

Karakteristik Fisikokimia dan Organoleptik Produk *Cookies* Dengan Substitusi Tepung Kulit Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Physicochemical And Organoleptic Characteristics Of Cookies Substituted With Cocoa Bean Shell Flour (Theobroma cacao L.)

Elazmanawati Lembong^{1*}, Gemilang Lara Utama¹, Mohamad Djali¹, Denna Mayra Elvando¹

¹Program Studi Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran

*Email Koresponden: elazmanawati.lembong@unpad.ac.id

Received : 5 September 2025 | Accepted : 26 September 2025 | Published : 8 November 2025

Kata Kunci	ABSTRAK
<i>cookies</i> , karakteristik fisikokimia, kulit biji kakao, organoleptik, substitusi tepung	Kulit biji kakao umumnya dianggap sebagai limbah agroindustri dan hanya dimanfaatkan sebagai pupuk atau pakan ternak. Namun, kandungan nutrisi dan senyawa bioaktifnya berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pangan fungsional. Penelitian ini bertujuan mengkaji pengaruh substitusi tepung kulit biji kakao terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik <i>cookies</i> . Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan, yaitu A (0%), B (25%), C (30%), dan D (35%) substitusi tepung kulit biji kakao terhadap tepung terigu. Data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan C (30%) memberikan hasil terbaik dengan skor organoleptik 4,22–4,59 (kategori suka–sangat suka). Karakteristik fisik <i>cookies</i> perlakuan C meliputi kekerasan 912,82 gf, daya patah 11,01 N, serta warna dengan nilai L* 27,84, a* 8,44, b* 9,81, dan hue 49,31. Secara kimia, kadar air <i>cookies</i> tercatat 5,16% dan kadar protein 7,47%. Uji aktivitas antioksidan pada perlakuan C menghasilkan nilai IC ₅₀ sebesar 2664,61 ppm, yang menunjukkan aktivitas antioksidan dalam kategori lemah. Dengan demikian, substitusi tepung kulit biji kakao hingga 30% berpotensi meningkatkan nilai tambah limbah kakao serta menghasilkan <i>cookies</i> yang disukai konsumen.
Keywords	ABSTRACT
<i>cookies</i> , physicochemical properties, cocoa bean shell, organoleptic characteristics, flour substitution	Cocoa bean shell is generally considered an agro-industrial by-product and commonly utilized as fertilizer or animal feed. However, its nutritional composition and bioactive compounds offer potential for development as a functional food ingredient.

This study aimed to evaluate the effect of cocoa bean shell flour substitution on the physicochemical and organoleptic characteristics of cookies. A Completely Randomized Design (CRD) was employed with four treatments: A (0%), B (25%), C (30%), and D (35%) substitution of wheat flour with cocoa bean shell flour. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Duncan's multiple range test. The results showed that treatment C (70:30) produced the most favorable characteristics, with organoleptic scores ranging from 4.22 to 4.59 (like-very like). Physically, cookies from treatment C had hardness of 912.82 gf, fracturability of 11.01 N, and color values of L^* 27.84, a^* 8.44, b^* 9.81, and hue 49.31. Chemically, the cookies contained 5.16% moisture and 7.47% protein. Antioxidant activity testing of treatment C yielded an IC_{50} value of 2664.61 ppm, indicating weak antioxidant activity. In conclusion, substitution of cocoa bean shell flour up to 30% can increase the value of cocoa by-products while producing cookies that are well accepted by consumers.

1. PENDAHULUAN

Kakao merupakan salah satu komoditas perkebunan strategis di Indonesia yang berkontribusi besar terhadap pendapatan masyarakat sekaligus devisa negara. Pada tahun 2020, produksi kakao Indonesia tercatat sebesar 720,66 ribu ton, dengan produksi biji kakao sekitar 128,62 ribu ton atau 17,85% dari total produksi dunia. Angka tersebut menempatkan Indonesia sebagai produsen kakao terbesar ketiga setelah Ghana dan Pantai Gading yang masing-masing menyumbang 42% dan 17% produksi dunia (Badan Pusat Statistik, 2021). Selain sebagai bahan baku industri makanan, kakao juga dimanfaatkan dalam industri farmasi.

Pengolahan biji kakao menghasilkan produk samping berupa daging buah dan kulit biji kakao. Kulit biji kakao merupakan lapisan pelindung biji yang dihasilkan pada tahap pemanggangan, umumnya dianggap limbah bernilai rendah, sehingga lebih sering dibuang atau dimanfaatkan sebagai pakan ternak maupun pupuk (Sánchez *et al.*, 2023). Padahal, kulit biji kakao mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi tinggi, seperti serat pangan, polifenol, flavonoid, protein, mineral, dan teobromin. Kandungan fenolik yang cukup tinggi menjadikan kulit biji kakao sebagai sumber potensial antioksidan (Martin, Goya and Ramos, 2016; Rojo-poveda *et al.*, 2020). Konsumsi polifenol secara teratur telah terbukti mendukung kesehatan melalui aktivitas antioksidan, antidiabetes, antikarsinogenik, dan antiinflamasi (Olcha *et al.*, 2022; Rudrapal *et al.*, 2024; Martiniakova *et al.*, 2025).

Selain itu, kulit biji kakao juga kaya protein dengan kisaran 15,70–18,79% setelah proses pemanggangan serta kadar air 6,41–9,23% (Djali *et al.*, 2023). Protein ini berperan penting dalam mendukung pertumbuhan, memperbaiki jaringan tubuh, serta menunjang fungsi biologis lain seperti pembentukan enzim dan hormon (Ajomiwe *et al.*, 2024). Berdasarkan kandungan gizi dan senyawa bioaktif tersebut, kulit biji kakao berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan baku pangan fungsional, termasuk pada produk *bakery*.

Salah satu jenis produk *bakery* yang digemari masyarakat Indonesia adalah *cookies*. Berdasarkan SNI-01-2973-1992, *cookies* termasuk kue kering berbahan dasar adonan lunak dengan kadar lemak tinggi dan tekstur renyah. Umumnya, bubuk kakao digunakan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan *chocolate cookies*. Namun, pemanfaatan kulit biji kakao sebagai tepung substitusi dalam pembuatan *cookies* menawarkan peluang diversifikasi pangan

sekaligus peningkatan nilai tambah hasil samping kakao, baik dari sisi ekonomi maupun lingkungan.

Meski demikian, perbedaan karakteristik antara tepung kulit biji kakao dan tepung terigu dapat memengaruhi kualitas produk. Tepung terigu mengandung gluten (gliadin dan glutenin) yang berperan penting dalam membentuk jaringan elastis adonan (Zang *et al.*, 2022), sedangkan tepung kulit biji kakao tidak. Substitusi sebagian tepung terigu dengan tepung kulit biji kakao tidak hanya berpotensi meningkatkan nilai gizi cookies melalui peningkatan kandungan protein, serat pangan, dan senyawa bioaktif antioksidan, tetapi juga dapat memengaruhi karakteristik fisikokimia dan sensori produk. Perubahan yang mungkin terjadi meliputi peningkatan kadar air akibat kapasitas retensi air serat, penurunan kekerasan dan perbedaan daya patah karena modifikasi struktur adonan, perubahan warna menjadi lebih gelap akibat pigmen alami dan reaksi Maillard, serta pergeseran cita rasa yang dapat memberikan nuansa pahit atau sepat khas kakao. Dengan demikian, meskipun penggunaan tepung kulit biji kakao dapat memperkaya aspek fungsional dan nilai tambah produk, formulasi yang tepat tetap diperlukan untuk menjaga mutu fisik dan penerimaan organoleptik cookies (Rahayu, Mubarak and Istianah, 2021; Soares and Oliveira, 2022). Pigmen alami pada kulit biji kakao, yang mengandung polifenol dan pigmen flavonoid, dapat memperlambat warna produk melalui reaksi Maillard selama pemanggangan. Reaksi ini terjadi antara gula pereduksi dan gugus amino dari protein atau asam amino, menghasilkan pigmen cokelat dan melanoidin yang menurunkan nilai kecerahan (L^*) dan mengubah parameter a^* dan b^* ke arah warna merah-cokelat (Nogueira Soares Souza *et al.*, 2022)

Dengan mempertimbangkan potensi gizi dan fungsional kulit biji kakao sekaligus tantangan teknologinya, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh substitusi tepung kulit biji kakao terhadap karakteristik fisikokimia dan organoleptik *cookies*, serta menentukan formulasi yang menghasilkan produk dengan mutu terbaik dan dapat diterima konsumen.

2. METODE

2.1 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas empat perlakuan substitusi tepung kulit biji kakao terhadap tepung terigu, yaitu A (0% atau kontrol), B (25%), C (30%), dan D (35%). Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali sehingga diperoleh 12 satuan percobaan. Data hasil pengujian dianalisis menggunakan analisis *varians* (ANOVA) satu arah, dan apabila terdapat perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$), dilanjutkan dengan uji Duncan's *Multiple Range Test* (DMRT) untuk mengetahui perbedaan antarperlakuan.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Texture Analyzer (Stable Micro Systems, Tipe TA-XT Plus, Surrey, UK), Chromameter (Konica Minolta, CM-5, Tokyo, Japan), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japan), serta perangkat standar laboratorium lain seperti vortex *mixer* (Thermo Fisher Scientific, Waltham, USA), labu Kjeldahl, pipet ukur, erlenmeyer, dan kuvet.

Bahan yang digunakan meliputi bahan baku pembuatan *cookies* dan bahan kimia untuk analisis. Bahan baku *cookies* terdiri dari tepung terigu protein sedang (Kunci Biru, Bogasari Flour Mills, Jakarta, Indonesia), gula pasir (Gulaku, Lampung, Indonesia), gula cokelat (*light brown sugar*, CSR, Malaysia), mentega (Blue Band, Unilever, Indonesia), telur ayam segar

(pasar lokal, Sumedang, Indonesia), *baking* soda (Arm & Hammer, USA), garam dapur (Refina, Indonesia), *vanila essence* (Koepoe-Koepoe, Jakarta, Indonesia), serta tepung kulit biji kakao varietas Criollo yang diperoleh dari Gunung Kidul, Indonesia. Sementara itu, bahan kimia analisis meliputi HCl p.a. (Merck, Darmstadt, Germany), NaOH 30% (Merck, Darmstadt, Germany), H₂SO₄ pekat (Merck, Darmstadt, Germany), H₃BO₃ 3% (Sigma-Aldrich, St. Louis, USA), indikator fenolftalein (Merck, Darmstadt, Germany), tablet Kjeldahl (Merck, Darmstadt, Germany), metanol p.a. (Sigma-Aldrich, USA), serta 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH, Sigma-Aldrich, USA).

2.3 Prosedur Pelaksanaan

Pelaksanaan penelitian ini terdiri dari dua tahap utama, yaitu pembuatan tepung kulit biji kakao dan pembuatan *cookies* dengan substitusi tepung kulit biji kakao.

Tahap awal pembuatan tepung kulit biji kakao dimulai dengan proses sortasi yang cermat untuk memisahkan kulit dari kontaminan serta memastikan bahan baku yang bersih dan layak olah. Selanjutnya, kulit biji kakao dikeringkan hingga mencapai kadar air sekitar 7%, suatu kondisi yang cukup rendah untuk menghambat pertumbuhan mikroba dan ideal bagi proses penggilingan (Soares and Oliveira, 2022). Proses penggilingan kemudian dilakukan untuk memperhalus tekstur tepung. Penelitian terkini menunjukkan bahwa ukuran partikel yang lebih kecil mampu meningkatkan ekstraksi senyawa fenolik dan aktivitas antioksidan kulit biji kakao (Gil-Martín *et al.*, 2022). Tahap akhir adalah pengayakan menggunakan sieve standar untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam, sehingga tepung kulit biji kakao menjadi bahan fungsional yang konsisten dan berkualitas.

Tahap kedua adalah pembuatan *cookies* dengan substitusi tepung kulit biji kakao. Pembuatan dimulai dengan menyiapkan adonan basah yang terdiri dari mentega yang telah dilelehkan, gula pasir, gula cokelat, telur ayam segar, dan *vanila essence*, kemudian diaduk hingga homogen. Selanjutnya dibuat adonan kering dengan mencampurkan tepung terigu, tepung kulit biji kakao sesuai perlakuan, garam, dan *baking* soda. Adonan kering kemudian ditambahkan secara bertahap ke dalam adonan basah sambil diaduk perlahan hingga tercampur merata. Setelah terbentuk adonan, adonan tersebut didinginkan dalam *chiller* pada suhu 4 °C selama 30 menit.

Adonan *cookies* yang telah didinginkan kemudian dibentuk menjadi bulatan dengan berat $\pm$ 20 gram per unit, lalu diletakkan di atas loyang yang telah dilapisi *baking paper*. Proses pemanggangan dilakukan dalam oven listrik pada suhu 177 °C selama 16 menit, dengan membalik sisi *cookies* setiap 8 menit agar pemanggangan merata. Setelah dipanggang, *cookies* dibiarkan pada loyang selama 10 menit hingga mencapai suhu ruang sebelum dianalisis lebih lanjut.

2.4 Parameter Pengamatan

2.4.1 Texture Analyzer (Agrahar-Murugkar *et al.*, 2015)

Pengujian tekstur cookies dilakukan menggunakan TA.XT Express Texture Analyzer yang terhubung dengan perangkat lunak *Exponent Lite Express* sesuai Agrahar-Murugkar *et al.* (2015). Sebelum analisis dimulai, alat dan komputer dinyalakan, kemudian dilakukan kalibrasi menggunakan pemberat standar untuk memastikan akurasi pengukuran.

Sampel *cookies* diletakkan pada platform uji, kemudian parameter pengukuran ditentukan sesuai dengan golongan bahan pangan dan literatur terkait. Jenis probe yang digunakan dalam penelitian ini adalah *probe* silinder tipe 6 dengan jarak antar perform sebesar 4 cm. Kondisi pengujian diatur pada pre-test speed 1 mm/s, test speed 1 mm/s, dan

post-test speed 10 mm/s. Jarak penekanan (*distance*) ditetapkan sebesar 10 mm, dengan resolusi gaya 0,1 g.

Selama pengujian, *probe* menekan sampel hingga terjadi deformasi dan patahan, kemudian sistem secara otomatis merekam kurva profil tekstur. Parameter utama yang diamati meliputi kekerasan (*hardness*), yaitu gaya maksimum yang dibutuhkan untuk menekan sampel, serta daya patah (*fracturability*), yaitu gaya yang diperlukan untuk mematahkan cookies. Setiap sampel diukur secara berulang untuk memperoleh data yang konsisten, kemudian nilai rata-rata digunakan sebagai hasil akhir.

Nilai yang lebih tinggi menunjukkan *cookies* lebih sulit dipatahkan (lebih kokoh), sedangkan nilai lebih rendah menunjukkan *cookies* lebih rapuh. Berdasarkan metode ini, diperoleh daya patah yang dihitung dengan persamaan (1):

$$\text{daya patah} = \frac{\text{gaya maksimum (g)}}{\text{tebal cookies (cm)}} \quad (1)$$

2.4.2 Warna (Saricoban and Tahsin Yilmaz, 2010)

Warna *cookies* dianalisis menggunakan Chromameter (Konica Minolta CM-5) dengan sistem warna CIELAB dari metode yang digunakan dalam penelitian Saricoban and Tahsin Yilmaz (2010). Parameter yang diukur meliputi L* (kecerahan), a* (kemerahan), dan b* (kekuningan). Selain itu, nilai °Hue dihitung dengan persamaan (2):

$$^{\circ}\text{Hue} = \arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (2)$$

Setiap sampel diukur pada tiga titik berbeda, dan nilai rata-rata digunakan sebagai hasil pengujian.

2.4.3 Kadar Air (SNI-01-2973-1992)

Kadar air *cookies* ditentukan dengan metode oven berdasarkan SNI-01-2973-1992. Sampel *cookies* ditimbang sebanyak ± 2 gram, kemudian dimasukkan ke dalam cawan porselen yang telah diketahui bobot konstan. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3–5 jam hingga beratnya konstan. Setelah didinginkan dalam desikator, sampel ditimbang kembali. Selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan dihitung sebagai kadar air dan dinyatakan dalam persen. Berdasarkan metode ini, diperoleh kadar air yang dihitung dengan persamaan (3):

$$\% \text{air} = \frac{\text{massa air}}{\text{massa sampel}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

Massa air = (Massa cawan + residu) – massa cawan kosong (g)

Massa sampel = Massa sampel – massa residu (g)

2.4.4 Kadar Protein (SNI-01-2973-1992)

Kadar protein dianalisis dengan metode Kjeldahl sesuai SNI-01-2973-1992. Sampel *cookies* ± 1 gram dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl, kemudian didestruksi dengan 10 mL H₂SO₄ pekat dan tablet katalis hingga larutan jernih. Larutan hasil destruksi didestilasi dengan penambahan NaOH 30%, sehingga amonia yang terbentuk ditangkap dalam larutan H₃BO₃ 3% yang telah ditambahkan indikator. Selanjutnya, larutan hasil distilasi dititrasi dengan HCl 0,1 N. Kandungan nitrogen yang diperoleh dikalikan faktor konversi 6,25 untuk menentukan kadar protein total. Berdasarkan metode ini, diperoleh kadar protein yang dihitung dengan persamaan (4) dan (5):

$$\% \text{Kadar N} = \frac{(V \text{ sampel} - V \text{ blanko}) \times \text{NHCl} \times 14,008 \times 100}{\text{berat sampel (g)} \times 1000} \quad (4)$$

$$\% \text{Protein} = \text{Kadar N} \times \text{faktor konversi (6,25)} \quad (5)$$

2.4.5 Uji Organoleptik (SNI-01-2346-2006)

Uji organoleptik dilakukan dengan metode hedonik sesuai SNI-01-2346-2006. Panelis tidak terlatih sebanyak 25 orang diminta menilai atribut warna, aroma, rasa, tekstur, dan *aftertaste cookies*. Penilaian menggunakan skala 1–5, di mana 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = netral, 4 = suka, dan 5 = sangat suka. Sampel diberi kode acak tiga angka dan disajikan secara acak untuk menghindari bias penilaian. Nilai rata-rata skor kemudian dianalisis dengan ANOVA, dan apabila terdapat perbedaan nyata dilanjutkan dengan uji Duncan.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Cookies substitusi tepung kulit biji kakao adalah produk olahan yang berbentuk bulat yang terbuat dari campuran tepung terigu dan tepung kulit biji kakao. Berdasarkan hasil penelitian, produk *cookies* ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Cookies* Substitusi Tepung Kulit Biji Kakao

3.1 Karakteristik Fisik

Pengujian sifat fisik *cookies* bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung kulit biji kakao terhadap tekstur dan warna produk. Tekstur merupakan salah satu parameter penting dalam kualitas *cookies* karena sangat menentukan penerimaan konsumen (Guiné, 2022). Tekstur diukur menggunakan *Texture Analyzer* untuk memperoleh nilai kekerasan (*hardness*) dan daya patah (*fracturability*), sedangkan warna diukur menggunakan Chromameter (Konica Minolta) yang menghasilkan parameter L^* (kecerahan), a^* (kemerahan), b^* (kekuningan), dan hue° . Karakteristik fisik *cookies* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Fisik *Cookies*

Perlakuan	Hardness	Fracturability	L^*	a^*	b^*	Hue°
A	2534,79±70,55 ^d	9,65±0,30 ^a	55,61±1,66 ^b	11,70±0,44 ^c	35,90±0,85 ^b	71,98±0,25 ^c
B	1689,50±54,92 ^c	10,46±0,63 ^{ab}	28,10±0,14 ^a	8,84±0,15 ^b	10,34±0,18 ^a	49,51±0,45 ^a
C	912,82±80,07 ^b	11,01±0,61 ^{bc}	27,84±0,10 ^a	8,44±0,37 ^b	9,81±0,32 ^a	49,31±0,40 ^a
D	672,83±43,23 ^a	672,83±0,44 ^c	27,74±0,16 ^a	7,56±0,11 ^a	9,75±0,23 ^a	52,25±0,80 ^b

Keterangan: Notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan signifikan menggunakan uji Duncan ($p < 0,05$).

3.1.1 Kekerasan

Berdasarkan Tabel 1, nilai kekerasan *cookies* menunjukkan perbedaan signifikan antarperlakuan ($p < 0,05$) dengan kisaran 672,83–2534,79 gf. Perlakuan A (kontrol) memiliki

kekerasan tertinggi (2534,79 gf), berbeda nyata dengan semua perlakuan substitusi. Nilai terendah terdapat pada perlakuan D (672,83 gf), sedangkan perlakuan C (70:30) menghasilkan kekerasan optimum (912,82 gf), yang memberikan tekstur renyah tetapi tidak terlalu keras.

Penurunan kekerasan *cookies* berkaitan dengan kandungan serat kulit biji kakao. Selulosa dan hemiselulosa bersifat hidrofilik sehingga meningkatkan kapasitas retensi air dan melembutkan struktur *cookies*, sedangkan lignin yang bersifat hidrofobik cenderung meningkatkan kekerasan (Soares and Oliveira, 2022). Hasil ini sejalan dengan Kuchtová *et al.* (2018) yang melaporkan penurunan kekerasan *cookies* dengan penambahan bubuk kulit anggur, serta Cornejo-Ramírez *et al.* (2018) yang menunjukkan muffin dengan serat kakao lebih lembut. Selain itu, bentuk adonan bulat pada penelitian ini menyebabkan panas lebih lambat menyebar ke bagian dalam sehingga menghasilkan tekstur lebih lembut dibandingkan *cookies* yang dicetak datar (Soares *et al.*, 2023).

3.1.2 Daya Patah

Berdasarkan Tabel 1, nilai daya patah *cookies* berkisar 9,65–11,47 N dan berbeda nyata antarperlakuan. Nilai terendah terdapat pada kontrol (9,65 N) dan tertinggi pada perlakuan D (11,47 N). Perlakuan C (11,01 N) berbeda nyata dengan A, menunjukkan bahwa substitusi tepung kulit biji kakao meningkatkan daya patah *cookies*.

Peningkatan daya patah menandakan *cookies* lebih tahan terhadap deformasi sebelum pecah, meskipun teksturnya lebih lembut. Hal ini terkait dengan kapasitas retensi air serat pangan serta kontribusi protein non-gluten dari kulit biji kakao yang memperkokoh struktur (Handa, Goomer and Siddhu, 2012). Selain itu, protein dari telur juga berperan dalam memperkuat adonan melalui koagulasi saat pemanggangan (Sang *et al.*, 2019).

3.1.3 Warna

Warna merupakan salah satu atribut penting yang memengaruhi daya tarik *cookies*, baik dari sisi estetika maupun penerimaan konsumen. Parameter warna *cookies* diukur dengan sistem CIELAB yang meliputi kecerahan (L^*), kemerahan (a^*), kekuningan (b^*), serta nilai hue° . Hasil pengujian dalam Tabel 1 menunjukkan adanya penurunan signifikan pada nilai L^* , a^* , b^* , dan hue° seiring meningkatnya substitusi tepung kulit biji kakao.

Nilai L^* yang menggambarkan tingkat kecerahan berkisar antara 26,74 hingga 55,61, dengan nilai tertinggi diperoleh pada kontrol dan nilai terendah pada perlakuan dengan substitusi 35% tepung kulit biji kakao. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kulit biji kakao membuat warna *cookies* semakin gelap. Fenomena ini terjadi karena tepung kulit biji kakao memiliki pigmen alami berupa antosianin dan polifenol yang dapat menurunkan kecerahan produk, di samping kontribusi reaksi pencokelatan non-enzimatis selama pemanggangan, seperti reaksi Maillard dan karamelisasi (Karklina *et al.*, 2012; Kim, Choi and Choi, 2021).

Nilai a^* yang menunjukkan gradasi warna merah-hijau juga mengalami penurunan pada *cookies* dengan substitusi tepung kulit biji kakao. Kontrol menunjukkan nilai a^* tertinggi, sementara perlakuan dengan substitusi 35% tepung kulit biji kakao memiliki nilai terendah. Penurunan ini terkait dengan warna gelap yang dihasilkan oleh pigmen fenolik serta proses oksidasi polifenol yang menghasilkan senyawa kuinon dan tanin, yang berkontribusi pada pencokelatan (Kayaputri *et al.*, 2014).

Parameter b^* yang menggambarkan tingkat kekuningan juga menurun seiring meningkatnya konsentrasi tepung kulit biji kakao. *Cookies* kontrol memiliki warna paling kekuningan, sedangkan substitusi tepung kulit biji kakao memberikan warna lebih pekat dengan kecenderungan ke arah cokelat tua. Penurunan nilai b^* mengindikasikan

berkurangnya nuansa kuning akibat dominasi pigmen gelap dari kulit biji kakao serta intensitas reaksi Maillard selama pemanggangan (Utami *et al.*, 2017).

Nilai hue° sebagai representasi keseluruhan warna juga menunjukkan tren penurunan. Kontrol memiliki nilai hue° tertinggi yaitu 71,98, yang mengindikasikan warna lebih terang mendekati kuning, sedangkan perlakuan dengan substitusi 25–35% tepung kulit biji kakao menurun hingga kisaran 49,31–52,25 yang mengarah pada warna cokelat tua. Hal ini sejalan dengan temuan Soares *et al.* (2023) yang melaporkan bahwa semakin tinggi substitusi tepung kulit biji kakao dalam *cookies*, semakin rendah nilai hue° , sehingga warna *cookies* cenderung berubah dari kekuningan menjadi cokelat kemerahan gelap.

Secara keseluruhan, substitusi tepung kulit biji kakao memberikan pengaruh nyata terhadap warna *cookies*. Semakin tinggi persentase substitusi, semakin gelap warna produk yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa selain sebagai sumber serat dan senyawa bioaktif, kulit biji kakao juga berperan sebagai pewarna alami yang dapat meningkatkan intensitas warna cokelat pada *cookies*.

3.2 Karakteristik Kimia

Pengujian sifat kimia *cookies* bertujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi tepung kulit biji kakao terhadap sifat kimia dari *cookies* dalam penelitian ini terutama kadar air dan kadar protein *cookies*. Karakteristik kimia *cookies* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Kimia *Cookies*

Perlakuan	Kadar Air (%)	Kadar Protein (%)
A	$4,08 \pm 0,097^a$	$6,86 \pm 0,072^a$
B	$4,72 \pm 0,050^b$	$7,37 \pm 0,045^b$
C	$5,16 \pm 0,082^c$	$7,47 \pm 0,145^b$
D	$5,73 \pm 0,007^d$	$7,74 \pm 0,159^c$

Keterangan: Notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan signifikan menggunakan uji Duncan ($p < 0,05$).

3.2.1 Kadar Air

Berdasarkan Tabel 2, kadar air *cookies* berkisar antara 4,08–5,73% dan berbeda signifikan antarperlakuan. Nilai terendah terdapat pada kontrol (4,08%) dan tertinggi pada perlakuan D (5,73%). Peningkatan kadar air seiring substitusi tepung kulit biji kakao dipengaruhi oleh kandungan serat pangan (selulosa dan hemiselulosa) yang memiliki kapasitas penyerapan air tinggi (Menon, Majumdar and Ravi, 2015; Huang *et al.*, 2021).

Menurut SNI 2973-2011, batas maksimal kadar air *cookies* adalah 5%. Dengan demikian, perlakuan A dan B memenuhi standar, sedangkan C dan D sedikit melebihi batas. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi $\leq 25\%$ masih sesuai standar, sedangkan penggunaan lebih tinggi perlu penyesuaian proses untuk menjaga umur simpan (Djali *et al.*, 2023).

Kadar air yang lebih tinggi berkorelasi dengan penurunan kekerasan dan peningkatan daya patah yang dapat dilihat pada Tabel 1. Air berperan sebagai *plasticizer* yang melembutkan struktur, namun membuat *cookies* lebih tahan patah (Handa, Goomer and Siddhu, 2012). Kadar air tinggi juga mempercepat reaksi pencokelatan sehingga warna *cookies* lebih gelap (Utami *et al.*, 2017).

3.2.2 Kadar Protein

Berdasarkan Tabel 2, kadar protein *cookies* berkisar 6,86–7,74%, meningkat seiring substitusi tepung kulit biji kakao. Nilai terendah pada kontrol (6,86%) dan tertinggi pada perlakuan D (7,74%). Peningkatan ini disebabkan kandungan protein lebih tinggi pada tepung kulit biji kakao (18,79%) dibandingkan tepung terigu (10%) (Djali *et al.*, 2023).

Temuan ini sejalan dengan Mujidat Adenike (2022) yang melaporkan peningkatan kadar protein *cookies* dengan substitusi tepung kulit biji kakao. Semua perlakuan memenuhi syarat minimal kadar protein *cookies* menurut SNI ($\geq 5\%$). Selain itu, penggunaan telur juga berkontribusi terhadap peningkatan kadar protein (Z. Wulandari and I. I. Arief, 2022).

Peningkatan kadar protein berkontribusi terhadap struktur yang lebih kokoh tetapi tidak meningkatkan kekerasan, karena protein tepung kulit biji kakao bukan gluten (Soares *et al.*, 2023).

3.3 Karakteristik Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan untuk mengetahui tingkat penerimaan panelis terhadap *cookies* dengan substitusi tepung kulit biji kakao, menggunakan uji hedonik dengan skala 1–5. Parameter yang dinilai meliputi warna, aroma, tekstur, rasa, dan *aftertaste*. Berdasarkan Tabel 3, hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan tepung kulit biji kakao memberikan pengaruh nyata terhadap semua atribut sensori yang diamati, dengan perlakuan C (30%) memperoleh skor tertinggi pada hampir seluruh parameter.

Tabel 3. Karakteristik Organoleptik *Cookies*

Perlakuan	Warna	Aroma	Tekstur	Rasa	<i>Aftertaste</i>
A	4,15 ± 0,770 ^b	3,96 ± 0,808 ^a	4,15 ± 0,949 ^b	4,26 ± 0,859 ^b	4,19 ± 0,786 ^{ab}
B	3,59 ± 1,047 ^a	4,15 ± 0,770 ^{ab}	4,26 ± 0,813 ^b	4,30 ± 0,775 ^b	4,00 ± 0,920 ^{ab}
C	4,59 ± 0,636 ^b	4,56 ± 0,577 ^c	4,44 ± 0,698 ^b	4,48 ± 0,643 ^b	4,22 ± 0,801 ^b
D	4,30 ± 0,823 ^b	4,52 ± 0,643 ^{bc}	3,41 ± 1,083 ^a	3,74 ± 0,859 ^a	3,70 ± 0,993 ^a

Keterangan: Notasi huruf kecil yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan signifikan menggunakan uji Duncan ($p < 0,05$).

Dari segi rasa, panelis memberikan nilai antara 3,74 hingga 4,48, dengan perlakuan C memperoleh skor tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa substitusi 30% tepung kulit biji kakao mampu menghasilkan rasa cokelat yang seimbang, tidak terlalu pahit, dan tetap disukai konsumen. Sebaliknya, pada perlakuan D (35%), rasa *cookies* dianggap terlalu pahit dan sepat akibat kandungan alkaloid seperti teobromin dan kafein yang tinggi dalam tepung kulit biji kakao (Kusbandari and Safitri, 2022). Hasil ini konsisten dengan penelitian Annisa and Rahayu (2022) yang melaporkan bahwa substitusi tepung kulit biji kakao berlebih menurunkan tingkat kesukaan panelis karena rasa pahit yang dominan.

Aroma *cookies* juga mengalami perbedaan nyata antarperlakuan, dengan skor berkisar antara 3,96 hingga 4,56. Perlakuan C kembali mendapat skor tertinggi, menandakan bahwa panelis menyukai aroma cokelat yang dihasilkan. Aroma khas tersebut berasal dari senyawa volatil pada kulit biji kakao seperti tetramethylpyrazine (Delgado-Ospina *et al.*, 2023) serta terbentuknya senyawa hasil reaksi Maillard selama pemanggangan (Zahra Medita, Sukmawati and Dalia, 2023). Panelis menilai bahwa aroma pada perlakuan C cukup kuat tetapi tidak

berlebihan, berbeda dengan perlakuan D yang meskipun memiliki aroma cokelat paling pekat, dinilai kurang seimbang sehingga menurunkan tingkat kesukaan.

Atribut warna juga menunjukkan adanya perbedaan signifikan. Panelis memberikan skor antara 3,59 hingga 4,59, dengan perlakuan C memperoleh skor tertinggi. Warna cokelat pekat yang dihasilkan dari substitusi 30% tepung kulit biji kakao dinilai paling menarik secara visual. Perlakuan B (25%) justru mendapat nilai terendah karena menghasilkan warna cokelat yang relatif pucat sehingga dianggap kurang menarik dibandingkan kontrol maupun perlakuan lain. Hasil ini mendukung temuan Nogueira Soares Souza *et al.* (2022) yang menyatakan bahwa warna produk kakao lebih gelap sering dikaitkan dengan kualitas yang lebih baik oleh konsumen.

Tekstur *cookies* juga menjadi salah satu faktor penting dalam penilaian. Skor organoleptik untuk tekstur berkisar antara 3,41 hingga 4,44. Perlakuan C mendapatkan skor tertinggi karena menghasilkan tekstur renyah yang sesuai dengan preferensi panelis, sedangkan perlakuan D memperoleh skor terendah akibat kandungan air yang tinggi (5,73%) dan nilai kekerasan yang rendah, sehingga tekstur *cookies* menjadi terlalu lembut dan kurang disukai. Hasil ini sesuai dengan studi Fajriarningsih (2013) yang menyatakan bahwa kadar air rendah berkorelasi dengan tekstur *cookies* yang renyah dan lebih disukai konsumen.

Sementara itu, atribut *aftertaste* memperlihatkan skor antara 3,70 hingga 4,22, dengan perlakuan C kembali menjadi yang paling disukai. *Cookies* dengan substitusi 30% tepung kulit biji kakao dinilai memiliki *aftertaste* cokelat yang pas, tidak meninggalkan rasa pahit yang berlebihan. Sebaliknya, perlakuan D menghasilkan *aftertaste* pahit dan sepat yang kuat akibat tingginya kandungan polifenol, terutama epikatekin, sehingga kurang disukai oleh panelis (Harwood, Ziegler and Hayes, 2013; Gumelar, Firmanto and Nurcholis, 2022).

Secara keseluruhan, hasil uji organoleptik menunjukkan bahwa perlakuan C (30%) memberikan keseimbangan terbaik pada semua atribut sensori, dengan rasa dan aroma cokelat yang khas, warna pekat yang menarik, tekstur renyah, serta *aftertaste* yang masih dapat diterima. Hal ini menegaskan bahwa substitusi tepung kulit biji kakao hingga 30% masih dapat diterima konsumen dengan baik, sementara substitusi lebih tinggi cenderung menurunkan kualitas sensori *cookies*.

3.4 Aktivitas Antioksidan Perlakuan Terpilih

Pengujian aktivitas antioksidan sangat penting dilakukan karena senyawa fenolik dan flavonoid yang terkandung dalam kulit biji kakao bersifat termolabil, sehingga mudah mengalami degradasi selama proses pengolahan pangan. Proses pemanggangan *cookies* pada suhu tinggi ($\pm 170-180^{\circ}\text{C}$) dapat menurunkan kandungan polifenol, khususnya flavanol seperti katekin dan epikatekin, yang berperan besar terhadap kapasitas antioksidan (Manzocco *et al.*, 2000; Li *et al.*, 2020). Selain itu, perlakuan panas juga dapat memicu reaksi Maillard yang menghasilkan senyawa melanoidin. Melanoidin memang memiliki aktivitas antioksidan, tetapi karakteristiknya berbeda dengan polifenol alami (Echavarria, Pagan and Ibarz, 2012). Oleh karena itu, meskipun terjadi degradasi polifenol, total aktivitas antioksidan produk akhir bisa dipengaruhi oleh keseimbangan antara kehilangan senyawa bioaktif alami dan pembentukan senyawa baru hasil reaksi termal.

Urgensi lain adalah untuk memastikan bahwa substitusi tepung kulit biji kakao benar-benar memberikan kontribusi nyata terhadap fungsi kesehatan cookies yang dihasilkan. Tanpa uji ini, produk mungkin hanya dinilai dari aspek fisikokimia dan organoleptik, padahal klaim fungsional (misalnya sebagai pangan dengan aktivitas antioksidan) membutuhkan verifikasi kuantitatif. Dengan demikian, uji aktivitas antioksidan pada *cookies* tidak hanya berfungsi sebagai parameter tambahan, tetapi juga sebagai indikator penting dalam menilai nilai

fungsional produk berbasis *by-product* kakao, sekaligus menilai sejauh mana proses pemanggangan memengaruhi kestabilan bioaktifnya.

Uji aktivitas antioksidan hanya dilakukan pada perlakuan C (30%) karena memiliki skor organoleptik tertinggi. Hasil uji menunjukkan nilai IC₅₀ sebesar 2664,61 ppm, yang termasuk kategori sangat rendah. Menurut klasifikasi Molyneux (2004), nilai IC₅₀ < 50 ppm = sangat kuat, 50–100 ppm = kuat, 100–150 ppm = sedang, dan > 150 ppm = lemah.

Menurut Djali *et al.* (2023), tepung kulit biji kakao dilaporkan memiliki nilai IC₅₀ lebih rendah, yaitu 170,47–199,96 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun kulit biji kakao kaya polifenol, aktivitas antioksidan *cookies* akhir jauh lebih rendah. Penurunan aktivitas terutama disebabkan oleh degradasi polifenol akibat pemanggangan pada suhu 177°C selama 16 menit. Proses pemanasan intensif diketahui dapat merusak senyawa antioksidan atau mengubahnya menjadi bentuk kurang aktif (Hurtado-Soria *et al.*, 2025).

Dengan demikian, meskipun substitusi tepung kulit biji kakao berpotensi meningkatkan nilai fungsional *cookies*, diperlukan optimasi proses pengolahan (misalnya suhu lebih rendah atau waktu pemanggangan lebih singkat) agar aktivitas antioksidan dapat dipertahankan.

4 KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa substitusi tepung kulit biji kakao pada pembuatan *cookies* berpengaruh nyata terhadap karakteristik fisikokimia, organoleptik, dan aktivitas antioksidan produk. Perlakuan terbaik diperoleh pada formulasi C denganimbangan tepung terigu : tepung kulit biji kakao 70:30, yang menghasilkan skor organoleptik tertinggi (4,22–4,59; kategori suka–sangat suka), tekstur renyah dengan tingkat kekerasan 912,82 gf dan daya patah 11,01 N, warna coklat menarik dengan nilai L* 27,84; a* 8,44; b* 9,81; dan hue 49,31, serta kandungan air 5,16% dan protein 7,47%. Uji aktivitas antioksidan pada formulasi ini menghasilkan nilai IC₅₀ sebesar 2664,61 ppm yang menunjukkan aktivitas antioksidan sangat rendah, namun tetap memberikan nilai tambah fungsional dibandingkan *cookies* kontrol. Dengan demikian, substitusi tepung kulit biji kakao hingga 30% berpotensi menghasilkan produk *cookies* yang disukai konsumen sekaligus meningkatkan pemanfaatan limbah kakao sebagai bahan pangan alternatif. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengoptimalkan metode pengolahan tepung kulit biji kakao, seperti fermentasi atau modifikasi enzimatik, guna meningkatkan bioaktivitas antioksidan dan memperbaiki mutu sensori *cookies*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dekan Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran yang telah memberikan fasilitas laboratorium dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Agrahar-Murugkar, D. *et al.* (2015) 'Evaluation of nutritional, textural and particle size characteristics of dough and biscuits made from composite flours containing sprouted and malted ingredients', *Journal of Food Science and Technology*, 52(8), pp. 5129–5137. doi: 10.1007/s13197-014-1597-y.
- Ajomiwe, N. *et al.* (2024) 'and Bioavailability for Optimal Health', *Foodborne Parasites in the Food Supply Web: Occurrence and Control*, 13(11), pp. 1–15.
- Annisa, N. and Rahayu, W. M. (2022) 'Sifat Fisikokimia dan Organoleptik Cookies Mocaf dengan Penambahan Bubuk Kulit Biji Kakao Hasil Alkalisasi dengan Kalium

- Karbonat', *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 8(2), pp. 20–28.
- Badan Pusat Statistik, 2021 (1385) 'Badan Pusat Statistik, 2021'.
- Cornejo-Ramírez, Y. I. *et al.* (2018) 'The structural characteristics of starches and their functional properties', *CYTA - Journal of Food*. Taylor & Francis, 16(1), pp. 1003–1017. doi: 10.1080/19476337.2018.1518343.
- Delgado-Ospina, J. *et al.* (2023) 'Cocoa Shell Infusion: A Promising Application for Added-Value Beverages Based on Cocoa's Production Coproducts', *Foods*, 12(13), pp. 1–21. doi: 10.3390/foods12132442.
- Djali, M. *et al.* (2023) 'Proximate Composition and Bioactive Compounds of Cocoa Bean Shells as a By-Product from Cocoa Industries in Indonesia', *Foods*, 12(17). doi: 10.3390/foods12173316.
- Echavarría, A. P., Pagán, J. and Ibarz, A. (2012) 'Melanoidins Formed by Maillard Reaction in Food and Their Biological Activity', *Food Engineering Reviews*, 4(4), pp. 203–223. doi: 10.1007/s12393-012-9057-9.
- Fajriarningsih, H. (2013) 'PENGARUH PENGGUNAAN KOMPOSIT TEPUNG KENTANG (SOLANUM TUBEROSUM L) TERHADAP KUALITAS COOKIES Info Artikel _____ Sejarah Artikel: Diterima Agustus 2013 Disetujui September 2013 Dipublikasikan Oktober 2013', *Food Science and Culinary Education Journal*, 2(1). Available at: <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/fsce>.
- Gil-Martín, E. *et al.* (2022) 'Influence of the extraction method on the recovery of bioactive phenolic compounds from food industry by-products', *Food Chemistry*, 378. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.131918.
- Guiné, R. P. F. (2022) 'Textural Properties of Bakery Products: A Review of Instrumental and Sensory Evaluation Studies', *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(17). doi: 10.3390/app12178628.
- Gumelar, G., Firmanto, H. and Nurcholis, M. (2022) 'Antioxidant Content of Tisane of Cocoa Bean Shells as Affected by Roasting Temperatures', *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 38(3), pp. 200–210. doi: 10.22302/iccri.jur.pelitaperkebunan.v38i3.524.
- Handa, C., Goomer, S. and Siddhu, A. (2012) 'Physicochemical properties and sensory evaluation of fructoligosaccharide enriched cookies', *Journal of Food Science and Technology*, 49(2), pp. 192–199. doi: 10.1007/s13197-011-0277-4.
- Harwood, M. L., Ziegler, G. R. and Hayes, J. E. (2013) 'Tolerance for high flavanol cocoa powder in semisweet chocolate', *Nutrients*, 5(6), pp. 2258–2267. doi: 10.3390/nu5062258.
- Huang, L. Z. *et al.* (2021) 'Recent Developments and Applications of Hemicellulose From Wheat Straw: A Review', *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9(June), pp. 1–14. doi: 10.3389/fbioe.2021.690773.
- Hurtado-Soria, B. Z. *et al.* (2025) 'Optimization of cocoa roasting process using static tray and rotary drum to maximize phenolics content and antioxidant capacity by response surface method', *Journal of Agriculture and Food Research*, 19(January). doi: 10.1016/j.jafr.2024.101622.
- Karklina, D. *et al.* (2012) 'Production of biscuits with higher nutritional value', *Proceedings of the Latvian Academy of Sciences, Section B: Natural, Exact, and Applied Sciences*, 66(3), pp. 113–116. doi: 10.2478/v10046-012-0005-0.
- Kayaputri, I. L. *et al.* (2014) 'KAJIAN FITOKIMIA EKSTRAK KULIT BIJI KAKAO (Theobroma cacao L.)', *Chimica et Natura Acta*, 2(1), pp. 83–90. doi: 10.24198/cna.v2.n1.9140.

- Kim, N. M., Choi, J. H. and Choi, H. Y. (2021) 'Antioxidant activity and quality characteristics of cookies prepared with cacao bean husk (theobroma cacao linn powder)', *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 50(1), pp. 45–53. doi: 10.3746/JKFN.2021.50.1.45.
- Kuchtová, V. *et al.* (2018) 'Physical, Textural and Sensory Properties of Cookies Incorporated with Grape Skin and Seed Preparations', *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 68(4), pp. 309–317. doi: 10.2478/pjfn-2018-0004.
- Kusbandari, A. M. S. and Safitri, W. (2022) 'Determination of Theobromine Levels in Chocolate Beverage Powder By Hplc Method', *Jurnal Farmasi Klinik dan Sains*, 2(1), p. 97. doi: 10.26753/jfks.v2i1.778.
- Li, M. *et al.* (2020) 'Effect of thermal processing on free and bound phenolic compounds and antioxidant activities of hawthorn', *Food Chemistry*, 332, p. 127429. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127429>.
- Manzocco, L. *et al.* (2000) 'Review of non-enzymatic browning and antioxidant capacity in processed foods', *Trends in Food Science & Technology*, 11(9), pp. 340–346. doi: [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(01\)00014-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(01)00014-0).
- Martin, M. Á., Goya, L. and Ramos, S. (2016) 'Antidiabetic actions of cocoa flavanols.', *Molecular nutrition & food research*. Germany, 60(8), pp. 1756–1769. doi: 10.1002/mnfr.201500961.
- Martiniakova, M. *et al.* (2025) *Protective Role of Dietary Polyphenols in the Management and Treatment of Type 2 Diabetes Mellitus*, *Nutrients* . doi: 10.3390/nu17020275.
- Menon, L., Majumdar, S. D. and Ravi, U. (2015) 'Development and analysis of composite flour bread', *Journal of Food Science and Technology*, 52(7), pp. 4156–4165. doi: 10.1007/s13197-014-1466-8.
- Molyneux, P. (2004) 'The Use of the Stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity', *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 26(December 2003), pp. 211–219. doi: 10.1287/isre.6.2.144.
- Mujidat Adenike, O.-A. (2022) 'Evaluation of Nutritional, Phytochemicals, Microbiological and Sensory Properties of Cookies Enriched with Cocoa Bean Shells', *International Journal of Current Science Research and Review*, 05(09), pp. 3776–3787. doi: 10.47191/ijcsrr/v5-i9-61.
- Nogueira Soares Souza, F. *et al.* (2022) 'Impact of using cocoa bean shell powder as a substitute for wheat flour on some of chocolate cake properties', *Food Chemistry*, 381(December 2021). doi: 10.1016/j.foodchem.2022.132215.
- Olcha, P. *et al.* (2022) 'Antioxidative, Anti-Inflammatory, Anti-Obesogenic, and Antidiabetic Properties of Tea Polyphenols—The Positive Impact of Regular Tea Consumption as an Element of Prophylaxis and Pharmacotherapy Support in Endometrial Cancer', *International Journal of Molecular Sciences*, 23(12). doi: 10.3390/ijms23126703.
- Rahayu, R. L., Mubarak, A. Z. and Istianah, N. (2021) 'Karakteristik Fisikokimia Cookies Dengan Variasi Tepung Sorgum Dan Pati Jagung Serta Variasi Margarin Dan Whey Physico-chemical Characteristics of Cookies in Different Level of Sorghum Flour, Corn Starch, Margarine, and Whey', *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 9(2), pp. 89–99. Available at: <https://doi.org/10.21776/ub.jp.a.2021.009.02.3>.
- Rojo-poveda, O. *et al.* (2020) 'Cocoa Bean Shell — A By-Product with Nutritional', *Mdpi*, pp. 1–29.
- Rudrapal, M. *et al.* (2024) 'Dietary Polyphenols: Review on Chemistry/Sources, Bioavailability/Metabolism, Antioxidant Effects, and Their Role in Disease Management', *Antioxidants*, 13(4). doi: 10.3390/antiox13040429.

- Sánchez, M. *et al.* (2023) 'Cocoa Bean Shell: A By-Product with High Potential for Nutritional and Biotechnological Applications', *Antioxidants*, 12(5). doi: 10.3390/antiox12051028.
- Sang, S. *et al.* (2019) 'Effect of egg yolk lipids on structure and properties of wheat starch in steamed bread', *Journal of Cereal Science*, 86, pp. 77–85. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2019.01.009>.
- Saricoban, C. and Tahsin Yilmaz, M. (2010) 'Modelling the Effects of Processing Factors on the Changes in Colour Parameters of Cooked Meatballs Using Response Surface Methodology', *World Applied Sciences Journal*, 9(1), pp. 14–22.
- 'SNI-01-2346-2006-Petunjuk-Pengujian-Organoleptik-Dan-Atau-Sensori.pdf' (no date).
- 'SNI-01-2973-1992-biskuit.pdf' (no date).
- Soares, I. D. *et al.* (2023) 'Production of Cookies Enriched with Bioactive Compounds through the Partial Replacement of Wheat Flour by Cocoa Bean Shells', *Foods*, 12(3). doi: 10.3390/foods12030436.
- Soares, T. F. and Oliveira, M. B. P. P. (2022) 'Cocoa By-Products: Characterization of Bioactive Compounds and Beneficial Health Effects', *Molecules*, 27(5). doi: 10.3390/molecules27051625.
- Utami, R. R. *et al.* (2017) 'Aktivitas Antioksidan Kulit Biji Kakao dari Hasil Penyangraian Biji Kakao Kering pada Derajat Ringan, Sedang dan Berat', *Agritech*, 37(1), p. 89. doi: 10.22146/agritech.10454.
- Z. Wulandari and I. I. Arief (2022) 'Review: Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional dan Manfaat', *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(2), pp. 62–68. doi: 10.29244/jipthp.10.2.62-68.
- Zahra Medita, H., Sukmawati, D. and Jakarta, N. (2023) 'PENGARUH SUBSTITUSI TEPUNG KULIT BIJI KAKAO PADA SOFT COOKIES TERHADAP KANDUNGAN GIZI DAN DAYA TERIMA KONSUMEN ANAK USIA SEKOLAH DASAR The Effect of Cocoa Bean Shell Flour Substitution in Soft Cookies on The Nutritional Content and Consumer Acceptance of ', 16(July), pp. 69–78. Available at: <http://doi.org/10.22437/biospecies.v16i2.29934>.
- Zang, P. *et al.* (2022) 'Recent Advances in the Study of Wheat Protein and Other Food Components Affecting the Gluten Network and the Properties of Noodles', *Foods*, 11(23). doi: 10.3390/foods11233824.