kali daripada kelompok asupan protein cukup), prevalensi *stunting* pada kelompok asupan kalsium yang lebih rendah (3,625 kali daripada kelompok asupan kalsium cukup) dan prevalensi *stunting* pada kelompok asupan fosfor rendah (lebih besar 2,29 kali daripada kelompok asupan fosfor cukup). *Stunting* erat kaitannya dengan kebutuhan mineralisasi tulang yang sangat tinggi. Rendahnya asupan kalsium dapat mengakibatkan rendahnya mineralisasi matriks deposit tulang baru dan disfungsi osteoblast (Khairi *et al.*, 2010). Adapun kalsium dan fosfor erat kalitannya dengan kemampuan kalsium membentuk ikatan kompleks dengan fosfat untuk membentuk kekuatan tulang. Sehingga, lebih jauh jika terjadi kekurangan fosfor akan menyebabkan *osteomalasia* dan menyebabkan pelepasan kalsium dari tulang (Mikhail *et al.*, 2013).

Adapun pada penelitian ini, pembuatan bubuk cangkang telur unggas menggunakan *pretreatment* asam yakni perendaman dengan larutan asam. Hal ini karena 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. Alternatif untuk mengurangi aroma amis dan meningkatkan bioavailabilitas cangkang telur adalah dengan menggunakan *pretreatment* asam. *Pretreatment* asam adalah metode perlakuan awal sebelum bahan diproses di tahap selanjutnya yakni dengan cara merendam bahan di dalam larutan asam dengan konsentrasi dan waktu tertentu. Selain mampu mengurangi aroma

amis cari cangkang telur dan meningkatkan bioavailabilitas, perendaman dengan larutan asam juga efektif mengurangi waktu pengeringan, sehingga dapat menjaga gizi dan efek yang dihasilkan dari pengeringan secara organoleptik. Perendaman menggunakan pelarut asam (*pretreatment* asam) diharapkan mampu memperbaiki struktur fisik cangkang serta mengurangi komponen berbahaya dan menghilangkan senyawa organik dari cangkang (Aminah dan Wulandari, 2016).

Kalsium dalam cangkang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber kalsium bagi manusia melalui metode perendaman menggunakan pelarut kimia. Ada beberapa pelarut yang berasal dari asam yang cukup efektif yang dapat digunakan dalam proses pemurnian kalsium karbonat pada cangkang, hal ini dapat terlihat pada beberapa penelitian yakni penggunaan CH_3COOH , HCl , NaOH antara lain pada penelitian Yonata *et al.* (2017) yang meneliti kadar kalsium dan karakteristik fisik Serbuk cangkang telur unggas dengan perendaman berbagai pelarut yakni diawali dengan merendam cangkang telur pada suhu 100°C selama 15 menit dan selanjutnya air rendaman dibuang, kemudian merendam cangkang telur pada *waterbath* suhu 60°C selama 3 jam dengan perbandingan cangkang : pelarut adalah 1 : 2 (w/v). cangkang yang telah dibersihkan dengan aquades kemudian dikeringkan dengan *cabinet drier* suhu 50°C selama 3 jam.

Pretreatment asam adalah metode perlakuan awal sebelum bahan diproses di tahap selanjutnya yakni dengan cara merendam bahan di dalam larutan asam dengan konsentrasi dan waktu tertentu. Perbedaan konsentrasi dan lama perendaman akan mempengaruhi kadar proksimat dan mineral Bubuk cangkang telur yang dihasilkan. Adapun pada penelitian ini memodifikasi pada penelitian sebelumnya yakni Yonata *et al.* (2017) dan Rosnah (2021). Persentase konsentrasi larutan yang digunakan pada penelitian ini lebih rendah daripada penelitian Rosnah *et al.* (2021) yang merebus cangkang telur selama 15 menit, kemudian dikeringkan

cangkang telur terlebih dahulu pada oven suhu 200°C selama 10 menit, dan dihaluskan menjadi bubuk. Bubuk cangkang telur kemudian dilakukan maserasi perendaman 3 jam dengan menggunakan perendaman 4% HCl dengan kandungan 1:15 (w/v), selanjutnya di filtrasi dengan kertas saring dan residu dikeringkan dengan oven suhu 110°C - 115°C hingga kering selama 3 jam. Adapun bagian yang menggunakan asam asetat (CH_3COOH) yakni direbus pada air mendidih selama 15 menit kemudian dikeringkan dan ditambah 2N asam asetat (CH_3COOH) dengan menggunakan konsentrasi perbandingan bahan dan *pretreatment* yakni 1:2. Cangkang telur kemudian dipanaskan pada *water bath* selama 3 jam, dikeringkan di *cabinet drier* pada suhu $\pm 50^\circ\text{C}$ selama 3 jam, untuk selanjutnya diblender dan disaring. Hasil penelitian Rosnah *et al.*, (2021), memperlihatkan perbedaan kadar kalsium dengan perendaman HCl adalah $35,46 \pm 2,04\%$ dan menggunakan perendaman asam asetat kadar kalsium adalah $27,41 \pm 2,56\%$; adapun kadar fosfor ketika menggunakan perendaman HCl adalah $0,62 \pm 0,04\%$ dan menggunakan perendaman asam asetat kadar fosfor adalah $0,52 \pm 0,08\%$. Penelitian lain yakni Yonata (2017) meneliti kandungan kalsium cangkang telur berbagai jenis unggas dengan menggunakan perendaman asam dalam *waterbatch* yakni HCl , CH_3COOH dan NaOH konsentrasi 1:2 (w/v) dan dikeringkan dengan oven suhu 60°C selama 3 jam. Hasil terbaik pada cangkang telur bebek menggunakan CH_3COOH yakni (8,11%).

Tujuan lain dari perendaman asam tersebut antara lain mempercepat waktu pengeringan, meminimalkan kehilangan zat gizi dan efek dari pengeringan secara organoleptik. Perendaman asam akan menyebabkan tekanan dinding sel bahan meningkat, sehingga terjadi Perendaman asam akan menyebabkan tekanan dinding sel bahan meningkat, sehingga terjadi kerusakan sel yang menyebabkan bahan menjadi lunak dan berpori. Keadaan tersebut menyebabkan penguapan air menjadi mudah. Banyaknya uap

air akan menyebabkan massa bahan menjadi berkurang, dan kadar air menurun dalam jangka waktu pengeringan (Wudhaswari, 2013). Penggunaan *pretreatment* asam juga dilakukan karena 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 dengan *pretreatment* asam diharapkan mampu memperbaiki struktur fisik cangkang serta mengurangi komponen berbahaya dan menghilangkan senyawa organik dari cangkang (Aminah dan Wulandari, 2016).

Banyak penelitian telah mengkaji pengeringan cangkang telur dengan bahan perendam kimiawi. Adapun pada penelitian ini menggunakan *pretreatment* asam dari bahan alami. Bahan alami cenderung lebih mudah didapat, lebih ekonomis dan meminimalkan efek penggunaan bahan kimia. Penelitian ini menggunakan jenis asam yakni dari bahan alami jeruk nipis, belimbing wuluh dan asam jawa.

Jeruk nipis banyak kita jumpai dan dimanfaatkan untuk bahan pelengkap masakan dan minuman. Jeruk nipis mengandung kandungan asam sitrat, asam malat, dan asam askorbat yang merupakan kandungan terbanyak dalam jeruk nipis (Alice, 2010). Jeruk nipis juga mengandung banyak asam organik, asam sitrat dan asam malat. Jeruk nipis bahkan mengandung asam sitrat yakni 7-7,5% dari 100 g buah (Imanuela *et al.*, 2012), vitamin C sebanyak 27 mg/100 g jeruk kalsium (Ca) sebanyak 40 mg/100 g jeruk dan fosfor (P) sebanyak 22 mg/100 g jeruk (Hariana, 2006). Kandungan pH pada jeruk nipis yakni pH asam 2,48-2,5 (Price, 2000).

Belimbing wuluh adalah tanaman asli Indonesia dan panen sepanjang tahun, khususnya di musim penghujan. Belimbing wuluh banyak digunakan sebagai bumbu masak, penyedap makanan, penyegar, pengawet, pembersih noda, dan sebagai obat tradisional (Parikesit, 2011; Masruhen, 2010). Kandungan vitamin C pada buah belimbing wuluh sebesar 24,87 mg/ 100 g. Berbagai jenis

asam lainnya yakni asam format, asam asetat, asam malat, asam suksinat, asam sitrat, asam fumarat, asam oksalat (Muachtadi *et al.*, 2011; Saraswati dan Setyaningsih, 2018). Belimbing wuluh sangat mudah didapatkan bahkan terkadang tidak perlu membeli karena mudah dijumpai. Penelitian terkait *pretreatment* asam alami dengan belimbing wuluh belum banyak dikembangkan (Rahmawati dan Aryu, 2015). Belimbing wuluh juga memiliki banyak kandungan asam-asam organik antara lain asam format, asam asetat, asam fumarat, asam malat, asam sitrat, asam suksinat, asam tartarat, asam oksaloasetat, asam kuinat, asam sikimat dan asam oksalat

Asam jawa juga salah satu asam alami yang mudah didapat di berbagai tempat dan secara umum diolah sebagai bumbu masakan atau ramuan herbal. Kandungan yang cukup tinggi di dalamnya yakni vitamin V dan vitamin C. Asam tartar, asam asetat, asam sitrat, asam format, asam malat, asam suksinat, asam amino asam asetat, asam sitrat, asam format, asam malat, asam suksinat, asam amino, gula *invert* (25-30%), pectin, protein, lemak dan beberapa *pyrazine* dan *thiaoles* sebagai bahan yang menimbulkan bau (Rini dan Putri, 2014).

Berdasarkan uraian di atas, maka dibuatlah tujuan dari penelitian ini. Adapun tujuan penelitian inias adalah untuk mengevaluasi perbedaan *pretreatment* asam alami pada pengolahan bubuk cangkang telur.

METODE

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni-Agustus 2022. Proses pengeringan cangkang telur dilakukan di Laboratorium Produksi Peternakan dan Laboaratorium Produksi Agribisnis, Fakultas Pertanian Universitas Antakusuma Pangkalan Bun. Pengujian kadar proksimat dan mineral (kalsium dan fosfor) dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Ternak Faultas Peternakan Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin.

Materi Penelitian

Materi penelitian ini adalah cangkang telur ayam ras yang didapat dari toko-toko roti. Bahan pengasam didapat di pasar tradisional Palagan Sari, Pangkalan Bun. Bahan pengasam yang digunakan adalah asam jawa, jeruk nipis dan belimbing wuluh yang sudah matang masing – masing dengan konsentrasi 0,5% dengan berat cangkang telur 500 g. Rancangan Acak Lengkap pada penelitian ini menggunakan mesin pengering oven *memmert* UN 110, penghalus *laboratory blender waring* 8010BU *with staintess steel* dan pengayak 80 mesh.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilakukan dengan mengumpulkan cangkang telur dan membersihkan kotoran dan membran tipis di bagian dalam yang menempel pada cangkang telur dengan air mengalir. Cangkang telur dipanaskan pada air mendidih 100°C selama 30 menit. Hal ini berfungsi untuk menghilangkan mikroba *Salmonella*. Cangkang telur yang telah direbus kemudian ditiriskan dan dilakukan perendaman. *Pretreatment* asam merupakan metode perendaman cangkang telur dengan larutan asam yakni asam jawa 0,5%, belimbing wuluh 0,5% dan jeruk nipis 0,5% masing-masing selama 3 jam. Setelah dilakukan *pretreatment* asam, cangkang telur ditiriskan kemudian dikeringkan di oven selama 3 jam pada suhu 95°C. Konsentrasi dan waktu perendaman merupakan modifikasi pada hasil penelitian Yonata *et al.* (2017) dan Rosnal (2021). Perbedaan pada penelitian ini menggunakan larutan asam bahan alami yang lebih rendah dengan konsentrasi 0,5% dan lama perendaman selama 3 jam suhu ruang, yang bertujuan menjaga agar kandungan kalsium dan fosfor tidak banyak hilang akibat *demineralisasi* dan

denaturasi oleh asam. Penggunaan suhu yang lebih tinggi yakni 95°C dikarenakan semakin tinggi waktu pemanasan maka akan semakin banyak kadar air keluar dan memperbesar nilai padatan di dalamnya. Pengecilan ukuran dilakukan dengan cara Bubuk *diblender* dan diayak dengan ayakan 80 mesh. Tahap terakhir adalah cangkang telur dalam bentuk Bubuk dikemas dengan cara *disealer*.

Peubah Yang Diamati

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengukuran proksimat yakni meliputi kadar air, protein, lemak, serat kasar, karbohidrat dan abu, pengukuran mineral meliputi kadar kalsium dan fosfor dengan metode AAS pada Serbuk cangkang telur, serta dilakukan pengukuran rendemen dari hasil pengeringan (AOAC, 2005).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Cangkang telur adalah limbah dari berbagai macam industri, antara lain industri *bakery*, *frozen food*, rumah makan, hotel, rumah sakit, bahkan hingga industri rumah tangga. Banyak cara digunakan untuk mengubah cangkang telur yang awalnya hanya sebagai limbah saja, kini mulai dikenalkan sebagai suplemen makanan hewan, perlakuan pada pengolahan limbah, *food supplements*, katalis biodiesel, kosmetik, hingga pada sektor farmasi (Ajala *et al.*, 2018). Pada aspek pangan dan gizi, Serbuk cangkang telur merupakan salah satu alternatif bahan yang berpotensi dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan *stunting* saat ini. *Stunting* tidak disebabkan oleh satu jenis faktor, namun banyak faktor sangat berhubungan. terdapat tiga faktor utama penyebab *stunting* yaitu asupan makanan yang tidak seimbang (berkaitan dengan kandungan gizi dalam makanan yakni karbohidrat, protein, lemak, mineral, vitamin dan air), riwayat berat badan lahir rendah (BBLR) dan riwayat penyakit (Jumirah *et*

Tabel 1. Analisa Kadar Proksimat Bubuk Cangkang Telur (%)

Analisa	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Asam Jawa	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Belimbing Wuluh	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Jeruk Nipis	Bubuk Cangkang Telur Kontrol
Kadar Lemak	0,04 ± 0,00	0,05 ± 0,00	0,0600 ± 0,00	0,0525 ± 0,00
Kadar Protein	3,16 ± 0,00 ^a	3,78 ± 0,01 ^c	3,5333 ± 0,05 ^b	3,8800 ± 0,01 ^d
Kadar Serat Kasar	1,74 ± 0,00 ^c	1,56 ± 0,01 ^a	1,7133 ± 0,01 ^b	1,8667 ± 0,02 ^d
Kadar Abu	79,27 ± 0,21 ^a	80,83 ± 0,70 ^{a,b}	82,92 ± 3,24 ^b	91,18 ± 0,40 ^c
Kadar Air	0,36 ± 0,03 ^b	0,47 ± 0,01 ^c	0,25 ± 0,01 ^a	0,56 ± 0,07 ^d

Keterangan: Nilai rata-rata yang ditandai dengan huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada uji lanjut Duncan taraf 5%.

al., 2006). Defisiensi zat gizi mikro (terutama vitamin D, kalsium dan fosfor) banyak terjadi pada masyarakat berpenghasilan rendah, padahal zat gizi tersebut sangat berperan pada pertumbuhan linier anak di kemudian hari (Sougandis, 2013).

Salah satu permasalahan pada pengaplikasian Bubuk cangkang telur adalah proses pada dekomposisi cangkang telur yang menghasilkan ammonia, hydrogen sulfide dan amina. Secara umum juga menghasilkan aroma yang kurang sedap akibat bakteri patogen sebagai contoh *Eschericia coli* dan *Salmonella* (Owuamanam dan Cree, 2020). Penggunaan *pretreatment* asam yakni melalui perendaman larutan bahan asam, diharapkan mampu meminimalkan efek tersebut di atas.

Kadar Proksimat

Kadar Air

Pretreatment asam berpengaruh terhadap kadar air bahan (Reza *et al.*, 2019). Kadar air yang rendah pada Bubuk cangkang telur karena proses pengeringan ketika diolah menjadi Bubuk (Ray *et al.*, 2017). Pada penelitian, waktu pengeringan adalah sama yakni 3 jam. Kadar air Bubuk cangkang telur pada setiap perlakuan *pretreatment* asam memberikan nilai akhir kadar akhir yang berbeda. Nilai kadar air terendah ditunjukkan pada *pretreatment* jeruk nipis yakni 0,25%, dan kadar air tertinggi pada kontrol yakni 0,56%.

Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan *pretreatment* asam efektif untuk mengurangi kadar air pada Bubuk cangkang telur, yang menyebabkan bahan pangan menjadi lebih awet. Kadar air yang tinggi pada bubuk cangkang telur akan menyebabkan mikroba cepat berkembang sehingga produk menjadi mudah rusak (Winarno, 2002). Serbuk cangkang telur *pretreatment* jeruk nipis memiliki kadar air yang paling rendah, sehingga dapat melambatkan pertumbuhan mikroorganisme yang berkembang baik pada bahan sehingga proses kerusakan pada bahan pangan akan berlangsung lebih lama.

Hal ini terkait kandungan jeruk nipis yakni atsiri limonene dan asam sitrat (Sethpakdee, 1992) dan juga vitamin C yang dapat mempercepat penguapan kadar air pada bahan, sehingga hasil akhirnya menghasilkan kadar air paling rendah. Pada banyak penelitian menerangkan bahwa *pretreatment* dengan asam sitrat ataupun bahan yang mengandung banyak asam sitrat (seperti jeruk nipis dan lemon) sebelum dilakukan proses pengeringan akan menghasilkan produk hasil pengeringan dengan kualitas fisik yang terbaik (Nyangena *et al.*, 2019).

Banyak penelitian menggunakan senyawa asam atau basa secara komersial untuk *pretreatment*, sebagai contoh potassium, sodium hidroksida, potassium karbonat, potassium metabisulfit, metil dan eter ester emulsi, asam sitrat dan asam askorbat (Osdemir

etal., 2016). Perlakuan *pretreatment* pada awal pengolahan menggunakan pengeringan akan meningkatkan difusi air, mengurangi waktu pengeringan, sehingga efek dari *pretreatment* yakni berubahkan kadar air mengikuti waktu. Penggunaan senyawa asam alami, yakni jeruk nipis, belimbing wuluh dan asam jawa yang dilakukan dengan perendaman, dan kesemuanya mengandung asam sitrat di dalamnya, akan meningkatkan permeabilitas membran sel sehingga mengarah pada peningkatan difusi air. Pengeringan dengan menggunakan *pretreatment* kimiawi akan meningkatkan difusi kadar air akibat dari *waxy layer* yang dihasilkan (Doymaz, 2017). *Pretreatment* asam akan membuat *waxy layer* pada permukaan bahan yang dikeringkan sehingga menghasilkan transfer massa melewati membran. Perpindahan kadar air yang masih basah di bagian dalam akan mudah dipindahkan ke bagian permukaan melalui percepatan evaporasi (Brar, 2017; 2020).

Kadar Abu

Bagian terbesar pada komposisi bubuk cangkang telur adalah kadar abu yang dihasilkan, dan merupakan zatan organik (Tabel 1). Serbuk cangkang telur *pretreatment* jeruk nipis memiliki kadar air yang paling rendah, sehingga dapat melambatkan pertumbuhan mikroorganisme yang berkembang baik pada bahan sehingga proses kerusakan pada bahan pangan akan berlangsung lebih lama (Khan dan Nowsad, 2012).

Nilai kadar abu Serbuk cangkang telur pada kontrol lebih tinggi (91,18%) jika dibandingkan dengan Serbuk yang menggunakan *pretreatment* asam. Hal ini karena proses perendaman dengan *pretreatment* asam akan menyebabkan demineralisasi, yaitu suatu proses keadaan dimana terjadi kehilangan ion-ion mineral terutama pada pH kritis, yakni terjadi mulai pH 5,5. Seperti diketahui bahwa mineral utama pada serbuk cangkang telur adalah Ca (kalsium) dan P (fosfor). Terendamnya dalam larutan asam akan menyebabkan sejumlah ion mineral hilang tanpa merusak

integritas strukturnya (Cecilia, 2017). pH asam pada perlakuan *pretreatment* asam akan menyebabkan proses demineralisasi leboh cepat, karena pH yang rendah akan meningkatkan konsentrasi ion idrogen dan ion ini akan menyebabkan terurainya kalsium dan fosfat (Abou *et al.*, 2016).

Kadar Protein

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa *pretreatment* asam berpengaruh sangat nyata pada kadar protein. Kadar protein tertinggi pada bubuk cangkang telur *pretreatment* asam yakni belimbing wuluh 3,78%; namun angka tersebut masih kurang jika dibandingkan dengan kontrol yakni 3,88%. Kadar protein yang dihasilkan akibat proses pemanasan sehingga terjadi pemekatan partikel padat, dan menghasilkan kadar protein yang tinggi. Penggunaan *pretreatment* asam menghasilkan nilai protein yang lebih rendah daripada kontrol, hal ini karena senyawa asam diduga mampu menyebabkan denaturasi pada protein Bubuk cangkang telur selama proses perendaman. Denaturasi protein bisa disebabkan oleh banyak faktor, antara lain kondisi fisikokimia, pH, kekuatan ion, konstanta dielektrik, radiasi dan agen kimia yang mengikat dengan ikatan intramolekular non kovalen sebagai contoh adalah larutan senyawa organik (Masson dan Lushchekina, 2022). Penggunaan larutan asam pada penelitian termasuk asam lemah sehingga belum sepenuhnya mampu memutuskan ikatan protein yang ada, sehingga proses deproteinasi bubuk cangkang telur belum maksimal (Arianto *et al.*, 2022)

Kadar Lemak

Proses pengolahan sangat erat berpengaruh terhadap kadar lemak, terutama pada jenis metode pengeringan yang menggunakan panas dan media penghantar panas. Penggunaan asam erat kaitannya dengan kemampuan meluruhkan kadar lemak pada bahan. *Pretreatment* asam berfungsi sebagai *acidifier* (Krismiyanto *et al.*, 2020). Pada hasil memperlihatkan bahwa tidak ada perbedaan pada setiap *pretreatment* asam

Tabel 2. Kadar Kalsium dan Fosfor Bubuk Cangkang Telur

Parameter	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Asam Jawa	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Belimbing Wuluh	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Jeruk Nipis	Bubuk Cangkang Telur Kontrol
Kalsium (Ca) (%)	84,68 ± 0,07 ^a	85,76 ± 0,02 ^b	87,33 ^c	87,86 ± 0,04 ^d
Fosfor (F) (%)	0,97 ± 0,01 ^d	0,85 ± 0,00 ^c	0,80 ± 0,00 ^a	0,84 ± 0,00 ^b

Keterangan: Setiap perlakuan *pretreatment* asam memberikan hasil yang berbeda terhadap persentase mineral kalsium dan fosfor.

terhadap kadar lemak cangkang telur.

Kadar Kalsium dan Fosfor

Hasil penelitian dengan menggunakan *pretreatment* asam alami yakni konsentrasi 0,5% dan perendaman 3 jam, untuk selanjutnya dikeringkan di oven suhu 95°C memperlihatkan nilai yang lebih tinggi (Tabel 2).

Pengukuran kalsium dan fosfor dilakukan dengan metode alat ukur AAS. Kadar kalsium dan fosfor terbaik berdasarkan kadar kalsium tertinggi. Kadar kalsium tertinggi perlakuan terdapat pada Bubuk cangkang telur *pretreatment* jeruk nipis (87,33%), disusul dengan Bubuk cangkang telur *pretreatment* belimbing wuluh (85,76%) dan *pretreatment* asam jawa (84,68%); meskipun angka ini masih lebih rendah dibandingkan kadar kalsium Bubuk cangkang telur kontrol yakni 87,86%. Bubuk cangkang telur dengan berbagai jenis *pretreatment* asam memberikan hasil yang berbeda terhadap kadar kalsium.

Adapun pengukuran kadar fosfor, nilai paling tinggi yakni Bubuk cangkang telur dengan *pretreatment* asam jawa, yakni 0,97%, selanjutnya Bubuk cangkang telur *pretreatment* belimbing wuluh (0,85%), kontrol (0,84%) dan *pretreatment* jeruk nipis (0,80%). 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).

Penurunan kadar kalsium pada pembuatan Bubuk cangkang telur *pretreatment* asam dikarenakan adanya asam yang akan bereaksi dengan kalsium karbonat pada cangkang telur akan terurai ketika bereaksi dengan senyawa asam, sebagian kecil ada yang ikut terlarut, dan sebagian kecil lainnya akan mengendap (Vogel, 1985). *Pretreatment* asam membuat cangkang telur yang memiliki mineral kompleks dan berikatan dengan komponen lain akan terurai menjadi ion sederhana sehingga akan mudah larut. Hal ini diharapkan mampu membuat mineral kalsium dan fosfor akan mudah terserap oleh tubuh ketika dikonsumsi. Adapun kandungan kalsium dan fosfor pada bubuk cangkang telur kontrol dipengaruhi oleh jenis ternak, pakan, kemampuan mengabsorpsi kalsium dan fosfor (Radianto *et al.*, 2013).

Penelitian Wati dan Suryana (2021) memperlihatkan bahwa balita yang kekurangan sumber asupan kalsium akan berisiko 35 kali lebih besar terjadi *stunting* jika dibandingkan dengan balita yang memiliki kecukupan kalsium. Lebih lanjut dikemukakan oleh De Assumpcao *et al.* (2016) bahwa asupan kalsium remaja di Indonesia 88,6% belum mencukupi. Hal ini berdampak terutama pada perempuan yang akan mempersiapkan kehamilan di kemudian hari.

Tabel 3. Rendemen Bubuk Cangkang Telur

Parameter	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Asam Jawa	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Belimbing Wuluh	Bubuk Cangkang Telur <i>Pretreatment</i> Jeruk Nipis	Bubuk Cangkang Telur Kontrol
Rendemen (%)	84,66 ± 0,57 ^a	91,00 ± 1,0 ^b	92,83 ± 0,76 ^c	92,0 ± 3,43 ^{bc}

Keterangan: Setiap perlakuan *pretreatment* asam akan memberikan hasil yang berbeda terhadap persentase rendemen.

Potensi bubuk cangkang telur sebagai sumber kalsium dan fosfor diharapkan mampu menjadikan cangkang telur menjadi alternatif pangan untuk mengatasi permasalahan *stunting* yang ada. Kalsium pada bubuk cangkang telur diharapkan mampu mensuplai kebutuhan kalsium tubuh, dan didapatkan dengan harga yang murah (karena selama ini cangkang telur menjadi limbah industri rumah tangga). Kejadian *stunting* berhubungan dengan asupan kalsium. Asupan kalsium yang rendah menyebabkan proses mineralisasi matriks deposit tulang baru menjadi terhambat sehingga menghambat kinerja osteoblast. Kekurangan kalsium dapat mempengaruhi pertumbuhan tulang, rakhitis bahkan apabila kekurangan dalam tingkat berat dapat menyebabkan terjadinya *stunting* (Khairi *et al.*, 2011; Prentice *et al.*, 2012). Hal ini karena pada masa pertumbuhan, sangat dibutuhkan zat-zat gizi yang berhubungan dengan mineralisasi tulang. Pemenuhan sumber kalsium yang rendah akan menyebabkan gangguan hipokalsemia yang menyebabkan tingkat mineralisasi matriks deposit tulang baru lebih rendah dan terjadi disfungsi osteoblas (Khairi *et al.*, 2016). Hal ini secara langsung akan berdampak pada pertumbuhan apabila kadar kalsium pada tulang kurang dari 50% (Prestince *et al.*, 1993).

Adapun kalsium dan fosfor bekerjasama membentuk ikatan kompleks untuk memberikan kepadatan tulang. Kekurangan fosfor akan mengganggu pertumbuhan, dan dalam jangka waktu lama akan menyebabkan osteomalasia. Penelitian Mikhiail *et al.* (2013) memperlihatkan bahwa balita *stunting* memiliki asupan kalsium dan fosfor lebih rendah daripada balita yang tidak mengalami

stunting. Kandungan gizi di dalam bubuk cangkang telur berpotensi mencegah risiko *stunting*, terutama pada kandungan kalsium dan fosfor (Tabel 1 dan Tabel 2). Simpanan kandungan kalsium dan fosfor yang didapat pada bahan pangan yang dikonsumsi akan membentuk matriks organik berbentuk Kristal hidropksiapatit selama proses mineralisasi dan memberikan pondasi kekuatan pada tulang. Apabila tubuh kekurangan kalsium dan fosfor, ataupun rasio kebutuhan kalsium dan fosfor yang tidak seimbang, maka selanjutnya akan mempengaruhi pertumbuhan tulang (Li *et al.*, 2012).

Rendemen

Rendemen tertinggi didapat pada Bubuk cangkang telur *pretreatment* jeruk nipis yakni 92,83%, selanjutnya Bubuk cangkang telur kontrol (92,0%), *pretreatment* belimbing wuluh (91%) dan *pretreatment* asam jawa (84,66%). Perbedaan *pretreatment* asam berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen bubuk cangkang telur. Tabel 3 memperlihatkan bahwa penggunaan *pretreatment* asam berpengaruh terhadap rendemen. Tinggi rendahnya rendemen bubuk cangkang telur disebabkan perbedaan komponen penyusun cangkang akibat *pretreatment* asam, khususnya pada komponen mineral. Proses pengeringan pada pembuatan bubuk cangkang telur berpengaruh pada rendemen hasil. Mineral pada cangkang telur relatif stabil bahkan hingga ke tahap pengolahan menjadi bubuk (Nurlaela *et al.*, 2014).

Bubuk cangkang telur *pretreatment* asam akan menyebabkan rendemen bahan lebih rendah daripada rendemen kontrol.

Hal ini karena adanya perendaman dengan asam menyebabkan kandungan air pada bahan beserta komponen-komponen lain yang terkandung dalam bahan akan larut dalam air rendaman, yakni terikat oleh bahan asam pada *pretreatment* sehingga mengakibatkan kandungan air dalam bahan dan komponen-komponen lain yang larut dalam air rendaman akan ikut menguap pada saat proses pengeringan dan berpengaruh rendemen bubuk yang dihasilkan akan semakin menurun (Reza *et al.*, 2019). Pada penelitian ini, lama perendaman pada perlakuan cangkang telur adalah sama, yakni 3 (tiga) jam. Hal ini mengindikasikan bahwa setiap jenis asam yang digunakan sebagai perendam memiliki karakteristik yang berbeda-beda untuk melakukan penetrasi ke dalam cangkang telur. Dalam hal ini, *pretreatment* asam jawa memiliki tingkat keasaman yang kuat, sehingga kandungan air pada bahan dan komponen lain dalam bahan akan larut dalam air dan terikat dengan asam jawa sehingga kandungan air dalam bahan dan komponen lain akan ikut menguap saat proses pengeringan akan berpengaruh pada rendemen bubuk yang dihasilkan sehingga akan menurun. Menurut Mastiani *et al.* (2018) menyatakan bahwa panas yang diberikan ada suatu bahan akan menyebabkan ikatan kimia bahan menjadi renggang, dan beberapa komponen penyusun cangkang maupun jenis mineral menjadi sangat mudah terhidrolisis ketika direndam dengan *pretreatment* asam.

Pada penelitian, pH yang digunakan adalah pH asam ($\text{pH} < 7$). *Pretreatment* asam menyebabkan denaturasi dan demineralisasi menjadi lebih cepat, sehingga rendemen yang dihasilkan menjadi lebih rendah (Litavy dan Joko, 2013). Sehingga dalam hal ini, kondisi pH (baik di bawah 7 ataupun di atas 7) akan sangat mempengaruhi hal tersebut di atas. Pada kontrol, karena kondisi netral ($\text{pH} = 7$) maka menyebabkan tahapan denaturasi berjalan lebih lambat, dan menghasilkan rendemen yang lebih tinggi yakni pada bubuk cangkang telur kontrol jika dibandingkan dengan bubuk cangkang telur dengan menggunakan

pretreatment asam. Tingkat kemudahan setiap sampel untuk hancur berbeda-beda, sehingga akan berpengaruh terhadap tingkat kehalusan dan rendemen Bubuk. Hal tersebut juga diduga dapat dipengaruhi oleh metode penggilingan yang dilakukan.

KESIMPULAN

Perlakuan *pretreatment* asam menghasilkan perbedaan nilai gizi pada proses pembuatan Bubuk cangkang telur. Secara umum, *pretreatment* asam jeruk nipis 0,5% berpotensi mempertahankan nilai gizi proksimat dan rendemen Bubuk cangkang telur.

DAFTAR PUSTAKA

- Abou Neel, E.A., Aljabo, A., and Strange A. 2016. Demineralization-reminerzalization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine*, 11: 4743–4763.
- Ajala, E. O., Eletta, O., Ajala, M. A., Oyeniya, S. K. 2018. Characterization and evaluation of chicken eggshell for use as a bio-resource. *Arid Zone J Eng Technol Environ*, 14(1): 26-40.
- Arianto, R., S.N. Nurbaeti., F. Nugraha., I. Fajriaty., H. Kurniawan, dan A. Pramudio. 2022. Pengaruh Isolasi Cangkang Telur Ayam Ras Petelur Terhadap Kadar Abu. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR)* Vol 4 (2) : 247-452.
- Association of Official Analytical Chemis (AOAC). 2005. *Official Methods of Analysis*. The Association of Official Analytical Chemist. A.O.A.C. Inc., Washington, DC.Chap. 4.8.02.
- Brara, H.S., P. Kaura, J. Subramanianb, G.R. Nairc, and A. Singh. 2020. Effect of Chemical Pretreatment on Drying Kinetics and Physio-chemical Characteristics of Yellow European

- Plums International Journal Of Fruit Science, 20(S2): S252–S279.
- Cecilia, G. J. Lunardhi. 2017. Kemampuan bioaktif glass (Novamin) dan casein peptide amorphous calcium phosphate (CPP-ACP) terhadap demineralisasi enamel. *Conserv. Dent. J.*, 7(2): 111–119.
- De Assumpção, D. 2016. Calcium intake by adolescents: A population-based health survey', *Jornal de Pediatria*: 251–259.
- Doymaz, I. 2020. Impact of citric acid on the drying characteristics of kiwifruit slices. *Acta Scientiarum Vol.* 42.
- Doymaz, İ. 2017. Drying kinetics, rehydration and colour characteristics of convective hot-air drying of carrot slices. *Heat Mass Transf.* 53(1): 25–35.
- Hariana, A. 2006. Tumbuhan obat dan khasiatnya. Penebar Swadaya, Jakarta, hal. 73-74.
- Imanuela, M., Sulistyawati, dan M. ansori. 2012. Penggunaan asam sitrat dan natrium bikarbonat dalam minuman jeruk nipis berkarbonasi. *Food Science Culinary Education Journal*, volume 1(1): 27-30.
- Jumirah, M., Lubis, Z. dan Aritonang, E. 2006. Status Gizi Dan Tingkat Kecukupan Energi Dan Protein Anak Sekolah Dasar Di Desa Namo Gajah, Kecamatan Medan Tuntungan. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Khairy, S. A. M., Mattar, M. K., Refaat, L. A. M., and El-Sherbeny, S. A. 2010. Plasma Micronutrient Levels of Stunted Egyptian School Age Children. *Kasr El Aini Medical Journal* 16(1).
- Krismiyanoto, L., N. Suthama, Tristiarti, dan D.E. Prabowo. 2020. Penambahan Sari Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai Acidifier terhadap Profil Lemak Darah pada Ayam Pelung. *Tropical Animal Science*, 2(1): 27-32.
- Li j., Yuan, J., Guo, Y., Sun, Q., and Hu, X. 2012. The influence of dietary calcium and phosphorus imbalance on intestinal NaPi-IIb and Calbindin mRNA Expression and tibia parameters of broilers. *Asian-Aust J Anim*, 25(4):552-558.
- Lingga, P. 1990. Bertanam Belimbing. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Litaay, C dan J. Santoso. 2013. Pengaruh Perbedaan Metode Perendaman dan Lama Perendaman terhadap Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ikan Cikalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 5(1): 85-92.
- Masruhen. 2010. Pengaruh Pemberian Infus Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L) Terhadap Kadar Kolesterol Darah Tikus. *J Farmasains*, 1(1): 1-5.
- Masson, P. dan S. Lushchekina. 2022. Conformational Stability and Denaturation Process of Proteins Investigated by Electrophoresis under Extreme Conditions. *Review. Molecules*, 27: 1-31.
- Mastiani, N., V. Amalia, dan T. D. Rosahdi. 2018. Potensi Penggunaan Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Ion Logam Fe (III). *Al-Kamiya*. 5(1): 42-47.
- Mikhail, W. Z. A., Sabhy, H. M., El-Sayed, H. H., Khairy, S. A., Salem, H. Y. H. A., and Samy, M. A. 2013. Effect of Nutritional Status on Growth Pattern of Stunted Preschool Children in Egypt. *Academic Journal of Nutrition*, 2(1):01- 09.
- Muchtadi., T. Sugiyono, dan F. Ayustaningwarno. 2011. Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan Alfabeta. Bogor. Hlm. 181-182.
- Nia, N., Susanti., Y. Sukmawardani, dan I. Musfiroh. 2016. Analisis Kalium dan Kalsium pada Ikan Kembung dan Ikan Gabus. *IJPST*: 26-30.
- 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
- Nyangena, I., W. Owino, J. Ambuko, and S. Imathiu. 2019. Effect Of Selected Pretreatments Prior To Drying On Physical Quality Attributes Of Dried Mango Chips. *Journal of Food Science and Technology*, 56: 3854-3863.
- Parikesit. 2011. *Khasiat dan Manfaat Belimbing Wuluh: Obat Herbal Sepanjang Zaman*. Penerbit Stomata. Surabaya.
- Price, R.B.T., Sedarous, M., and Hiltz G. S. 2000. The pH of Tooth-Whitening Products. *J Can Dent Assoc*. 66: 421-426.
- Prentice, A., Dibba, B., Sawo, Y., and Cole, T. J. 2012. The Effect of Prepubertal Calcium Carbonate Supplementation on The Age of Peak Height Velocity in Gambian Adolescents. *Am J Clin Nutr*. 96: 1042-50.
- Owuamanam, S. dan Cree, D. 2020. Progress Of Bio-Calcium Carbonate Waste Eggshell And Seashell Fillers In Polymer Composites: A review. *J Composit Sci*, 4(2):70.
- Prentice, A., and Bates, C. J. 1993. An appraisal of the adequacy of dietary mineral intakes in developing countries for bone growth and development in children. *Nutr Res Rev*, 6(1): 51-69.
- Profil Kesehatan Indonesia 2019. 2020. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Purnamasari, N. 2013. Pengaruh Jenis Pelarut dan Variasi Suhu Pengering Spray Dryer terhadap Kadar Karotenoid Kapang Oncom Merah (*Neurospora* sp.) *Jurnal Teknosains Pangan*, 2: 107-114.
- Rahadianto, A., O. Sjojfan., dan I. H. Djumadi. 2013. Efek Penambahan Beberapa Sumber Kalsium dalam Pakan terhadap Kualitas Eksternal Telur Ayam Petelur. Skripsi. Fakultas Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang.
- Rahmawati. 2015. Fortifikasi Kalsium Cangkang Telur pada Cookies –*Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(3): 1050-1061.
- Rahmawati, R. D. dan Aryu, C. 2015. Pengaruh Pemberian Sari Buah Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi* L.) Terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Sprague Dawley. *Journal of Nutrition College*, 4(2): 486-491.
- Reza, U., B. S. Putra., dan D. Nurba. 2019. Pengaruh Lama Perendaman Dalam Larutan Natrium Metabisulfite Terhadap Karakteristik Tepung Labu Kuning. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 4(3): 115-125.
- Rosnah, R., N Astuti., Taslim., A. M. Aman., I. Idris., S. As'ad., A. Bukhari, and E. Wahyudin. 2021. Physicochemical Characteristics of Chicken Eggshell Flour Produced by Hydrochloric Acid and Acetic Acid Extraction. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 9(A): 428-432.
- Sari, E., M. Juffrie., N. Nurani, dan M. N. Sitaresmi. 2016. Asupan protein, kalsium dan fosfor pada anak stunting dan tidak stunting usia 24-59 bulan. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 12(4): 152-159.
- Saraswati, R. A., dan E. Setyaningsih. 2018. Potensi Tanaman Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*) terhadap Beberapa Penyakit Pada Sistem Cardiovascular. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek Iii (2018)*: 155-160.
- Sethpakdee, S. 2002. Citrus aurantifolia. *Adible Fruit and Nut: Porsea Sent Resources of South East Asia*, 2: 126-128.
- Souganidis, E. 2013. The Relevance of Micronutrients to The Prevention of Stunting. *Nutrition and Food Facts. Sight and life*, 26.

- Vogel, A. I. 1985. Buku Teks Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro. Edisi ke-5. Bagian II. PT. Kalman Media Pustaka, Jakarta.
- Wati, A. dan Suryana. 2021. Intake of phosphorus and calcium on stunting in toddlers aged 24-59 months *Journal of Applied Nutrition and Dietetic* Volume 1(1): 43-48.
- Widhaswari, Viprilla, A. dan Widya R P. 2013. Pengaruh Modifikasi Kimia STTP Terhadap Karakteristik Tepung Ubi Jalar Ungu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 2(3): 121-128.
- Winarno. 2002. *Kimia Pangan dan gizi*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Yonata, S. D., S. Aminah., dan W. Heoelisyorini. 2017. Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut *Jurnal Pangan dan Gizi*, 7(2): 82-93.