

Pemanfaatan hasil samping cangkang telur untuk fortifikasi kalsium pada berbagai produk pangan: tinjauan literatur

[Utilization of eggshell by-products for calcium fortification in various food products: literature review]

Suci Apsari Pebrianti^{1*}, Fikri Muhamad Ilyas²

^{1,2} Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Tasikmalaya Jawa Barat

* Email korespondensi : suciapsaripeb@unsil.ac.id

ABSTRACT

The level of production and consumption of chicken eggs in Indonesia continues to increase. This condition will be in line with the amount of eggshell waste that has not been utilized properly. Egg shells are rich in calcium and have the potential to be used as a calcium source in the form of powder or flour through fortification into various foods. As for right now, there is no literature study available that addresses the impact of eggshell powder addition as a calcium fortification affects the characteristics and level of acceptance of various food products This literature review used the scoping review method, and the articles used in this review were obtained through searches using Google Scholar, ResearchGate, and PubMed. The results of this literature review show that eggshell powder is suitable to be added to food products as a source of calcium. Adding eggshell powder can greatly increase the calcium content of a variety of foods. Aroma, taste, and texture are the organoleptic characteristics that are mainly impacted by the addition of eggshell powder. The addition of eggshell powder is generally contradictory to the degree of liking and acceptability of the product. The degree of product acceptance and liking tends to decrease as eggshell powder concentration increases. Thus, it is imperative to perform suitable calculations concerning the highest concentration of eggshell powder applied to preserve the food product's unique qualities and attributes while preventing a decline in the product's degree of acceptance or liking.

Keywords: calcium, eggshell, fortification.

ABSTRAK

Tingkat produksi dan konsumsi telur ayam di Indonesia terus mengalami peningkatan. Kondisi tersebut akan sejalan dengan jumlah limbah cangkang telur yang selama ini tidak termanfaatkan dengan baik. Cangkang telur kaya akan kandungan kalsium dan berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber kalsium dalam bentuk bubuk atau tepung melalui fortifikasi ke dalam berbagai olahan pangan. Sejauh ini, belum tersedia kajian literatur yang membahas dampak penambahan bubuk cangkang telur sebagai upaya fortifikasi kalsium terhadap karakteristik dan tingkat penerimaan berbagai produk pangan. Metode yang digunakan pada tinjauan literatur ini adalah *scoping review* Artikel-artikel yang digunakan pada artikel ini diperoleh melalui pencarian menggunakan *Google scholar*, *ResearchGate*, *PubMed*. Hasil tinjauan literatur menunjukkan bahwa bubuk cangkang telur layak ditambahkan pada produk pangan sebagai sumber kalsium. Penambahan bubuk cangkang telur dapat meningkatkan kadar kalsium berbagai olahan pangan secara signifikan. Aroma, rasa, dan tekstur adalah karakteristik organoleptik yang paling banyak terpengaruh akibat penambahan bubuk cangkang telur. Penambahan bubuk cangkang telur secara umum bersifat kontradiktif terhadap tingkat kesukaan dan daya terima produk, Semakin tinggi konsentrasi bubuk cangkang telur cenderung akan menurunkan tingkat kesukaan dan daya terima produk. Oleh karena itu, perlu dilakukan kalkulasi yang tepat terkait konsentrasi maksimal bubuk cangkang telur yang ditambahkan agar kualitas dan karakteristik khas dari produk pangan tetap terjaga dan tidak terjadi penurunan tingkat kesukaan maupun daya terima produk.

Kata kunci: cangkang telur, fortifikasi, kalsium.

Pendahuluan

Telur ayam merupakan sumber protein hewani yang baik dengan adanya kandungan asam amino esensial. Ketersediaan telur dan aksesnya di pasaran juga relatif stabil dan didukung dengan harga yang cukup terjangkau menjadikan telur sebagai salah satu sumber protein hewani utama yang banyak dikonsumsi di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Produksi telur ayam petelur maupun ayam buras di Indonesia cenderung mengalami peningkatan dari 2021 sampai dengan 2023. Data Badan Pusat Statistik (Badan Pusat Statistik, 2024b, 2024a) mencatat produksi telur dari ayam petelur mencapai 5,16 juta ton (2021), 5,57 juta ton (2022) dan 6,12 (2023) sedangkan produksi telur dari ayam buras jauh lebih rendah, yaitu 367 ribu ton (2021), 389 ribu ton (2022), dan 388 ribu ton (2023). Selain tingkat produksi telur yang cukup tinggi, data konsumsi telur di Indonesia juga menunjukkan tren peningkatan, yaitu 18,92 kg/kapita/per (2021) dan 20,02 kg/per kapita/per tahun (2022) (Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian, 2022).

Tingginya tingkat produksi dan konsumsi telur akan berbanding lurus dengan limbah dari cangkang telur yang dihasilkan. Sebanyak 90% bagian telur dikonsumsi sedangkan 10% lainnya umumnya dibuang sebagai limbah dalam bentuk cangkang telur. Menurut *Environmental Protection Agency*, cangkang telur menduduki peringkat ke-15 sebagai limbah utama olahan pangan (Waheed et al., 2020) dengan prediksi limbah cangkang telur mencapai 50.000 – 250.000 ton (Das et al., 2022; Saratale et al., 2021). Sebagian besar cangkang telur hanya berakhir di tempat pembuangan sampah tanpa dilakukan pengelolaan ataupun pengolahan lebih lanjut untuk dikonversi menjadi produk yang memiliki nilai manfaat. Limbah cangkang telur dikategorikan sebagai limbah berbahaya berdasarkan *European Commission Regulations* (Mignardi et al., 2020). Bahaya kesehatan dari limbah cangkang telur yang tidak ditangani dengan baik dapat timbul akibat kandungan nutrisi pada membran cangkang telur yang dapat menarik kedatangan hama seperti tikus dan lainnya serta risiko adanya pertumbuhan fungi. Dampak buruk dari limbah cangkang telur juga dapat mengenai hewan, tumbuhan, dan lingkungan yang berasal dari sifat abrasive, bau dan polusi udara serta penyebaran patogen yang ditimbulkan limbah cangkang telur (Saratale et al., 2021; Waheed et al., 2020)

Cangkang telur terdiri dari bahan kering (98%) dan air (2%). Sebagian besar bahan kering dari cangkang telur berasal dari abu, yaitu sebanyak 79-93% dan protein sebanyak 3-5% (Pebrianti et al., 2023; Wijinindyah et al., 2023). Mineral utama yang mendominasi adalah kalsium yang berada dalam bentuk CaCO_3 , yaitu sebanyak 85-95%, beberapa *trace elements* seperti Zn, P, Fe, Mg, Zn, dan Cu (Luo et al., 2020; Ray et al., 2017; Wijinindyah et al., 2023). Kandungan kalsium pada cangkang telur mencapai 34-38% (Arnold et al., 2022; Ray et al., 2017) yang menunjukkan potensi cangkang telur sebagai sumber kalsium. Brun et al. (2013) melaporkan bahwa studi *in vivo* penyerapan kalsium dari cangkang telur pada tikus mencapai 45,59%, tidak berbeda signifikan dengan penyerapan kalsium yang berasal dari sulemen CaCO_3 . Oleh karena itu, upaya memanfaatkan cangkang telur perlu dilakukan guna meminimalisir bahaya yang ditimbulkan dan lebih utama adalah untuk memperoleh manfaat dari kandungan kalsium yang ada pada cangkang telur.

Kalsium merupakan mineral esensial yang dibutuhkan untuk fungsi fisiologis, proses metabolisme, dan pemeliharaan jaringan tulang dan gigi pada tubuh manusia. Beberapa kondisi kesehatan yang berkaitan dengan asupan kalsium diantaranya adalah defisiensi kalsium, osteoporosis, stunting, dan penggumpalan darah (Afzal, 2020; Arnold et al., 2022; Sari et al., 2016). Rekomendasi

kebutuhan harian kalsium berdasarkan umur dan jenis kelamin adalah 200 mg untuk usia 0-6 bulan, 250 mg untuk usia 7-11 bulan, 650 mg untuk usia 1-3 tahun, 1100 mg untuk usia remaja dan dewasa, 1300 mg untuk ibu hamil dan atau ibu menyusui (Badan Pengawas Obat dan Makanan, 2016). Umumnya, kebutuhan kalsium diperoleh dari konsumsi produk berbasis susu, tetapi bagi mereka yang tidak mengkonsumsi produk berbasis susu, maka sulit untuk dapat memenuhi kebutuhan kalsium harian. Oleh karena itu, sumber kalsium lain diperlukan selain berasal dari produk berbasis susu, salah satunya dari cangkang telur.

Pemanfaatan cangkang telur sebagai sumber kalsium dilakukan dengan terlebih dahulu diolah menjadi bentuk bubuk melalui proses perendaman, perebusan, dan pengeringan. Fortifikasi bubuk cangkang telur telah dilakukan pada berbagai produk pangan yang ditujukan untuk meningkatkan kandungan kalsium, diantaranya adalah permen jeli susu kedelai (Novelina et al., 2020), puding (Pebrianti et al., 2023), *snack bar* (Handayani et al., 2022), tekwan (Telisa et al., 2022), nugget ayam (Merta et al., 2020), jeli (Younas et al., 2021), *muffins* (Afzal, 2020), *gingerbread* (Arnold et al., 2022), biskuit (Shahnila et al., 2022), dan es krim (Hasan et al., 2023). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penambahan bubuk cangkang telur secara signifikan dapat meningkatkan kandungan kalsium dibandingkan kontrol sehingga dapat disimpulkan bahwa bubuk cangkang telur memiliki potensi kesehatan dan layak dipertimbangkan untuk dapat ditambahkan pada pengolahan pangan.

Artikel berkaitan dengan fortifikasi kalsium dari bubuk cangkang telur telah banyak diterbitkan, tetapi belum ada artikel dalam bentuk tinjauan literatur yang mengkaji artikel-artikel berkaitan yang ada. Oleh karena itu, artikel ini disusun untuk mengkaji penambahan bubuk cangkang telur sebagai upaya fortifikasi kalsium pada berbagai produk pangan.

Metode

Metode yang digunakan pada artikel ini adalah studi literatur menggunakan teknik *scoping review* (Halim et al., 2021). Artikel-artikel yang digunakan pada artikel ini diperoleh melalui pencarian menggunakan beberapa mesin pencari, yaitu *Google scholar*, *ResearchGate*, *PubMed*. Kata kunci yang digunakan pada pencarian disesuaikan dengan permasalahan, eksposur, dan *outcome*, yaitu “bubuk cangkang telur” atau “tepung cangkang telur” dan “fortifikasi kalsium cangkang telur” dalam pencarian Bahasa Indonesia serta “*eggshell powder*” atau “*eggshell flour*” dan “*calcium fortification of eggshell*” dalam pencarian Bahasa Inggris.

Penyortiran artikel dilakukan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang sudah ditetapkan. Kriteria inklusi mencakup artikel dengan kategori *research article* yang diterbitkan pada 4 tahun terakhir (2020-2023) dengan fokus pembahasan tentang perubahan karakteristik dan kandungan senyawa serta daya terima produk pangan yang difortifikasi kalsium dari cangkang telur. Sementara itu, kriteria eksklusi dipilih berdasarkan ada tidaknya kelengkapan informasi pada artikel, yaitu penerbit, volume dan nomor artikel. Berdasarkan hasil penyortiran, diperoleh 15 artikel yang akan dibahas pada artikel ini.

Tabel 1. Artikel hasil pencarian dan penyortiran.

NO	Judul	Sumber	Jurnal
1	Characteristics of jelly candy made from soybean milk and the addition of eggshell powder	(Novelina et al., 2020)	<i>Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment</i>
2	Effect of eggshell powder fortification on the physicochemical and organoleptic characteristics of muffins	(Afzal, 2020)	<i>Pure and Applied Biology</i>
3	Karakteristik nugget yang difortifikasi kalsium tepung cangkang telur ayam ras	(Merta et al., 2020)	<i>Media Ilmiah Teknologi Pangan</i>
4	Formulation and characterization of calciumfortified jelly and its proximate composition and sensory analysis	(Younas et al., 2021)	<i>Journal of Oleo Science</i>
5	Uji daya terima penambahan bubuk cangkang telur ayam ras pada tekwan dan analisis kandungan kalsium	(Telisa et al., 2022)	<i>Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang</i>
6	Formulasi <i>snack bar</i> tinggi kalsium dari tepung limbah cangkang telur sebagai sumber nutrisi kalsium	(Handayani et al., 2022)	<i>Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences</i>
7	Innovative application of chicken eggshell calcium to improve the functional value of gingerbread	(Arnold et al., 2022)	<i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i>
8	Effects of eggshell powder supplementation on nutritional and sensory attributes of biscuits	(Shahnila et al., 2022)	<i>Czech Journal of Food Sciences</i>
9	Development and characterization of ice cream using eggshell powder to curtail calcium deficiency	(Hasan et al., 2023)	<i>Neuroquantology</i>
10	Use of chicken eggshell powder to improve calcium content in egg-milk pudding as a food to prevent stunting and its sensory acceptability	(Pebrianti et al., 2023)	<i>International Journal of Current Science Research and Review</i>

1. Pembuatan bubuk cangkang telur

Pembuatan bubuk cangkang telur dapat dilakukan menggunakan beberapa metode berbeda yang secara umum terdiri dari pembersihan, pengecilan ukuran, penepungan, dan penyaringan seperti tersaji pada Gambar 1 di bagian bawah. Pembersihan umumnya menggunakan air mengalir termasuk digunakan juga akuades atau menggunakan larutan natrium hipoklorit (10 tetes per liter air) seperti yang dilakukan oleh (Shahnila et al., 2022). Pembersihan yang dilakukan juga bisa termasuk pemisahan antara membran bagian dalam yang berwarna putih dengan cangkang telur (Hasan et al., 2023) meskipun sebagian besar tidak dilakukan dan menggunakan keseluruhan bagian cangkang telur.

2. Fortifikasi kalsium bubuk cangkang telur pada produk pangan

Peningkatan kadar kalsium produk pangan

Penambahan bubuk cangkang telur secara signifikan dapat meningkatkan kadar abu pada produk pangan. Kadar abu merepresentasikan total kandungan mineral termasuk kalsium dalam suatu bahan pangan. Peningkatan kadar abu setelah fortifikasi bubuk cangkang telur pada produk pangan juga diikuti dengan peningkatan kadar kalsium seperti yang tercantum pada Tabel 2. Konsentrasi bubuk cangkang telur yang ditambahkan juga memberikan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar kalsium. Beberapa riset menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi bubuk cangkang telur yang ditambahkan, maka kadar kalsium produk pangan semakin meningkat.

Tabel 2. Peningkatan kadar kalsium produk pangan setelah fortifikasi bubuk cangkang telur.

Produk pangan	Kadar kalsium kontrol (%)	Kadar kalsium setelah fortifikasi bubuk cangkang telur (%)*	Sumber
Permen jeli Penambahan 0,8% bubuk cangkang telur	0,20	0,59	(Novelina et al., 2020)
Muffin Penambahan bubuk cangkang telur sebanyak 16 g	0,63	38,46	(Afzal, 2020)
Nuget ayam Penambahan 20% bubuk cangkang telur	0,0065	0,033	(Merta et al., 2020)
Jeli Penambahan bubuk cangkang telur sebanyak 0,5 g	0,013	0,017	(Younas et al., 2021)
Snack bar Penambahan 9% bubuk cangkang telur	0,38	0,69	(Handayani et al., 2022)
Gingerbread Penambahan 3% bubuk cangkang telur	0,087	0,73	(Arnold et al., 2022)
Biskuit Penambahan 20% bubuk cangkang telur dan 80% tepung	0,044	3,84	(Shahnila et al., 2022)
Es krim Penambahan 40% bubuk cangkang telur dan 60% susu skim	0,44	0,74	(Hasan et al., 2023)
Puding Penambahan 7,5% bubuk cangkang telur	0,033	0,56	(Pebrianti et al., 2023)

*diambil dari sampel produk dengan konsentrasi penambahan bubuk cangkang telur paling tinggi.

Merta et al. (2020) melakukan fortifikasi kalsium dari bubuk cangkang telur pada olahan nuget ayam dengan konsentrasi penambahan bubuk cangkang telur sebanyak 0%, 5%, 10%, 15% dan 20%. Hasil uji kadar kalsium nuget ayam menunjukkan bahwa semakin tinggi penambahan konsentrasi bubuk cangkang telur, kadar kalsium nuget ayam semakin meningkat, yaitu berturut-turut 0,0065% (0%), 0,019% (5%), 0,023% (10%), 0,025% (15%), dan 0,033% (20%). Hasil serupa juga diperoleh dari penelitian Pebrianti et al. (2023) pada produk puding dan Shahnila et al. (2022) pada produk biskuit. Penambahan 7,5% bubuk cangkang telur menghasilkan puding dengan kadar kalsium paling tinggi, yaitu 0,56% dibandingkan puding dengan penambahan

bubuk cangkang telur lebih rendah, yaitu 2.5% dengan kadar kalsium sebesar 0.43%. Biskuit yang diolah dengan substitusi antara tepung atau bubuk cangkang telur dengan tepung terigu dengan rasio 20:80 mengandung kalsium dalam jumlah lebih tinggi dibandingkan biskuit yang diolah dengan rasio bubuk cangkang telur dan tepung terigu yang lebih kecil, yaitu 15:85, 10:90, 5:95 maupun kontrol 0:100.

Peningkatan kadar kalsium pada produk pangan dengan penambahan bubuk cangkang telur dapat terjadi karena kadar kalsium alami yang terkandung pada bubuk cangkang telur pun sudah cukup tinggi sehingga bisa menambah total kadar kalsium awal produk pangan. Penambahan kadar kalsium yang berasal dari bubuk cangkang telur diketahui memiliki tingkat penyerapan cukup tinggi mencapai 45,59% (Brun et al., 2013). Shahnila et al. (2022) melaporkan bahwa tingkat penyerapan kalsium pada produk biskuit dengan penambahan bubuk cangkang telur berada pada kisaran 14-42%. Fortifikasi kalsium dari bubuk cangkang telur pada berbagai olahan pangan berpotensi dijadikan sebagai asupan tambahan untuk membantu pemenuhan kebutuhan kalsium harian.

Perubahan karakteristik dan tingkat kesukaan produk pangan

Karakteristik sensori produk pangan yang terpengaruhi oleh penambahan bubuk cangkang telur utamanya adalah aroma, rasa, tekstur. Bubuk cangkang telur memiliki aroma natural cenderung amis atau *fishy smell* yang bisa terdeteksi pada produk olahan pangan yang difortifikasi. Seperti dilaporkan oleh Pebrianti et al. (2023), Telisa et al. (2022) dan Younas et al. (2021), penambahan bubuk cangkang telur pada konsentrasi tinggi memiliki aroma lebih kuat yang cenderung tidak disukai oleh panelis. Arnold et al. (2022) menyatakan bahwa penambahan bubuk cangkang telur lebih dari 3% pada *gingerbread* tidak dianjurkan karena menimbulkan aroma khas cangkang telur yang cukup kuat. Perubahan aroma akibat penambahan bubuk cangkang telur ini berdampak pada penurunan tingkat kesukaan panelis. Semakin banyak bubuk cangkang telur yang ditambahkan pada produk pangan, maka semakin kuat aroma yang timbul sehingga menurunkan tingkat kesukaan panelis. Oleh karena itu, sebelum dilakukan fortifikasi, perlu evaluasi awal untuk menentukan konsentrasi maksimal penambahan bubuk cangkang telur sehingga tidak terjadi penurunan karakteristik organoleptik maupun daya terima produk.

Setiap produk pangan memiliki rasa unik tersendiri yang menjadi ciri khas masing-masing produk. Salah satu syarat fortifikasi adalah tidak berubahnya atau tidak terjadi perubahan signifikan dari rasa asli dari produk pangan yang akan difortifikasi. Akan tetapi, pada beberapa kasus, fortifikasi dapat menyebabkan terjadinya perubahan rasa produk pangan termasuk pada fortifikasi kalsium dari bubuk cangkang telur. Fortifikasi pangan dengan bubuk cangkang telur dapat memunculkan sensasi rasa yang disebut *chalky taste*, *sandy taste*, *bitter*, *grassy taste*. Sensasi rasa yang ditimbulkan semakin kuat dengan semakin tingginya konsentrasi bubuk cangkang telur yang ditambahkan. Hal itu kemudian berdampak pada penurunan tingkat kesukaan panelis. Perubahan rasa akibat penambahan bubuk cangkang telur pada konsentrasi tinggi dapat terjadi jika tidak diimbangi dengan peningkatan komponen bahan lain. Semakin banyak penambahan bubuk cangkang telur diperkirakan dapat menyebabkan berkurangnya rasa khas suatu produk pangan karena perbedaan rasio jumlah yang terlalu tinggi (Novelina et al., 2020; Pebrianti et al., 2023; Shahnila et al., 2022; Younas et al., 2021). Penambahan bubuk cangkang telur pada produk pangan harus tetap memperhatikan parameter rasa sehingga perlu diketahui

konsentrasi maksimal penambahan bubuk cangkang telur yang masih bisa ditolerir oleh panelis dengan meninjau tingkat kesukaan.

Tekstur produk pangan secara umum mengalami perubahan dengan semakin meningkatnya konsentrasi bubuk cangkang telur yang ditambahkan. Tekstur produk pangan dengan penambahan bubuk cangkang telur pada konsentrasi cenderung berubah menjadi lebih kasar atau muncul sensasi *grainy texture* yang menyebabkan penurunan tingkat kesukaan panelis diantaranya pada produk puding (Pebrianti et al., 2023), nuget ayam (Merta et al., 2020), dan es krim (Hasan et al., 2023).

Penambahan bubuk cangkang telur juga mempengaruhi beberapa karakteristik penting lainnya, seperti elastisitas dan sifat gel pada permen jeli susu kedelai (Novelina et al., 2020) dan nilai *melting time* serta *overrun* es krim (Hasan et al., 2023). Novelina et al. (2020) melaporkan bahwa elastisitas paling tinggi diperoleh dari sampel kontrol, yaitu permen jeli susu kedelai tanpa penambahan bubuk cangkang telur dengan tingkat kekuatan gel 374,21 N/cm². Sebaliknya, permen jeli susu kedelai dengan penambahan 0.2% bubuk cangkang telur memiliki tingkat kekuatan gel yang lebih rendah, yaitu 269,17 N/cm². Kekuatan gel merupakan parameter penting pada produk permen dan jeli karena berpengaruh terhadap kekuatan produk untuk mempertahankan teksturnya, misal kekenyalan. Semakin rendah kekuatan gel, semakin mudah produk tersebut untuk patah.

Parameter penting untuk menentukan kualitas fisik es krim diantaranya adalah *melting time* atau daya leleh, *overrun* atau derajat pengembangan, dan tingkat kekerasan. Es krim dengan penambahan bubuk cangkang telur dilaporkan memiliki nilai daya leleh lebih tinggi dibandingkan kontrol maupun es krim dengan penambahan bubuk cangkang telur pada konsentrasi lebih rendah. Bubuk cangkang telur mampu meningkatkan resistensi es krim terhadap pelelehan. Salah satu faktor yang mempengaruhi kecepatan meleleh es krim adalah kadar lemak dan total padatan. Hasil penelitian Hasan et al. (2023) menunjukkan bahwa penambahan bubuk cangkang telur berbanding terbalik dengan kadar lemak dan total padatan. Kondisi tersebut kemudian berdampak pada peningkatan daya leleh es krim dimana semakin banyak bubuk cangkang telur yang ditambahkan, es krim semakin tidak mudah meleleh.

Daya leleh es krim juga saling berkaitan dengan nilai *overrun*. Hasan et al. (2023) melaporkan bahwa nilai *overrun* es krim menurun seiring penambahan bubuk cangkang telur. Hal tersebut disebabkan terjadinya penurunan kadar air es krim. Bubuk cangkang telur yang sebagian besar terdiri dari Ca yang mampu berikatan stabil dengan OH dari H₂O dan membentuk Ca-OH sehingga membatasi mobilitas air pada bahan dan pada akhirnya menurunkan kadar air (Evanuarini et al., 2023). Penurunan ketersediaan air menyebabkan penyempitan ruang udara pada campuran es krim yang berakibat pada berkurangnya udara yang masuk selama proses agitasi sehingga menurunkan nilai *overrun* (Asminaya et al., 2022).

Jika ditinjau dari tingkat kesukaan panelis secara keseluruhan, peningkatan konsentrasi bubuk cangkang telur yang ditambahkan cenderung akan menurunkan tingkat kesukaan panelis terhadap produk yang difortifikasi. Maka dari itu, perlu dilakukan formulasi fortifikasi yang tepat agar bisa diperoleh produk pangan dengan kadar kalsium sesuai dengan yang dikehendaki tetapi masih tetap disukai panelis. Daya terima produk pangan yang difortifikasi bubuk cangkang telur tergolong moderat atau menengah seperti pada produk puding (Pebrianti et al., 2023), *gingerbread* (Arnold et al., 2022), *muffin* (Afzal, 2020) dan es krim (Hasan et al., 2023).

Kesimpulan

Cangkang telur tidak hanya berakhir sebagai limbah tetapi bisa diolah melalui proses pengeringan menjadi bubuk cangkang telur. Kandungan utama pada bubuk cangkang telur adalah kalsium yang mencapai 34-38%. Oleh karena itu, bubuk cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai sumber kalsium yang difortifikasikan ke dalam berbagai produk olahan pangan. Penambahan bubuk cangkang telur terbukti secara signifikan dapat meningkatkan kadar kalsium produk pangan. Fortifikasi bubuk cangkang telur dapat mempengaruhi karakteristik organoleptik dan parameter khas lain pada produk pangan, termasuk juga mempengaruhi tingkat kesukaan dan daya terima produk. Secara umum, karakteristik yang secara signifikan terpengaruhi oleh penambahan bubuk cangkang telur adalah aroma, rasa, dan tekstur. Dari tingkat kesukaan dan daya terima, produk pangan yang difortifikasi bubuk cangkang telur pada konsentrasi tinggi cenderung lebih tidak disukai sehingga perlu ditetapkan konsentrasi penambahan bubuk cangkang telur yang tepat agar tidak terjadi penurunan kualitas, tingkat kesukaan, dan daya terima produk pangan.

Daftar pustaka

- Afzal, F. (2020). Effect of Eggshell Powder Fortification on The Physicochemical and Organoleptic Characteristics of Muffins. *Pure and Applied Biology*, 9(2). <https://doi.org/10.19045/bspab.2020.90154>
- Arnold, M., Rajagukguk, Y. V., Sidor, A., Kulczyński, B., Brzozowska, A., Suliburska, J., Wawrzyniak, N., & Gramza-Michałowska, A. (2022). Innovative Application of Chicken Eggshell Calcium to Improve the Functional Value of Gingerbread. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(7), 4195. <https://doi.org/10.3390/ijerph19074195>
- Asminaya, N. S., Kurniawan, W., Apriansyah, A., & Kimestri, A. B. (2022). Physical Quality Test of Ice Cream Sweetened Using Honey. *Proceedings of the International Conference on Improving Tropical Animal Production for Food Security*, 20, 411–415.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2016). *Peraturan Kepala Badan Pengwas Obat dan makanan Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2016 Tentang Acuan Label Gizi*. https://Tabelgizi.Pom.Go.Id/Regulasi/4_Peraturan_Kepala_BPOM_Nomor_9_Tahun_2016_tent_Ang_Acuan_Label_Gizi.Pdf.
- Badan Pusat Statistik. (2024a). *Produksi Telur Ayam Buras menurut Provinsi (Ton), 2021-2023*. <https://Www.Bps.Go.Id/Id/Statistics-Table/2/NDkwIzI=/Produksi-Telur-Ayam-Buras-Menurut-Provinsi.Html>.
- Badan Pusat Statistik. (2024b). *Produksi Telur Ayam Petelur menurut Provinsi (Ton), 2021-2023*. <https://Www.Bps.Go.Id/Id/Statistics-Table/2/NDkxIzI=/Produksi-Telur-Ayam-Petelur-Menurut-Provinsi.Html>.
- Brun, L. R., Lupo, M., Delorenzi, D. A., Di Loreto, V. E., & Rigalli, A. (2013). Chicken Eggshell as suitable Calcium Source at Home. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(6), 740–743. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.787399>
- Das, S., Kumar Mohanty, P., & Mallik, B. K. (2022). Agricultural and Pharmaceutical Applications Of Eggshells: A Comprehensive Review Of Eggshell Waste Value-Added Products. *Journal of*

- Pharmaceutical Negative Results, 13(8), 3979–3984.*
<https://doi.org/10.47750/pnr.2022.13.S08.500>
- Evanuarini, H., Susilo, A., Yanuhar, U., & Kurniawati, A. D. (2023). Improvement of Physical and Sensory Quality of Beef Patties with The Addition of Chicken Eggshells Nanopowder. *Livestock and Animal Research, 21(3)*, 189. <https://doi.org/10.20961/lar.v21i3.77733>
- Halim, F., Ermianti, E., & Sari, E. A. (2021). Factors of Stunting in Toddlers: A Literature Review. *Journal of Nursing Care, 4(1)*, 285–294.
- Handayani, Y. F., Samsul, E., & Prasetya, F. (2022). Formulasi Snack Bar Tinggi Kalsium Dari Tepung Limbah Cangkang Telur Sebagai Sumber Nutrisi Kalsium. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences, 16*, 9–14. <https://doi.org/10.25026/mpc.v16i1.661>
- Hasan, A., Bano, Y., Kazim, S., Usman, M., Ahmad, T., Shukat, R., Abbas, S. Q., & Ali, M. (2023). Development and characterization of Ice cream using Eggshell Powder to Curtail Calcium Deficiency Development and characterization of Ice cream using Eggshell Powder to Curtail Calcium Deficiency. *Neuroquantology, 21(6)*, 258–274. <https://doi.org/10.48047/nq.2023.21.6.NQ23030>
- Luo, J., Huang, W., Guo, W., Ge, R., Zhang, Q., Fang, F., Feng, Q., Cao, J., & Wu, Y. (2020). Novel Strategy to Stimulate The Food Wastes Anaerobic Fermentation Performance by Eggshell Wastes Conditioning and The Underlying Mechanisms. *Chemical Engineering Journal, 398*, 125560. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.125560>
- Merta, M. G. W., Wartini, N. M., & Sugitha, I. M. (2020). Karakteristik Nugget yang Difortifikasi Kalsium Tepung Cangkang Telur Ayam Ras. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology), 7(1)*, 39–50.
- Mignardi, S., Archilietti, L., Medeghini, L., & De Vito, C. (2020). Valorization of Eggshell Biowaste for Sustainable Environmental Remediation. *Scientific Reports, 10(1)*, 2436. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59324-5>
- Novelina, N., Anggraini, T., & Putri, L. N. (2020). Characteristics of Jelly Candy made from Soybean Milk and Addition of Eggshell Powder. *AJARCDE / Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment, 4(1)*, 41–47. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v4i1.37>
- Pebrianti, S. A., Wardani, Y. S., Ghaffar, M., & Yuliyani, L. (2023). Use of Chicken Eggshell Powder to Improve Calcium Content in Egg-Milk Pudding as a Food to Prevent Stunting and its Sensory Acceptability. *International Journal of Current Science Research and Review, 06(11)*. <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V6-i11-43>
- Ray, S., Kumar Barman, A., Kumar Roy, P., & Kumar Singh, B. (2017). Chicken Eggshell Powder as Dietary Calcium Source in Chocolate Cakes. *The Pharma Innovation Journal, 6(9)*, 1–4. www.thepharmajournal.com
- Rosnah, R., Taslim, N. A., Aman, A. M., Idris, I., As'ad, S., Bukhari, A., & Wahyudin, E. (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. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2021.6238>
- Saratale, R. G., Sun, Q., Munagapati, V. S., Saratale, G. D., Park, J., & Kim, D.-S. (2021). The Use of Eggshell Membrane for The Treatment of Dye-containing Wastewater: Batch, Kinetics and

- Reusability Studies. *Chemosphere*, 281, 130777. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.130777>
- Sari, E. M., Juffrie, M., Nurani, N., & Sitaresmi, M. N. (2016). Asupan protein, kalsium dan fosfor pada anak stunting dan tidak stunting usia 24-59 bulan. *Jurnal Gizi Klinik Indonesia*, 12(4), 152. <https://doi.org/10.22146/ijcn.23111>
- Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian. (2022). *Outlook Komoditas Peternakan Telur Ayam Ras Petelur Tahun 2022*. <https://Satudata.Pertanian.Go.Id/Details/Publikasi/373>.
- Shahnila, S., Arif, S., Pasha, I., Iftikhar, H., Mehak, F., & Sultana, R. (2022). Effects of Eggshell Powder Supplementation on Nutritional and Sensory Attributes of Biscuits. *Czech Journal of Food Sciences*, 40(1), 26–32. <https://doi.org/10.17221/309/2020-CJFS>
- Telisa, I., Ghassany Ramzy, S., Purnama, F., & Kemenkes Palembang, P. (2022). Uji Daya Terima Penambahan Bubuk Cangkang Telur Ayam Ras Pada Tekwan dan Analisis Kandungan Kalsium. *JPP) Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*, 17(1), 2654–3427. <https://doi.org/10.36086/jpp.v17i1>
- Waheed, M., Yousaf, M., Shehzad, A., Inam-Ur-Raheem, M., Khan, M. K. I., Khan, M. R., Ahmad, N., Abdullah, & Aadil, R. M. (2020). Channelling Eggshell Waste to Valuable and Utilizable Products: A Comprehensive Review. *Trends in Food Science & Technology*, 106, 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.10.009>
- Wijiniyandah, A., Selvia, J., Selvia, J., Chotimah, H., & Gaol, S. E. L. (2023). Potensi dan Karakteristik Bubuk Cangkang Telur yang Dibuat dengan Perendaman Asam Alami. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 25(1), 57. <https://doi.org/10.25077/jpi.25.1.57-69.2023>
- Yonata, D., Aminah, S., & Hersoelistyorini, W. (2017). Kadar Kalsium dan Karakteristik Fisik Tepung Cangkang Telur Unggas dengan Perendaman Berbagai Pelarut. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 7(2), 82–93.
- Younas, N., Durrani, A. I., Rubab, S., Munawar, A., Batool, M., & Sheikh, A. (2021). Formulation and Characterization of Calcium-Fortified Jelly and Its Proximate Composition and Sensory Analysis. *Journal of Oleo Science*, 70(6), 849–854. <https://doi.org/10.5650/jos.ess21051>