



Aktivitas Antioksidan, Fenolik Total Dan Flavonoid Ekstrak Etanol Cangkang Kerang Simpson Dan Cangkang Telur

(Antioxidant Activity, Total Phenolic and Flavonoids of Ethanol Extracts of Scallop Shells and Egg Shells)

Khoirul Ngibad^{1*}, Afidatul Muadifah², Datin An Nisa Sukmawati³

¹ D3 Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Maarif Hasyim Latif, Sidoarjo, Jawa Timur

² Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Karya Putra Bangsa, Tulungagung, Jawa Timur

³ Program Studi Farmasi, Universitas Kediri, Kediri, Jawa Timur

*Corresponding author: khoirul_ngibad@dosen.umaha.ac.id

Abstract: *Simping clam shells and eggshells, which are often considered waste, have the potential to be a natural source of antioxidants, supporting health and waste reduction. This study aims to identify antioxidant activities, phenolic levels, and flavonoids in ethanol extracts of simping clam shells and eggshells. Extraction is carried out by soaking shell powder in ethanol and concentrating it using a rotary evaporator. Antioxidant activity was measured by the DPPH method, while flavonoid and phenolic levels were analyzed using UV-Vis spectrophotometry with quercetin and galic acid as the standard. Eggshells have a higher content of flavonoids and phenolics than clamshells, which supports their potential as a more effective source of antioxidants. Simping clam shells and eggshells have the potential to be natural sources of antioxidants, with eggshells showing higher effectiveness due to their higher flavonoid and phenolic content. This finding opens up opportunities for the use of shellfish and eggs in nutraceutical products and functional foods for health.*

Keywords: *Scallop Shell, Egg Shell, Antioxidants, Flavonoids, Total Phenolics*

Abstrak: Cangkang kerang simping dan cangkang telur yang sering dianggap limbah berpotensi sebagai sumber antioksidan alami, mendukung kesehatan dan pengurangan limbah. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi aktivitas antioksidan, kadar fenolik, dan flavonoid dalam ekstrak etanol cangkang kerang simping dan cangkang telur. Ekstraksi dilakukan dengan merendam serbuk cangkang dalam etanol dan memekatkannya menggunakan *rotary evaporator*. Aktivitas antioksidan diukur dengan metode DPPH, sementara kadar flavonoid dan fenolik dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis dengan kuersetin dan asam galat sebagai standar. Cangkang telur memiliki kandungan flavonoid dan fenolik yang lebih tinggi dibandingkan cangkang kerang, yang mendukung potensinya sebagai sumber antioksidan yang lebih efektif. Cangkang kerang simping dan cangkang telur memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami, dengan cangkang telur menunjukkan efektivitas lebih tinggi karena kandungan flavonoid dan fenoliknya yang lebih tinggi. Temuan ini membuka peluang pemanfaatan cangkang kerang dan telur dalam produk nutrasetikal dan makanan fungsional untuk kesehatan.

Kata Kunci: Cangkang Kerang Simpson, Cangkang Telur, Antioksidan, Flavonoid, Fenolik Total

1. Pendahuluan

Studi terhadap aktivitas antioksidan serta kandungan fenolik dan flavonoid dalam kerang simping dan kerang telur sangat relevan dalam bidang biokimia dan keberlanjutan. Penelitian ini berguna untuk menemukan potensi bahan limbah kerang sebagai sumber senyawa bioaktif, yang bermanfaat untuk kesehatan dan lingkungan. Senyawa antioksidan ini penting untuk menetralkan radikal bebas dan mencegah stres oksidatif yang dapat memicu penyakit kronis, seperti kanker dan gangguan kardiovaskular. Kadar fenolik yang tinggi dalam ekstrak kulit biji Kabau (*Archidendron bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) asal Lampung dan Sumatera Selatan menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat, dan senyawa serupa mungkin terdapat dalam kerang simping dan cangkang telur [1]. Selain antioksidan, senyawa fenolik dan flavonoid juga memiliki aktivitas anti-inflamasi dan antimikroba, yang berpotensi meningkatkan penggunaannya dalam pengawetan makanan dan suplemen kesehatan. Cangkang telur, yang kaya kalsium karbonat dan bahan organik, berpotensi sebagai sumber kalsium dan mineral untuk fortifikasi pangan [2]. Ekstraksi senyawa bioaktif dari cangkang telur tidak hanya menghasilkan antioksidan tetapi juga meningkatkan nilai nutrisi. Lebih lanjut, pemanfaatan cangkang telur dan kerang dalam mengurangi limbah mendukung ekonomi sirkular dan pengembangan material

biodegradable, menurut [3] yang berkontribusi pada solusi alternatif untuk mengatasi peningkatan limbah plastik.

Metode ekstraksi berdampak besar pada kandungan fenolik total, flavonoid, dan aktivitas antioksidan dalam ekstrak. Senyawa fenolik adalah kontributor utama aktivitas antioksidan, dimana ada hubungan langsung antara kadar fenolik total dan efektivitas antioksidan dalam ekstrak tumbuhan [4]. Sifat antibakteri dari bubuk cangkang kerang yang dipanaskan terkait dengan kandungan kalsium karbonat dan terbentuknya kalsium oksida saat dipanaskan [5]. Hal tersebut menunjukkan potensi antioksidan cangkang kerang dalam bidang kesehatan dan keamanan pangan. Selain itu, pengembangan disinfektan dari kalsium oksida yang berasal dari cangkang kerang menunjukkan fungsi multifungsi dari cangkang ini di luar penggunaan tradisionalnya [6]. Sementara itu, cangkang telur dikenal karena kandungan kalsium dan potensi antioksidannya. Di sisi lain, penelitian tentang ekstraksi senyawa fenolik dari cangkang telur belum seintensif cangkang kerang, namun literatur menunjukkan potensinya sebagai antioksidan. Studi lain seperti pada cangkang biji *Jatropha curcas* juga mengonfirmasi hubungan kuat antara kadar fenolik dan aktivitas antioksidan [7] [8] mendukung bahwa cangkang kerang dan telur yang kaya senyawa fenolik dapat

menjadi sumber antioksidan alami yang efektif.

Penelitian tentang aktivitas antioksidan, total fenol, dan flavonoid dalam ekstrak etanol dari cangkang kerang dan telur mengungkap beberapa kendala dan kesenjangan dalam literatur yang ada. Meskipun banyak penelitian tentang sifat antioksidan dari ekstrak alami, studi yang fokus pada cangkang kerang dan cangkang telur masih terbatas, menciptakan kesenjangan dalam memahami manfaat kesehatan dan penerapan pada bidang lainnya. Kendala utama adalah perbedaan dalam metode ekstraksi dan pelarut, yang memengaruhi hasil serta komposisi fenolik dan flavonoid. Penelitian menunjukkan bahwa pelarut seperti metanol dan etanol menghasilkan jumlah senyawa yang berbeda dan memengaruhi kapasitas antioksidannya [9] [10]. Selain itu, kondisi ekstraksi seperti suhu dan durasi juga berpengaruh pada efektivitas, menyebabkan hasil yang tidak konsisten [11].

Kekurangan pengetahuan spesifik tentang profil fenolik dan flavonoid dalam cangkang kerang dan cangkang telur juga merupakan kesenjangan yang signifikan. Meskipun beberapa studi telah mengidentifikasi keberadaan senyawa ini dalam berbagai sumber alami, data komprehensif tentang senyawa spesifik dalam cangkang kerang dan cangkang telur masih kurang. Hal tersebut membuat sulit untuk

membuat perbandingan atau kesimpulan yang akurat tentang potensi antioksidannya. Lebih lanjut, penelitian sering kali tidak berhasil menetapkan hubungan yang jelas antara aktivitas antioksidan dengan jenis senyawa fenolik dan flavonoid spesifik dalam ekstrak. Meskipun ada bukti korelasi positif antara kandungan fenolik dan flavonoid dengan aktivitas antioksidan [12] [13], analisis terperinci yang kurang dalam konteks cangkang kerang dan cangkang telur membatasi identifikasi senyawa yang paling berkontribusi terhadap sifat antioksidannya sehingga menghambat penggunaan yang ditargetkan dalam pengawetan makanan dan nutrasetika.

Senyawa fenolik dan flavonoid dalam cangkang kerang simping dan cangkang telur memiliki potensi sebagai bahan makanan fungsional dengan sifat antioksidan [14]. Ekstraksi senyawa bioaktif dari cangkang telur dan cangkang kerang, yang biasanya dianggap limbah, dapat mengurangi limbah dan meningkatkan nilai gizi makanan. Cangkang telur, yang kaya akan kalsium karbonat, protein, dan polisakarida, serta cangkang kerang yang mengandung kitin, keduanya menunjukkan sifat antioksidan [14] [15] [16]. Proses ekstraksi menggunakan etanol sebagai pelarut mempengaruhi efisiensi ekstraksi fenolik dan flavonoid [17], dan berpotensi untuk mengembangkan suplemen makanan atau makanan fungsional yang meningkatkan kesehatan [18] [14].

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki aktivitas antioksidan, kadar fenolik total, dan flavonoid dari ekstrak cangkang kerang simping dan cangkang telur. Dalam uji aktivitas antioksidan, digunakan metode 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH).

2. Metodologi

2.1 Bahan dan Peralatan

Serbuk cangkang kerang simping dan cangkang telur digunakan dalam penelitian ini, yang diperoleh dari Kp Kilenselatan RT 01 RW 01, Desa Kilensari, Kecamatan Panarukan, Kab. Situbondo, Jawa Timur. Bahan kimia yang digunakan meliputi etanol 100% (Merck), DPPH (Sigma-Aldrich), asam galat (Merck), Folin-Ciocalteu (Merck), kuersetin (Sigma-Aldrich), Na_2CO_3 (Merck), dan AlCl_3 (Merck), semuanya merupakan reagen kelas analitik. Peralatan yang digunakan termasuk spektrofotometer UV-Vis dan *rotary evaporator*.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Ekstraksi

Sebanyak 1000 g cangkang kerang simping dan cangkang telur secara terpisah direndam dalam 1 liter etanol selama 24 jam. Setelah itu, filtrat dipisahkan dari ampasnya dan filtrat disimpan. Ampas kemudian direndam kembali dengan 1 liter etanol. Proses maserasi dihentikan saat ampas menjadi pucat. Filtrat yang terkumpul selanjutnya diproses dengan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak pekat.

2.2.2 Uji Aktivitas Antioksidan

Larutan sampel ekstrak cangkang kerang mutiara disiapkan pada konsentrasi 20, 40, 80, dan 100 mg/L untuk pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Prosedur ini merujuk pada penelitian sebelumnya yang telah terbukti efektif dalam mengukur penghambatan radikal bebas.

2.2.3 Uji Kadar Flavonoid dan Fenolik

Uji kadar flavonoid dilakukan menggunakan larutan standar kuersetin dalam konsentrasi 20-100 mg/L dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Uji kadar fenolik menggunakan larutan standar asam galat dalam rentang konsentrasi 10-50 mg/L dengan metode serupa. Prosedur pengujian ini mengikuti metodologi yang telah dibahas dalam penelitian sebelumnya [19] [20].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji Aktivitas Antioksidan

Studi ini mengevaluasi aktivitas antioksidan, kadar fenolik total, dan flavonoid dalam ekstrak etanol dari cangkang kerang simping dan cangkang telur. Antioksidan berperan penting dalam melawan stres oksidatif yang berhubungan dengan berbagai penyakit. Hasil penelitian, yang ditampilkan dalam Tabel 1, memaparkan efektivitas ekstrak dalam menghambat radikal bebas pada berbagai konsentrasi, menandakan potensi bahan alami ini sebagai sumber antioksidan. Tabel 1 menunjukkan bahwa penghambatan radikal bebas oleh ekstrak cangkang kerang simping stabil pada semua konsentrasi, berkisar antara 42,09% dan

42,66%. Sementara itu, ekstrak cangkang telur memiliki variasi penghambatan yang lebih lebar, yaitu dari 27% hingga 43%. Pada konsentrasi rendah (20 ppm), ekstrak cangkang kerang lebih efektif daripada ekstrak cangkang telur. Namun, pada

konsentrasi yang lebih tinggi (60 ppm ke atas), penghambatan oleh kedua ekstrak mencapai sekitar 43%, menandakan stabilisasi efektivitas ekstrak cangkang telur pada level yang lebih tinggi.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Persen Inhibisi Ekstrak Cangkang Kerang Simpson dan CangkangTelur

Konsentrasi (ppm)	Persen inhibisi (%)	
	Cangkang Kerang Simpson	Cangkang Telur
20	42,09	27
40	42,13	43
60	42,20	43
80	42,38	43
100	42,66	43

Stabilitas penghambatan oleh ekstrak cangkang kerang menunjukkan keberadaan senyawa antioksidan yang konsisten, mungkin karena kadar fenolik total dan flavonoid yang tinggi, yang terbukti berhubungan positif dengan aktivitas antioksidan [21]. Variabilitas dan efektivitas yang lebih rendah pada ekstrak cangkang telur mungkin disebabkan oleh kadar fenolik dan flavonoid yang lebih rendah. Dalam ekstrak cangkang telur pada konsentrasi yang lebih tinggi menunjukkan saturasi aktivitas antioksidan, di mana peningkatan konsentrasi tidak lagi meningkatkan penghambatan secara signifikan.

Penelitian telah membuktikan bahwa cangkang kerang kaya akan fenolik dan

flavonoid, memberikan sifat antioksidan yang signifikan. [21] mengonfirmasi bahwa ekstrak kerang memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, mendukung hasil penelitian ini. Di sisi lain, meskipun cangkang telur mengandung senyawa fenolik, kapasitas antioksidannya lebih rendah dibandingkan dengan cangkang kerang. Hal ini menunjukkan bahwa cangkang kerang merupakan sumber antioksidan alami yang lebih efektif, dipengaruhi oleh metode ekstraksi dan pelarut yang digunakan[4]. Selain itu, antioksidan dalam cangkang kerang dapat menghambat oksidasi LDL, penting untuk pencegahan penyakit kardiovaskular[21]. Hal ini menyarankan potensi pemanfaatan cangkang kerang dalam

makanan fungsional atau nutrasetikal, yang kian didukung oleh literatur tentang manfaat kesehatan dari antioksidan laut.

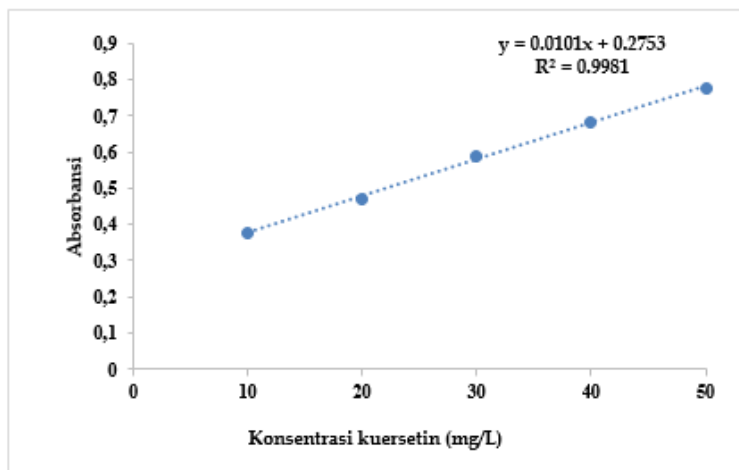
3.2 Uji Kadar Flavonoid

Dalam pengukuran kadar flavonoid dalam ekstrak, terlebih dahulu harus dilakukan pengukuran absorbansi kuersetin (Tabel 2) dan pembuatan kurva kalibrasi kuersetin (Gambar 1). Hasil yang disajikan dalam Tabel 3 menunjukkan bahwa

kandungan flavonoid dalam ekstrak cangkang telur (6,8019 mg EK/g) secara signifikan lebih tinggi daripada kandungan flavonoid dalam ekstrak cangkang kerang (2,445 mg EK/g). Temuan ini menunjukkan bahwa cangkang telur mungkin merupakan sumber flavonoid yang lebih kuat dibandingkan dengan cangkang kerang, yang relevan untuk aplikasi dalam ilmu pangan dan nutrisi, khususnya dalam konteks antioksidan alami.

Tabel 2. Pengukuran Absorbansi Kuersetin

Konsentrasi Kuersetin (mg/L)	Absorbansi Kuersetin
10	0,374
20	0,472
30	0,589
40	0,681
50	0,774



Gambar 1. Pembuatan Kurva Kalibrasi Kuersetin

Tabel 3. Kadar Flavonoid Ekstrak Cangkang Kerang Simping dan CangkangTelur

Sampel	Kadar flavonoid (mg EK/g)
Ekstrak cangkang kerang simping	2,445
Ekstrak cangkang telur	6,802

Data menunjukkan perbedaan signifikan dalam kandungan flavonoid antara ekstrak cangkang telur dan cangkang kerang, dengan cangkang telur mengandung flavonoid hampir tiga kali lebih banyak. Perbedaan ini mencerminkan variasi dalam komposisi biokimia dan sifat antioksidan kedua jenis cangkang. Kandungan flavonoid yang lebih tinggi pada cangkang telur sesuai dengan studi sebelumnya yang menemukan bahwa bahan dari telur sering memiliki sifat antioksidan yang kuat, yang berhubungan dengan kandungan senyawa bioaktifnya seperti peptida dan protein yang berpotensi antioksidatif [22] [23] [18].

Pola data yang diperoleh mencerminkan perbedaan dalam komposisi biokimia antara cangkang telur dan cangkang kerang. Cangkang telur, yang mayoritas terdiri dari kalsium karbonat, juga mengandung bahan organik seperti protein dan glikoprotein, yang berkontribusi pada potensi antioksidannya. Studi telah menunjukkan bahwa komponen telur mengandung peptida bioaktif yang mampu menetralkan radikal bebas dan mengurangi stres oksidatif [22] [23]. Di sisi lain, meskipun cangkang kerang juga terbuat dari kalsium karbonat, komposisinya termasuk bahan

organik yang berbeda, yang menghasilkan kadar flavonoid yang lebih rendah. Oleh karena itu, perbedaan dalam struktur dan komposisi ini berdampak pada aktivitas antioksidan, dengan cangkang telur lebih efektif berkat kandungan organik dan senyawa bioaktifnya yang lebih tinggi [22] [23].

Ketika membandingkan temuan ini dengan penelitian sebelumnya, jelas bahwa aktivitas antioksidan dari kulit telur telah terdokumentasi dengan baik. Misalnya, penelitian telah menyoroti keberadaan peptida antioksidan dalam putih dan kuning telur, yang telah terbukti menunjukkan sifat antioksidan yang signifikan [22] [23] [18]. Sebaliknya, penelitian tentang cangkang kerang terutama difokuskan pada sifat struktural dan mekanisnya daripada potensi antioksidannya. Misalnya, penelitian telah meneliti efek stresor lingkungan pada komposisi dan kekuatan cangkang kerang, yang menunjukkan bahwa sementara kerang dapat beradaptasi dengan kondisi yang berubah, cangkangnya mungkin tidak memiliki tingkat aktivitas antioksidan yang sama seperti cangkang telur [24] [25]. Perbandingan ini menggarisbawahi potensi cangkang telur untuk dimanfaatkan sebagai

sumber antioksidan alami yang lebih efektif dalam aplikasi makanan dan kesehatan, sekaligus menyoroti perlunya penelitian lebih lanjut mengenai sifat antioksidan dari cangkang kerang.

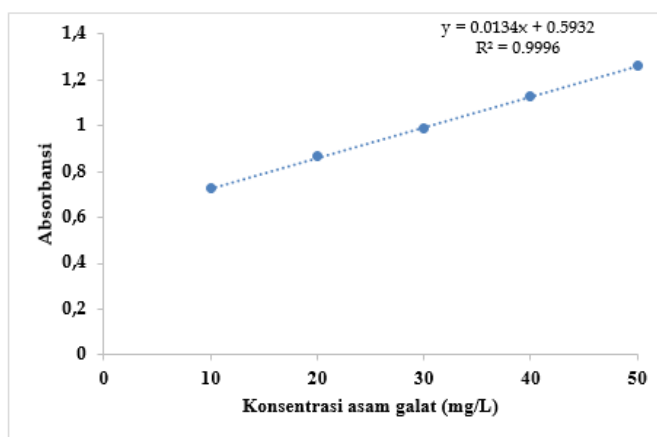
3.3 Uji Kadar Fenolik Total

Dalam pengukuran kadar fenolik total dalam ekstrak, terlebih dahulu harus dilakukan pengukuran absorbansi asam galat (Tabel 4) dan pembuatan kurva kalibrasi asam

galat (Gambar 2). Hasil yang disajikan dalam Tabel 5. menunjukkan bahwa kandungan fenolik ekstrak cangkang kerang adalah 0,2089 mg EAG/g sedangkan ekstrak cangkang telur menunjukkan kandungan fenolik yang jauh lebih tinggi yaitu 0,656 mg EAG/g. Perbedaan ini menyoroti potensi cangkang telur sebagai sumber senyawa fenolik yang lebih kaya dibandingkan dengan cangkang kerang.

Tabel 4. Pengukuran Absorbansi Asam Galat

Konsentrasi Asam Galat (mg/L)	Absorbansi Asam Galat
10	0.726
20	0.866
30	0.988
40	1.126
50	1.264



Gambar 2. Pembuatan Kurva Kalibrasi Asam Galat

Tabel 5. Kadar Fenolik Ekstrak Kulit Kerang Simping dan Kulit Telur

Sampel	Kadar Fenolik (mg EAG/g)
Ekstrak Cangkang Kerang Simping	0,2089
Ekstrak Cangkang Telur	0,656

Data yang diperoleh menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam kandungan fenolik antara dua jenis ekstrak. Ekstrak cangkang telur memiliki kandungan fenolik lebih dari tiga kali lipat dibandingkan dengan ekstrak cangkang kerang. Ini menandakan bahwa cangkang telur mungkin memiliki profil fitokimia yang lebih efektif untuk aktivitas antioksidan, yang dikaitkan dengan kandungan fenolik dan flavonoid yang tinggi. Hasil ini konsisten dengan studi sebelumnya yang mendapati adanya hubungan kuat antara kandungan fenolik total dengan aktivitas antioksidan, dimana konsentrasi fenolik yang lebih tinggi meningkatkan aktivitas antioksidan dalam berbagai bahan tanaman [26] [27].

Perbedaan dalam komposisi biokimia kedua sumber menjelaskan variasi data yang diamati. Cangkang telur mengandung senyawa bioaktif seperti flavonoid dan asam fenolik, yang berkontribusi pada sifat antioksidannya. Kadar fenolik yang lebih tinggi pada cangkang telur bisa dikaitkan dengan fungsinya dalam melindungi telur dari kerusakan oksidatif selama perkembangan [28]. Di sisi lain, cangkang kerang, yang terutama terdiri dari kalsium karbonat, cenderung memiliki konsentrasi fenolik yang

lebih rendah karena strukturnya dan peran ekologis yang kurang memerlukan antioksidan [21]. Selain itu, teknik ekstraksi yang digunakan juga berpengaruh terhadap kadar senyawa fenolik yang diekstraksi, karena pelarut yang berbeda mungkin mengekstrak fitokimia dengan cara yang berbeda [29].

Membandingkan dengan penelitian sebelumnya, aktivitas antioksidan kulit telur sesuai dengan studi yang menemukan hubungan positif antara kandungan fenolik tinggi dalam bahan tanaman dan kapasitas antioksidannya [26] [27]. Sebagai contoh, penelitian pada produk sampingan buah delima menunjukkan bahwa senyawa fenolik memainkan peran penting dalam aktivitas antioksidan, mirip dengan hasil penelitian ini pada kulit telur [30]. Di sisi lain, kandungan fenolik yang lebih rendah dalam cangkang kerang sejalan dengan studi lain yang menemukan aktivitas antioksidan terbatas pada bahan laut dibandingkan sumber terestrial [21]. Temuan ini menegaskan pentingnya pemilihan sumber bahan dalam penelitian aktivitas antioksidan dan mengindikasikan peluang untuk mengembangkan cangkang telur sebagai bahan makanan fungsional karena kadar

fenoliknya yang lebih tinggi dan manfaat kesehatannya.

4. Kesimpulan

Telah dilakukan penelitian terhadap aktivitas antioksidan, kadar fenolik total, dan flavonoid pada ekstrak cangkang kerang simping dan cangkang telur. Ekstrak cangkang kerang simping dan cangkang telur menunjukkan potensi sebagai sumber antioksidan alami, dengan cangkang telur memiliki kandungan flavonoid dan fenolik yang lebih tinggi, menjadikannya bahan yang lebih efektif untuk aplikasi kesehatan dan makanan fungsional. Temuan ini menunjukkan bahwa cangkang telur, dengan kandungan senyawa bioaktifnya yang tinggi, dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan untuk meningkatkan kesehatan dan mencegah penyakit terkait oksidatif. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan metode ekstraksi dan mengeksplorasi potensi cangkang kerang dan telur dalam pengembangan produk nutrasetikal.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Universitas Maarif Hasyim Latif atas dukungan dan fasilitasi yang luar biasa dalam pelaksanaan penelitian ini. Berkat bantuan dari pihak universitas, baik dari segi fasilitas, sumber daya, maupun dukungan moral, penelitian ini dapat berjalan dengan lancar dan mencapai hasil yang memuaskan.

Daftar Pustaka

- [1] H. Riasari, S. N. Fitriansyah, R. Hartati, K. Anggadiredja, and Sukrasno, "Comparison of Extraction Methods, Antioxidant Activities, Total Phenol in Seeds and Seed Shells of Kabau (*Archidendron Bubalinum* (Jack) I.C. Nielsen) From Lampung and South Sumatra," *Pharmacogn. J.*, vol. 11, no. 6, pp. 1278–1284, 2019.
- [2] C. Halim, M. Fadli, D. Darmawan, D. N. F. Bintang, and F. Rahmadani, "Organeleptic Test for Fortified Packaging Milk by Utilizing Calcium From Egg Shell Waste," *NSMRJ Nusant. Sci. Med. Res. J.*, vol. 1, no. 1, pp. 37–45, 2022.
- [3] S. M. Mousavi, H. Esmaili, O. Arjmand, S. Karimi, and S. A. Hashemi, "Biodegradation Study of Nanocomposites of Phenol Novolac Epoxy/Unsaturated Polyester Resin/Egg Shell Nanoparticles Using Natural Polymers," *J. Mater.*, vol. 2015, pp. 1–6, 2015.
- [4] Q.-D. Do *et al.*, "Effect of Extraction Solvent on Total Phenol Content, Total Flavonoid Content, and Antioxidant Activity of *Limnophila Aromatica*," *J. Food Drug Anal.*, vol. 22, no. 3, pp. 296–302, 2014.
- [5] M. Kubo, Y. Ohshima, F. Irie, M. Kikuchi, and J. Sawai, "Disinfection

- Treatment of Heated Scallop-Shell Powder on Biofilm of *Escherichia Coli* ATCC 25922 Surrogated for *E. Coli* O157:H7,” *J. Biomater. Nanobiotechnol.*, vol. 04, no. 04, pp. 10–19, 2013.
- [6] Y. Hata, S. Hiruma, T. Takayama, S. Nakamura, and N. Ando, “Recent Progress in the Development of Disinfectants From Scallop Shell-Derived Calcium Oxide for Clinical and Daily Use,” *Biocontrol Sci.*, vol. 26, no. 3, pp. 129–135, 2021.
- [7] S. Huang *et al.*, “Antioxidant Properties of *Jatropha Curcas* L. Seed Shell and Kernel Extracts,” *Appl. Sci.*, vol. 10, no. 9, p. 3279, 2020.
- [8] R. Fu, Y. Zhang, Y. Guo, F. Liu, and F. Chen, “Determination of Phenolic Contents and Antioxidant Activities of Extracts of *Jatropha Curcas* L. Seed Shell, a by-Product, a New Source of Natural Antioxidant,” *Ind. Crops Prod.*, vol. 58, pp. 265–270, 2014.
- [9] J. Dai and R. J. Mumper, “Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties,” *Molecules*, vol. 15, no. 10, pp. 7313–7352, 2010.
- [10] N. P. S. Mahasuari, N. L. P. V. Paramita, and A. Putra, “EFFECT OF METHANOL CONCENTRATION AS a SOLVENT ON TOTAL PHENOLIC AND FLAVONOID CONTENT OF BELUNTAS LEAF EXTRACT (*Pulchea Indica* L.),” *J. Pharm. Sci. Appl.*, vol. 2, no. 2, p. 77, 2020.
- [11] J. Azieana, M. N. Zainon, N. Abdullah, and M. N. Rohana, “Total Phenolic and Flavonoid Content and Antioxidant Activities of Ten Malaysian Wild Mushrooms,” *Oalib*, vol. 04, no. 11, pp. 1–9, 2017.
- [12] X. Li *et al.*, “Antioxidant Ability and Mechanism of *Rhizoma Atractylodes Macrocephala*,” *Molecules*, vol. 17, no. 11, pp. 13457–13472, 2012.
- [13] S. A. Baba and S. A. Parah, “Determination of Total Phenolic and Flavonoid Content, Antimicrobial and Antioxidant Activity of a Root Extract of *Arisaema Jacquemontii* Blume,” *J. Taibah Univ. Sci.*, vol. 9, no. 4, pp. 449–454, 2015.
- [14] M. T. Hincke, Y. Nys, J. Gautron, K. Mann, A. B. Rodríguez-Navarro, and M. D. McKee, “The Eggshell: Structure, Composition and Mineralization,” *Front. Biosci.*, vol. 17, no. 1, p. 1266, 2012.
- [15] I. Iloabachie, O. T. Ajina, and A. C. Chime, “Effect of Egg Shell Composition on the Flexural and Hardness Properties of Epoxy Resin/Egg Shell Particles Composite,” *J.*

- Eng. Res. Reports*, pp. 1–7, 2021.
- [16] X. Feng *et al.*, “Effects of Monobutyryl Supplementation on Egg Production, Biochemical Indexes, and Gut Microbiota of Broiler Breeders,” *Poult. Sci.*, vol. 100, no. 3, p. 100907, 2021.
- [17] R. Asyhar, “Adsorption Isotherms of Phenol Onto Adsorbents Derived From Egg Shell and Palm-Oil Shell,” *J. Natur Indones.*, vol. 13, no. 3, p. 276, 2012.
- [18] M. K. Remanan and J. Wu, “Antioxidant activity in cooked and simulated digested eggs,” *Food Funct.*, vol. 5, no. 7, pp. 1464–1474, 2014.
- [19] K. Ngibad, A. Muadifah, and D. A. N. Sukmawati, “Aktivitas Antioksidan , Kadar Flavonoid , dan Fenolik Total Cangkang Kerang Mutiara (*Pinctada maxima*),” *KOVALEN J. Ris. Kim.*, vol. 9, no. 1, pp. 55–62, 2023.
- [20] K. Ngibad, “Aktivitas antioksidan, kadar fenolik, dan kadar flavonoid total daun jati cina (*Senna alexandrina*),” *Lantanida J.*, vol. 11, no. 1, pp. 24–35, 2023.
- [21] M. A. Anggarani and R. J. Irawan, “Antioxidant Potential of Madura Knife Scallop (*Solen* sp) Extract as a Prevention of Oxidative Stress,” 2020.
- [22] C. Chen, Y.-J. Chi, M.-Y. Zhao, and L. Lv, “Purification and identification of antioxidant peptides from egg white protein hydrolysate,” *Amino Acids*, vol. 43, pp. 457–466, 2012.
- [23] J. Wang, W. Liao, C. Nimalaratne, S. Chakrabarti, and J. Wu, “Purification and characterization of antioxidant peptides from cooked eggs using a dynamic in vitro gastrointestinal model in vascular smooth muscle A7r5 cells,” *npj Sci. Food*, vol. 2, no. 1, p. 7, 2018.
- [24] L. Ramajo *et al.*, “Biom mineralization changes with food supply confer juvenile scallops (*Argopecten purpuratus*) resistance to ocean acidification,” *Glob. Chang. Biol.*, vol. 22, no. 6, pp. 2025–2037, 2016.
- [25] A. Abarca-Ortega *et al.*, “Biomechanical Characterization of Scallop Shells Exposed to Ocean Acidification and Warming,” *Front. Bioeng. Biotechnol.*, vol. 9, p. 813537, 2022.
- [26] Y. Yao, W. Sang, M. Zhou, and G. Ren, “Phenolic composition and antioxidant activities of 11 celery cultivars,” *J. Food Sci.*, vol. 75, no. 1, pp. C9–C13, 2010.
- [27] G.-F. Deng, X. Lin, X.-R. Xu, L.-L. Gao, J.-F. Xie, and H.-B. Li, “Antioxidant capacities and total phenolic contents of 56 vegetables,” *J. Funct. Foods*, vol. 5, no. 1, pp. 260–266, 2013.
- [28] J. Pérez-Jiménez and F. Saura-Calixto, “Fruit peels as sources of non-extractable polyphenols or

- macromolecular antioxidants: Analysis and nutritional implications,” *Food Res. Int.*, vol. 111, pp. 148–152, 2018.
- [29] N. Han *et al.*, “Effect of atmospheric-pressure plasma on functional compounds and physiological activities in peanut shells,” *Antioxidants*, vol. 11, no. 11, p. 2214, 2022.
- [30] P. Ambigaipalan, A. C. de Camargo, and F. Shahidi, “Phenolic compounds of pomegranate byproducts (outer skin, mesocarp, divider membrane) and their antioxidant activities,” *J. Agric. Food Chem.*, vol. 64, no. 34, pp. 6584–6604, 2016.