

KADAR KALSIUM, FOSFOR, DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN CRACKERS MOCAF DENGAN PENAMBAHAN TEPUNG SELEDRI

Calcium, Phosphorus, and Antioxidant Activity of Mocaf Crackers with the Addition of Celery Flour

Rissa Ardiana*, Eni Purwani, Aan Sofyan

Program Studi Ilmu Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Surakarta

*)Penulis korespondensi: j310220203@student.ums.ac.id

Submisi: 3.4.2026; Revisi: 14.4.2026; Penerimaan: 19.4.2026; Dipublikasikan: 1.9.2026
Dipublikasikan online: 12.7.2026

ABSTRAK

Keterbatasan pengembangan pangan fungsional berbasis mocaf serta minimnya kajian yang mengombinasikan mocaf dan tepung seledri dalam satu produk menjadi dasar dilakukannya penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan pada *crackers* berbasis tepung mocaf dengan penambahan tepung seledri. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan berupa variasi penambahan tepung seledri, yaitu 0%, 3%, 6%, dan 9%, dengan dua kali ulangan. Setiap ulangan dilakukan analisis duplo. Parameter yang diamati meliputi kadar kalsium, kadar fosfor, dan aktivitas antioksidan. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan uji *Kruskal-Wallis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium dan aktivitas antioksidan ($p < 0,05$), serta menunjukkan kecenderungan peningkatan kadar fosfor meskipun berbeda tidak signifikan. Kadar kalsium, fosfor dan aktivitas antioksidan tertinggi berturut-turut adalah 6,16 mg/100 g, 125,28 mg/100 g, dan 65,53%, yang diperoleh pada perlakuan penambahan tepung seledri 9%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri berpotensi sebagai sumber mineral dan antioksidan dalam pengembangan *crackers* berbasis mocaf.

Kata kunci : *crackers*, mocaf, tepung seledri, kalsium, fosfor, aktivitas antioksidan

ABSTRACT

The limitations of the development of mocaf-based functional foods and the lack of studies that combine mocaf and celery flour in one product are the basis for this study. This study aimed to analyze the calcium, phosphorus, and antioxidant activity levels in mocaf flour-based crackers with the addition of celery flour. The study used a Complete Random Design (RAL) with four treatments in the form of variations in the addition of celery flour, namely 0%, 3%, 6%, and 9%, with two replicates. Each repeat was a duplicate analysis. The parameters observed included calcium and phosphorus levels and antioxidant activity. Data were analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) and the Kruskal-Wallis test. The results showed that the addition of celery flour had a significant effect on calcium levels and antioxidant activity ($p < 0.05$) and showed a tendency to increase phosphorus levels, even though the differences were insignificant. The highest levels of calcium, phosphorus, and antioxidant activity were 6.16 mg/100 g, 125.28 mg/100 g, and 65.53%, respectively, which were obtained in the 9% celery flour addition treatment. The results of this study show that the addition of celery flour has the potential to be a source of minerals and antioxidants in developing mocaf-based crackers.

Keywords: crackers mocaf, celery flour, calcium, phosphorus, antioxidant activity

PENDAHULUAN

Masa *golden age* dalam lima tahun pertama kehidupan anak merupakan periode

krusial yang menentukan proses pertumbuhan dan perkembangan, termasuk pertumbuhan gigi (Ananda dan Dewanto, 2023; Suryana et al., 2022). Berdasarkan penelitian

sebelumnya, yang mengacu pada data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2018, prevalensi karies gigi pada anak usia 5-9 tahun di Indonesia mencapai 92,6%, yang menunjukkan masih tingginya permasalahan kesehatan gigi yang berkaitan dengan asupan nutrisi (Mufarrohah et al., 2025). Hal ini menunjukkan bahwa permasalahan kesehatan gigi pada anak di Indonesia masih tinggi, sehingga diperlukan upaya intervensi melalui pengembangan pangan yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi anak. Pada usia 1–3 tahun, anak masih memiliki keterbatasan dalam kemampuan mengunyah sehingga asupan makanan sangat bergantung pada pengasuh, serta memerlukan makanan dengan tekstur yang sesuai untuk mendukung perkembangan fungsi oral motorik (Anwar dan Rosdiana, 2023). Pada fase ini, pertumbuhan gigi susu berlangsung aktif hingga lengkap sekitar usia 2–2,5 tahun (Anwar dan Rosdiana, 2023; Ibrahim et al., 2024).

Pemenuhan nutrisi yang optimal sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan tersebut. Mineral seperti kalsium dan fosfor berperan penting dalam pembentukan dan kekuatan struktur gigi, sedangkan antioksidan berfungsi melindungi jaringan rongga mulut dari kerusakan oksidatif (Christiono et al., 2023; Kartika dan Zainur, 2021; Salman et al., 2021). Kekurangan asupan mineral dapat menyebabkan gangguan mineralisasi gigi dan meningkatkan risiko karies (Azuma et al., 2022). Pada masa tumbuh gigi, anak cenderung mengalami ketidaknyamanan sehingga diperlukan makanan yang tidak hanya bergizi tetapi juga memiliki tekstur yang sesuai untuk merangsang proses mengunyah (Ibrahim et al., 2023; Kurniawati dan Komalyna, 2021).

Pengembangan pangan fungsional menjadi salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Pangan fungsional merupakan makanan yang tidak hanya memenuhi kebutuhan gizi dasar tetapi juga memberikan manfaat kesehatan tambahan (Hasibuan, 2021). Produk makanan ringan seperti *crackers* dapat menjadi alternatif karena memiliki tekstur renyah, mudah dikonsumsi, dan disukai oleh berbagai kalangan, termasuk anak-anak (Artina et al., 2023; Selawati dan Quddus, 2024). Tekstur *crackers* yang renyah namun mudah

dihancurkan menjadikannya sesuai sebagai makanan pendamping bagi anak usia dini yang sedang dalam tahap perkembangan kemampuan mengunyah. (Ibrahim et al., 2024). Pemilihan produk *crackers* juga didukung oleh data BPS (2021), yang menyatakan bahwa konsumsi *crackers* di Indonesia mencapai 61,65%, sehingga produk ini berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional.

Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pengganti tepung terigu dalam pengembangan produk pangan berbasis bahan lokal. Tepung mocaf merupakan hasil modifikasi singkong melalui proses fermentasi yang menghasilkan karakteristik mendekati tepung terigu, bebas gluten, dan memiliki sifat fisik kimia yang lebih baik dibandingkan tepung singkong konvensional (Hadistio dan Fitri, 2019; Sari et al., 2024). Kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor pada tepung mocaf relatif tidak setinggi bahan pangan sumber mineral lainnya, sehingga diperlukan penambahan bahan yang kaya mineral untuk meningkatkan nilai gizinya. Penambahan bahan lain seperti susu juga dapat meningkatkan kandungan kalsium dan fosfor dalam produk (Najmi et al., 2024). Untuk meningkatkan nilai fungsional, dapat dilakukan penambahan bahan nabati seperti seledri (*Apium graveolens L.*) yang mengandung mineral serta senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik yang berperan sebagai antioksidan (Kooti dan Daraei, 2017; Ahmed et al., 2022). Seledri diketahui memiliki kandungan mineral yang relatif tinggi dibandingkan beberapa sayuran lainnya. Tanaman ini dilaporkan mengandung kalsium sebesar 306,00 mg/100 g, dan fosfor 51,00 mg/100 g. Nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan beberapa sayuran lain dalam penelitian yang sama, seperti kubis yang mengandung kalsium 32,06 mg/100 g, fosfor 35,60 mg/100 g, wortel dengan kalsium 29,50 mg/100 g, dan fosfor 11,34 mg/100 g. Aktivitas antioksidan seledri menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 11,25 µg/mL (DPPH), 11,35 µg/mL (ABTS), dan 16,23 µg/mL (NO), menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat (Abdi et al., 2022; Al Aboody, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa fortifikasi tepung seledri

dalam produk *bakery* dapat meningkatkan komposisi nutrisi dan aktivitas antioksidan. Studi oleh Nicetin et al. (2024) menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *cookies* secara signifikan meningkatkan kandungan mineral seperti kalsium, dari 24,54 mg/100 g (kontrol) menjadi 53,20 mg/100 g pada penambahan 30%, serta meningkatkan aktivitas antioksidan DPPH dari 0,60 menjadi 50,84 μ mol TE/100 g. Kandungan mineral lain juga mengalami peningkatan, seperti magnesium dari 16,79 menjadi 24,39 mg/100 g dan zat besi dari 1,20 menjadi 2,57 mg/100 g seiring peningkatan tepung seledri.

Penelitian mengenai pemanfaatan tepung seledri dalam produk *bakery* masih terbatas pada penggunaan tepung terigu dan belum banyak yang mengkaji aplikasinya pada produk *crackers* berbasis tepung mocaf. Selain itu, kajian yang menganalisis secara simultan kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan dalam satu produk juga masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan tepung seledri pada *crackers* berbasis tepung mocaf terhadap kadar kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan sebagai upaya pengembangan pangan fungsional.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi bahan utama, bahan pendukung, dan bahan kimia untuk dianalisis. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung mocaf yang diperoleh dari Institut Teknologi Bandung (ITB) serta tepung seledri yang dibuat secara mandiri dari seledri segar yang diperoleh dari Pasar Kleco, Karangasem, Kecamatan Laweyan, Kota Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia. Bahan pendukung dalam pembuatan *crackers* meliputi margarin (Forvita, PT Bima Karya Prima, Jakarta, Indonesia), gula pasir (Gulaku, PT Sweet Indolampung, Lampung, Indonesia), garam (Refina, PT UnichemCandi Indonesia, Sidoarjo, Indonesia), ragi instan (Fermipan, PT Sangra Ratu Boga, Jakarta, Indonesia), *baking powder* (Koepoe Koepoe, PT

Gunacipta Multirasa, Banten, Indonesia), serta susu sapi segar yang diperoleh dari penjual susu lokal di wilayah Jl. Garuda Mas, Pabelan, Kecamatan Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah, Indonesia. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis kadar kalsium meliputi asam nitrat (HNO_3), amonium hidroksida (NH_4OH), asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), amonium oksalat ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$), asam sulfat (H_2SO_4), kalium permanganat (KMnO_4), dan indikator methyl red-bromocresol green (MR-BCG). Bahan kimia untuk analisis kadar fosfor meliputi asam nitrat (HNO_3), amonium molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$), amonium metavanadat (NH_4VO_3), dan aquadest. Bahan kimia untuk analisis aktivitas antioksidan meliputi etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), metanol (CH_3OH), dan 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH).

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan satu faktor perlakuan, yaitu variasi penambahan tepung seledri. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan dua kali ulangan, dan setiap ulangan dianalisis secara duplo untuk meningkatkan ketelitian dan akurasi hasil pengukuran. Perlakuan yang diberikan terdiri atas empat tingkat penambahan konsentrasi tepung seledri, yaitu 0% (kontrol), 3%, 6%, dan 9% pada formulasi *crackers* berbasis tepung mocaf.

Data yang diperoleh diolah menggunakan *Microsoft Excel 365* dan dianalisis secara statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 26. Analisis deskriptif dilakukan untuk menyajikan nilai rata-rata dan standar deviasi. Data yang berdistribusi normal, yaitu kadar kalsium dan aktivitas antioksidan, dianalisis menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Sementara itu, data yang berdistribusi tidak normal, yaitu kadar fosfor, dianalisis menggunakan uji *Kruskal-Wallis*, dilanjutkan dengan uji lanjut *Mann-Whitney* dengan koreksi *Bonferroni*.

Prosedur Penelitian

Pembuatan Tepung Seledri

Pembuatan tepung seledri dilakukan dengan mengacu pada metode Hidayati dan

Sohriati (2023) serta Salim et al., (2019) dengan beberapa penyesuaian. Seledri segar terlebih dahulu dicuci menggunakan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang menempel, kemudian ditiriskan hingga tidak terdapat sisa air. Setelah itu, seledri dipotong menjadi bagian kecil untuk mempercepat proses pengeringan.

Potongan seledri dikeringkan menggunakan oven pada suhu 120°C selama ± 10 menit hingga kadar air berkurang. Penggunaan suhu tinggi dengan waktu pengeringan yang singkat bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan dan mengurangi durasi paparan panas, karena metode pengeringan dipengaruhi oleh kombinasi suhu dan waktu serta dapat memengaruhi kandungan senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan (Saifullah et al., 2019; Snoussi et al., 2021). Meskipun demikian pengeringan pada suhu tinggi dilaporkan dapat menurunkan kandungan fenolik pada kondisi tertentu (Snoussi et al., 2021), namun ada kondisi lain justru dapat meningkatkan perolehan senyawa fenolik dibandingkan suhu yang lebih rendah (Kamran et al., 2015). Oleh karena itu, penggunaan suhu tinggi dalam waktu singkat pada penelitian ini dipertimbangkan sebagai upaya untuk menjaga efisiensi proses sekaligus meminimalkan kerusakan senyawa bioaktif. Seledri kering kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk halus. Serbuk tersebut diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Tepung seledri yang dihasilkan kemudian disimpan dalam wadah tertutup rapat dan ditempatkan pada kondisi kering dan sejuk untuk menjaga kualitasnya.

Pembuatan Crackers

Pembuatan *crackers* mengacu pada metode Ramadhani et al. (2022) dengan beberapa modifikasi. Tahap awal meliputi persiapan alat dan bahan yang terdiri atas baskom, sendok, timbangan, *rolling pin*, loyang, cetakan, *plastic wrap*, dan oven. Bahan yang digunakan meliputi mocaf sebanyak 100 g dan tepung seledri sebanyak 0-9 g sesuai perlakuan sebagai bahan utama. Kemudian disiapkan margarin 40 g, garam 2

g, gula 3 g, susu sapi segar 56 mL, ragi instan 2 g, dan *baking powder* 0,2 g.

Pencampuran margarin, gula, garam, dan susu dilakukan hingga homogen. Mocaf dan tepung seledri kemudian ditambahkan sesuai perlakuan formulasi, bersama ragi instan, dan *baking powder*. Adonan diaduk hingga mencapai konsistensi kalis. Adonan yang telah terbentuk didiamkan dalam wadah tertutup selama ± 30 menit untuk proses fermentasi. Penggilasan adonan dilakukan menggunakan *rolling pin* hingga mencapai ketebalan sekitar 2 mm. Proses pelipatan dilakukan dengan penambahan campuran mocaf, margarin, dan *baking powder* pada setiap lapisan adonan untuk membentuk struktur berlapis (*lamination*) yang berkontribusi terhadap tekstur renyah. Penggilasan ulang dilakukan hingga adonan memiliki permukaan yang rata. Adonan kemudian dicetak sesuai bentuk yang diinginkan dan disusun pada loyang yang telah diolesi *dust filling* yang terbuat dari margarin 1 g, mocaf 0,5 g, dan *baking powder* 0,5 g. Pemanggangan dilakukan pada suhu 130 °C selama ± 30 menit hingga menghasilkan *crackers* dengan warna keemasan.

Prosedur Analisis

Analisis yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengujian kadar kalsium, kadar fosfor, dan aktivitas antioksidan. Pengujian kadar kalsium dilakukan menggunakan metode titrasi permanganometri mengacu pada Karamad et al. (2021) dengan modifikasi pada tahap preparasi sampel, meliputi proses destruksi menggunakan asam nitrat (HNO_3) (1:3) dan pengendapan kalsium menggunakan amonium oksalat ($(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$) sebelum dilakukan titrasi menggunakan larutan kalium permanganat (KMnO_4) 0,1 N. Metode ini didasarkan pada reaksi oksidasi-reduksi antara ion kalsium yang telah diendapkan dengan larutan KMnO_4 .

Analisis kadar fosfor dilakukan menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis metode vanadat-molibdat mengacu pada Estrin dan Brammell (1969). Sampel didestruksi menggunakan asam nitrat (HNO_3) (1:3), kemudian direaksikan dengan amonium molibdat ($(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$) dan amonium

metavanadat (NH_4VO_3) hingga terbentuk kompleks berwarna kuning, selanjutnya diukur absorbansinya pada panjang gelombang 410 nm. Metode ini didasarkan pada pembentukan kompleks fosfat-vanadat-molibdat yang dapat diukur secara spektrofotometri.

Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) mengacu pada (Molyneux, 2004). Sampel direaksikan dengan larutan DPPH dalam metanol, kemudian diinkubasi selama 30 menit dalam kondisi gelap sebelum

dilakukan pengukuran absorbansi pada Panjang gelombang 517 nm. Metode ini mengukur kemampuan senyawa antioksidan dalam mereduksi radikal bebas DPPH yang ditandai dengan perubahan warna larutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Kimia

Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap kadar kalsium, fosfor dan aktivitas antioksidan pada *crackers* mocaf (Tabel 1.)

Tabel 1. Pengaruh penambahan tepung seledri terhadap karakteristik kimia *crackers* mocaf

Tepung Seledri (%)	Kadar Kalsium (mg/100 g)*	Kadar Fosfor (mg/100 g)**	Aktivitas Antioksidan (%)*
0	$0,06 \pm 0,02^a$	$108,86 \pm 9,31^a$	$41,53 \pm 1,46^a$
3	$1,97 \pm 0,18^b$	$116,95 \pm 0,26^a$	$54,71 \pm 0,59^b$
6	$3,58 \pm 0,51^c$	$118,35 \pm 3,34^a$	$59,52 \pm 1,41^c$
9	$6,16 \pm 0,16^d$	$125,28 \pm 2,64^a$	$65,53 \pm 1,28^d$

Keterangan : Data yang disajikan sebagai *mean* $\pm$ standar deviasi. *) Data dianalisis dengan ANOVA, data pada kolom yang sama yang diikuti huruf yang berbeda menunjukkan berbeda signifikan (DMRT, $p < 0,05$). **) Data dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis*, data pada kolom yang sama yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan berbeda signifikan (uji *Mann-Whitney* dengan koreksi Bonferroni, $p < 0,05$).

Kadar Kalsium

Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium *crackers* berbasis mocaf ($p < 0,05$). Hasil uji *Duncan* menunjukkan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Kadar kalsium mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri, yaitu dari $0,06 \pm 0,02$ mg/100 g pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan tepung seledri) menjadi $6,16 \pm 0,16$ mg/100 g pada perlakuan dengan penambahan tepung seledri 9%.

Peningkatan kadar kalsium pada *crackers* dipengaruhi oleh kandungan kalsium pada seledri yang relatif tinggi, yaitu sekitar 306 mg/100 g (Abdi et al., 2022), sehingga semakin tinggi proporsi tepung seledri semakin besar kontribusi kalsium terhadap produk akhir. Hasil ini sejalan dengan penelitian Nicetin et al., (2024) yang melaporkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *cookies* dapat

meningkatkan kadar kalsium dari 24,54 mg/100 g pada kelompok kontrol menjadi 53,20 mg/100 g pada formula 30%, sehingga menunjukkan adanya peningkatan sebesar 28,66 mg/100 g pada produk akhir. Kesamaan tren tersebut menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri berkontribusi nyata terhadap peningkatan kadar kalsium pada produk *bakery*.

Kadar Fosfor

Penambahan tepung seledri memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar fosfor *crackers* berbasis mocaf ($p < 0,05$). Namun, hasil uji lanjut *Mann-Whitney* dengan koreksi *Bonferroni* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan antar pasangan perlakuan. Secara umum, kadar fosfor menunjukkan kecenderungan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri.

Nilai kadar fosfor meningkat dari $118,35 \pm 3,34$ mg/100 g pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan tepung seledri) menjadi

125,28±2,64 mg/100 g pada penambahan tepung seledri 9%, meskipun nilai terendah terdapat pada penambahan tepung seledri 3% sebesar 108,86±9,31 mg/100 g. Menurut literatur, proses pengolahan dapat memberikan efek yang bersifat ganda, yaitu dapat menurunkan maupun meningkatkan kandungan senyawa tergantung kondisi proses, sehingga hasil yang diperoleh tidak selalu menunjukkan pola yang linear (Kushwaha et al., 2021). Peningkatan kadar fosfor ini diduga berkaitan dengan kandungan fosfor dalam seledri yang mencapai sekitar 51 mg/100 g (Abdi et al., 2022), sehingga penambahan tepung seledri berkontribusi terhadap peningkatan kadar fosfor pada produk *crackers*.

Hasil ini didukung oleh penelitian Nicetin et al. (2024) yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi tepung seledri pada produk *cookies* menyebabkan peningkatan berbagai mineral, seperti kalium dari 90,63 mg/100 g menjadi 620,76 mg/100 g dan magnesium dari 16,79 mg/100 g menjadi 24,39 mg/100 g. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa penambahan tepung seledri cenderung meningkatkan kandungan mineral secara umum, sehingga fosfor juga berpotensi mengalami peningkatan, meskipun pada penelitian ini perbedaannya belum signifikan secara statistik pada uji lanjut.

Aktivitas Antioksidan

Penambahan tepung seledri berpengaruh signifikan terhadap aktivitas antioksidan *crackers* berbasis mocaf ($p<0,05$). Hasil DMRT menunjukkan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain. Aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri, yaitu dari 41,53±1,46% pada perlakuan kontrol (tanpa penambahan tepung seledri) menjadi 65,53±1,28% pada perlakuan penambahan tepung seledri 9%.

Peningkatan aktivitas antioksidan pada *crackers* berkaitan dengan kandungan senyawa bioaktif dalam seledri, seperti flavonoid dan senyawa fenolik yang berperan sebagai antioksidan alami. Senyawa tersebut mampu menangkap radikal bebas sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan pada produk pangan (Al Aboody, 2021). Semakin tinggi penambahan tepung seledri, semakin

besar kontribusi senyawa bioaktif terhadap peningkatan aktivitas antioksidan pada produk.

Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *bakery* dapat meningkatkan kandungan total fenolik serta aktivitas antioksidan. Nicetin et al. (2024) menunjukkan bahwa penambahan tepung seledri pada produk *cookies* dapat meningkatkan kandungan total fenolik dari 6,42 mg GAE/100 g menjadi 299,46 mg GAE/100 g, serta meningkatkan aktivitas antioksidan yang diukur dengan Metode DPPH dari 0,60 μ mol TE/100 g menjadi 50,84 μ mol TE/100 g. Temuan tersebut menunjukkan bahwa tepung seledri mengandung senyawa fenolik yang berperan dalam meningkatkan aktivitas antioksidan (% inhibisi DPPH) pada produk *bakery*.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan pada jumlah ulangan yang terbatas serta parameter yang diuji hanya mencakup aspek kimia. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan jumlah ulangan dan parameter lain seperti uji sensori serta daya terima konsumen guna memperoleh gambaran kualitas produk yang lebih menyeluruh.

KESIMPULAN

Penambahan tepung seledri pada *crackers* berbasis tepung mocaf berpengaruh signifikan terhadap kadar kalsium dan aktivitas antioksidan ($p<0,05$), serta meningkatkan kadar fosfor meskipun tidak berbeda nyata antar perlakuan. Nilai kalsium, fosfor, dan aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi tepung seledri, dengan hasil terbaik diperoleh pada penambahan tepung seledri 9%. Penambahan tepung seledri dapat meningkatkan kandungan mineral dan aktivitas antioksidan pada *crackers* mocaf, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional berbasis bahan lokal.

DAFTAR PUSTAKA

Abdi, F.A., Gemed, H.F., Keyata, E.O., 2022. Nutritional composition, antinutrient contents, and polyphenol compounds of selected underutilized

- and some commonly consumed vegetables in East Wollega, West Ethiopia. *J. Food Qual.* 6942039. <https://doi.org/10.1155/2022/6942039>
- Ahmed, S.S.T., Fahim, J.R., Youssif, K.A., Amin, M.N., Abdel-Aziz, H.M.H., Khadra, I.A., Rateb, M.E., Abdelmohsen, U.R., Hamed, A.N.E., 2022. Comparative study of the chemical composition and anti-proliferative activities of the aerial parts and roots of *Apium graveolens* L. (celery) and their biogenic nanoparticles. *South African J. Bot.* 151, 34–45. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.11.002>
- Al Aboody, M.S., 2021. Cytotoxic, Antioxidant, and Antimicrobial Activities of Celery (*Apium graveolens* L.). *Bioinformation* 17(1), 147–156. <https://doi.org/10.6026/97320630017147>
- Ananda, F.A., Dewanto, N.E.F., 2023. Hubungan riwayat gestasi dan nutrisi bayi 6 bulan pertama dengan waktu erupsi gigi primer anak. *Manuju: Malahayati Nurs. J.* 5, 685–700. <https://doi.org/10.33024/mnj.v5i3.8061>
- Anwar, C., Rosdiana, E., 2023. Penyuluhan kesehatan tentang gizi tumbuh kembang pada anak di PAUD Harsya Ceria Jeulingke Banda Aceh. *JPkMK: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Bidang Kesehatan* 5(1), 69–78.
- Artina, Z.J., Ayu, D.F., Rahmayuni, R., 2023. Crackers modified cassava flour (mocaf) dan tepung kacang tunggak: Karakteristik kimia dan sensori. *AGRITEKNO J. Teknol. Pertan.* 12, 57–64. <https://doi.org/10.30598/jagritekno.2023.12.1.57>
- Azuma, M.M., Cardoso, C.deB.M., da Silva, C.C., de Oliveira, P.H.C., Jacinto, R. deC., Andrada, A.C., Cintra, L.T.A., 2022. The use of omega-3 fatty acids in the treatment of oral diseases. *Oral Dis.* 28(2), 264–274. <https://doi.org/10.1111/odi.13667>
- BPS, 2021. Ringkasan Eksekutif Pengeluaran dan Konsumsi Penduduk Indonesia Maret 2021. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Christiono, S., Pradopo, S., Sudiana, I.K., Mayangsari, R.S., Indrawati, S.V., 2023. The effect of sea fish powder on development and growth of fetal teeth mice. *Insisiva Dent. J. Maj. Kedokt. Gigi Insisiva* 12(2), 70–77. <https://doi.org/10.18196/di.v12i2.18939>
- Estrin, B., Brammell, W.S., 1969. Determination of phosphorus in fruits and fruit products by a spectrophotometry molybdovanadate method and by the official gravimetric quinoline molybdate fertilizer method. *J. AOAC Int.* 52(4), 865–870. <https://doi.org/10.1093/jaoac/52.4.865>
- Hadistio, A., Jumiono, A., Fitri, S., 2019. Tepung mocaf (modified cassava flour) untuk ketahanan pangan Indonesia. *J. Ilm. Pangan Halal* 1(1), 13–17. <https://doi.org/10.30997/jiph.v1i1.2005>
- Hasibuan, H.A., 2021. Potensi minyak sawit merah sebagai pangan fungsional dan nutrasetikal. *War. Pus. Penelit. Kelapa Sawit* 26(3), 178–184. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.wart a.v26i3.52>
- Hidayati, G.S., Sohriati, E., 2023. Inovasi pembuatan dan karakterisasi tepung daun cemba (*Acasia rugata* (Lam) Fawc. Rendle) sebagai bahan pangan alami melalui metode pengeringan cabinet dryer. *J. Technopreneur* 11, 85–92. <https://doi.org/10.30869/jtech.v11i2.1231>
- Ibrahim, I., Isramilda, I., Permatasari, S.D., 2023. Hubungan pemberian MP-ASI dengan status gizi bayi 6-11 bulan di wilayah kerja Puskesmas Sambau Kota Batam. *Zo. Kedokt.* 13(3), 468–475.

- <https://doi.org/10.37776/zked.v14i1.1354>.
- Ibrahim, I., Miguna, S., Hanifa, N., 2024. Hubungan Air Susu Ibu Eksklusif dengan Jumlah Gigi Susu Bayi Usia 6-12 Bulan di Wilayah Kerja Puskesmas Botania Kota Batam. *Zo. Kedokt.* 14(2), 126–134. <https://doi.org/10.37776/zked.v14i2.1532>
- Kamran, M., Hamlin, A.S., Scott, C.J., Obied, H.K., 2015. Drying at high temperature for a short time maximizes the recovery of olive leaf biophenols. *Ind. Crops Prod.* 78, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.10.031>
- Karamad, D., Khosravi-Darani, K., Hosseini, H., Tavasoli, S., 2019. Analytical procedures and methods validation for oxalate content estimation. *Biointerface Res. Appl. Chem.* 9(5), 4305–4310. <https://doi.org/10.33263/briac95.305310>
- Kartika, I., Zainur, R.A., Deynilisia, S., 2021. Hubungan status gizi terhadap erupsi gigi insisivus sentralis permanent mandibula pada anak usia 6-7 tahun. *J. Kesehat. Gigi dan Mulut* 3(1), 25–30.
- Kooti, W., Daraei, N., 2017. A review of the antioxidant activity of celery (*Apium graveolens* L). *J. Evid. Based Complementary Altern. Med.* 22(4), 1029–1034. <https://doi.org/10.1177/2156587217717415>
- Kurniawati, F., Komalyna, I.N.T., 2021. Pastel tutup daging ayam dan daun kelor sebagai pemberian makanan tambahan balita stunting di Puskesmas Dinoyo Kota Malang: Kajian nilai gizi, mutu protein dan daya terima. *AgriHealth: J. Agri-food, Nutr. Public Heal.* 2(1), 8-16. <https://doi.org/10.20961/agrihealth.v2i1.47071>
- Kushwaha, R., Singh, V., Singh, M., Puranik, V., Kaur, D., 2021. Effect of Food Processing on Nutritional And Antinutritional Components. *Di dalam Challenges and Opportunities in Nutrition, Environment and Agriculture.* Rathore Academic Research Publication. p.97–111.
- Molyneux, P., 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin J. Sci. Technol* 26(2), 211–219.
- Mufarrohah, Witriyani, Ulkhasanah, M.E., 2025. Hubungan peran orang tua dalam personal hygiene gigi dan mulut dengan kejadian karies gigi pada anak usia prasekolah. *J. Penelit. Perawat Prof.* 7(1), 95-104. <https://doi.org/10.37287/jppp.v7i1.3780>
- Najmi, N., Kuswandani, F., Rafisa, A., Balafif, F.F., 2024. Hubungan kesehatan gigi dan mulut dan produk susu. *J. Kesehat. Tambusai* 5, 240–244. <https://doi.org/10.31004/jkt.v5i1.25062>
- Nicetin, M., Filipovic, J., Djalovic, I., Stankovic, D., Trivan, G., Kosutic, M., Zivancev, D., Filipovic, V., 2024. Quality optimization and evaluation of new cookie product with celery root powder addition. *Foods* 13(17), 2712. <https://doi.org/10.3390/foods13172712>
- Ramadhani, W., Indrawan, I., Seveline, S., 2022. Formulasi crackers mocaf dengan penambahan tepung udang rebon serta karakteristiknya. *J. Bioind.* 4(2), 93–108. <https://doi.org/10.31326/jbio.v4i2.1238>
- Saifullah, M., McCullum, R., McCluskey, A., Vuong, Q., 2019. Effects of different drying methods on extractable phenolic compounds and antioxidant properties from lemon myrtle dried leaves. *Heliyon* 5(12), e03044. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e03044>
- Salim, C., Sembiring, V.A., Ayu, A.S., 2019. Pengolahan Tepung Bayam sebagai

- Substitusi Tepung Beras Ketan dalam Pembuatan Klepon. *J. Pariwisata* 6, 56–70.
<https://doi.org/10.31294/par.v6i1.4828>
- Salman, B.N., Darvish, S., Goriuc, A., Mazloomzadeh, S., Tehrani, M.H.P., Luchian, I., 2021. Salivary oxidative stress markers' relation to oral diseases in children and adolescents. *Antioxidants* 10(10), 1540. <https://doi.org/10.3390/antiox10101540>
- Sari, N.S., Kandriasari, A., Cahyana, C., 2024. Pengaruh substitusi tepung mocaf terhadap kualitas organoleptik kulit pastel. *J. Creat. Student Res.* 2(4), 30–41. <https://doi.org/10.55606/jcsr-politama.v2i4.3971>
- Selawati F., Quddus A.A.,M., 2024. Karakteristik Kimia dan Organoleptik Crackers Dengan Substitusi. *J. Pangan dan Gizi* 14(2), 63–69. <https://doi.org/10.26714/jpg.14.2.2024.63-69>
- Snoussi, A., Essaidi, I., Ben Haj Koubaier, H., Zrelli, H., Alsafari, I., Živoslav, T., Mihailovic, J., Khan, M., El Omri, A., Ćirković Veličković, T., Bouzouita, N., 2021. Drying methodology effect on the phenolic content, antioxidant activity of *Myrtus communis* L. leaves ethanol extracts and soybean oil oxidative stability. *BMC Chem.* 15(31). <https://doi.org/10.1186/s13065-021-00753-2>
- Suryana, D., Tika, R., Wardani, E.K., 2022. Management of creative early childhood education environment in increasing golden age creativity. *Proc. 6th Int. Conf. Early Child. Educ. (ICECE-6 2021)* 668, 17–20. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220602.005>