

**PEMANFAATAN AMPAS KOPI ROBUSTA DALAM PRODUK BAKERY: KAJIAN
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN, SERAT, DAN SIFAT FISIKOKIMIA**

**UTILIZATION OF RCG IN BAKERY PRODUCTS: A STUDY OF ANTIOXIDANT
ACTIVITY, FIBER, AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES**

Hafiz Al Muwaththa¹

¹)Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Pertanian, Universitas
Tanjungpura Pontianak
Email korespondensi : c1061241080@student.untan.ac.id

Diajukan: 30/04/2026 Diperbaiki: 24/07/2026 Diterima: 25/07/2026

ABSTRAK

Industri kopi global menghasilkan limbah ampas kopi (*spent coffee grounds/SCG*) yang mencapai lebih dari 50% massa buah kopi pada setiap tahapan pengolahan. Produksi SCG mencapai jutaan ton per tahun dan menyebabkan pencemaran lingkungan akibat dekomposisi anaerobik yang menghasilkan gas rumah kaca. Namun demikian, SCG mengandung komponen bernilai tinggi, termasuk serat pangan sebesar 66% basis kering, *Total Phenolic Content* (TPC) 21,6 mg GAE/g, serta senyawa bioaktif seperti kafein dan asam klorogenat. Kandungan tersebut mendukung klasifikasi SCG sebagai *antioxidant dietary fiber* yang berpotensi mengendalikan stres oksidatif. Pemanfaatan SCG dalam produk bakery telah terbukti meningkatkan nilai gizi dan aktivitas antioksidan. Substitusi 4–7% SCG pada cookies meningkatkan TPC dan serat pangan tanpa menurunkan penerimaan sensoris, sedangkan substitusi 10% pada *shortbread* meningkatkan protein, serat, dan aktivitas antioksidan signifikan. Aplikasi pada produk bebas gluten juga menunjukkan peningkatan kandungan fenolik dan antioksidan. Kajian ini bertujuan menganalisis potensi SCG sebagai bahan fungsional dalam produk bakery, mencakup profil aktivitas antioksidan, karakteristik serat pangan, serta modifikasi sifat fisikokimia. Hasil kajian menunjukkan bahwa substitusi optimal berkisar 2–10% tergantung jenis produk, dengan peningkatan signifikan pada nilai gizi, aktivitas biologis, dan stabilitas produk. Pemanfaatan SCG mendukung pengembangan pangan berkelanjutan sekaligus mengurangi limbah agroindustri..

Kata kunci: Antioksidan; Bakery; Robusta; SCG; Serat;

ABSTRACT

The global coffee industry generates spent coffee grounds (SCG) waste exceeding 50% of coffee cherry mass at each processing stage. Annual SCG production reaches millions of tons, causing environmental pollution through anaerobic decomposition that releases greenhouse gases. However, SCG contains valuable components, including 66% dietary fiber on a dry basis, Total Phenolic Content (TPC) of 21.6 mg GAE/g, and bioactive compounds such as caffeine and

chlorogenic acid These constituents support SCG classification as antioxidant dietary fiber with potential to control oxidative stress. SCG utilization in bakery products has proven to enhance nutritional value and antioxidant activity. Substitution of 4–7% SCG in cookies increased TPC and dietary fiber without compromising sensory acceptance, while 10% substitution in shortbread significantly improved protein, fiber, and antioxidant activity. Application in gluten-free products also demonstrated increased phenolic content and antioxidant capacity. This review aims to analyze SCG potential as a functional ingredient in bakery products, covering antioxidant activity profiles, dietary fiber characteristics, and physicochemical property modifications. Results indicate optimal substitution ranges from 2–10% depending on product type, with significant improvements in nutritional value, biological activity, and product stability. SCG utilization supports sustainable food development while reducing agro-industrial waste

Keywords: Antioxidant; Bakery; Robusta; Fiber; SCG

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas utama dalam perdagangan internasional yang mendukung aktivitas ekonomi di berbagai wilayah dunia. Lebih dari 70 negara di dunia terlibat aktif dalam kegiatan kultivasi dan ekspor kopi, menunjukkan bahwa komoditas ini tidak hanya tumbuh secara agronomis, tetapi juga berkembang secara ekonomi dalam skala global (Papageorgiou et al., 2024). Berdasarkan laporan USDA *Foreign Agricultural Service* (2025), total produksi kopi global mencapai 178,8 juta kantong, meningkat sebesar 3,5 juta kantong dibandingkan tahun sebelumnya. Peningkatan ini mencerminkan dinamika industri kopi yang terus bertumbuh dan memperkuat posisinya sebagai salah satu komoditas pertanian strategis di pasar internasional.

Industri kopi global tidak hanya menghasilkan produk utama berupa biji kopi olahan, tetapi juga menghasilkan residu dalam jumlah besar pada setiap tahapan pengolahannya. Lebih dari 50% massa buah kopi berubah menjadi limbah selama proses produksi, termasuk pulp, kulit ari, serta *spent coffee grounds* (SCG) yang terbentuk setelah proses penyeduhan (Mudalal et al., 2025). Produksi SCG secara global mencapai jutaan ton per tahun seiring dengan meningkatnya konsumsi kopi dunia (Alves et al., 2021). Kondisi tersebut dapat menimbulkan berbagai implikasi lingkungan apabila residu tidak dikelola secara efektif. SCG yang dibuang ke tempat pembuangan akhir dapat mengalami dekomposisi anaerobik dan menghasilkan gas rumah kaca seperti metana dan karbon dioksida, yang berkontribusi terhadap perubahan iklim. Selain itu, penumpukan SCG di TPA memperbesar beban limbah

padat, sementara kandungan senyawa seperti kafein dan tanin berpotensi mencemari tanah dan badan air di sekitarnya. (Sidlo & Latosi, 2025)

SCG masih mengandung komponen nutrisi dan bioaktif dalam jumlah yang substansial. Kandungan *total dietary fiber* pada SCG dilaporkan mencapai sekitar 66% basis kering (Papageorgiou et al., 2024). Nilai Total Phenolic Content (TPC) tercatat sebesar 21,6 mg GAE/g bahan kering, dengan senyawa fenolik utama berupa chlorogenic acid dan neochlorogenic acid (Costa et al., 2025). Komposisi tersebut menunjukkan bahwa SCG memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami yang relevan dalam pengembangan pangan fungsional. SCG secara kimiawi, didominasi oleh serat tidak larut seperti selulosa dan hemiselulosa, disertai lignin, protein, lipid, mineral, serta senyawa bioaktif seperti kafein dan asam klorogenat (Choe, 2025). Keberadaan komponen tersebut mendukung klasifikasi SCG sebagai *antioxidant dietary fiber* yang berpotensi memberikan manfaat terhadap pengendalian stres oksidatif dan risiko gangguan metabolik (Choe, 2025).

Penambahan SCG pada produk bakery dilaporkan mampu meningkatkan kandungan gizi dan aktivitas antioksidan tanpa menurunkan penerimaan sensoris secara signifikan pada tingkat substitusi tertentu (Martins et al., 2017). Substitusi 4–7% SCG pada cookies meningkatkan total phenolic content (TPC) dan serat pangan dengan karakteristik sensoris yang tetap dapat diterima (Papageorgiou et al., 2024), sementara substitusi hingga 10% pada shortbread meningkatkan kadar protein, serat, total fenolik, serta aktivitas antioksidan dibandingkan kontrol (Koay et al., 2023a). Aplikasi SCG pada produk bebas gluten memperlihatkan peningkatan signifikan pada kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan seiring peningkatan proporsi substitusi (Tiryaki & Nakilcioglu, 2026). Peningkatan konsentrasi SCG memengaruhi parameter fisik seperti warna dan tekstur, terutama penurunan nilai kecerahan (L^*) akibat intensitas pigmen dan reaksi pencoklatan selama proses pemanggangan (Koay et al., 2023a).

Pemanfaatan SCG dalam produk pangan merupakan upaya mengurangi limbah agroindustri sekaligus memanfaatkan kembali produk pangan sisa agar lebih bernilai. Penggunaan SCG sebagai pengganti sebagian tepung membuka peluang pengembangan produk tinggi serat dan kaya antioksidan dari limbah kopi, serta mendukung pengelolaan pangan yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan (Widagyo et al 2013). Kajian ini bertujuan untuk mengkaji potensi SCG sebagai bahan

baku alternatif dalam pengembangan pangan fungsional berbasis limbah kopi. Kajian ini mencakup analisis karakteristik kimia dan kandungan bioaktif SCG, serta evaluasi penerapannya sebagai substitusi parsial tepung pada produk bakery dan pangan bebas gluten. Kajian ini membahas pemanfaatan SCG dalam upaya mengurangi limbah serta mendukung pengembangan sistem pangan yang lebih berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan kajian literatur komprehensif dengan pendekatan deskriptif-kualitatif yang bertujuan untuk menganalisis dan mensintesis temuan ilmiah terkini mengenai pemanfaatan ampas kopi robusta (*spent coffee grounds*) sebagai bahan fungsional dalam produk bakery, khususnya terkait profil aktivitas antioksidan, kandungan serat pangan, dan sifat fisikokimia. Penelusuran literatur dilakukan secara sistematis melalui basis data ilmiah terindeks, seperti Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, PubMed, dan Google Scholar, dengan menggunakan kombinasi kata kunci relevan dalam rentang waktu publikasi 2019–2025. Artikel yang disertakan merupakan publikasi *peer-reviewed* yang memuat data empiris mengenai parameter aktivitas antioksidan (misalnya total fenolik, DPPH, FRAP), kandungan serat (serat larut, tidak larut, dan total), serta karakteristik fisikokimia (pH, warna, tekstur, kadar air) baik pada bahan maupun produk bakery yang difortifikasi. Data yang diperoleh diekstraksi, diklasifikasikan berdasarkan tema, dan dianalisis secara deskriptif-komparatif untuk mengidentifikasi pola temuan, konsistensi hasil, serta implikasi pemanfaatan ampas kopi robusta dalam pengembangan produk bakery bernilai fungsional dan berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Aktivitas Antioksidan dan Senyawa Bioaktif Ampas Kopi Robusta

Dari berbagai penelitian yang dikaji, ampas kopi Robusta menunjukkan karakteristik bioaktif yang lebih unggul dibandingkan dengan Arabica. Hasil penelitian terbaru mengindikasikan bahwa kandungan fenolik total (TPC) pada ampas kopi Robusta berkisar antara 30-37 mg GAE/g, sedangkan pada Arabica berada pada rentang 30-32 mg GAE/g (Maiyah et al., 2026). Kestabilan kafein dalam ampas kopi Robusta lebih baik terhadap proses roasting dan brewing, berbeda dengan CGA yang rentan mengalami kerusakan akibat paparan panas. Karakteristik ini membuat ampas

kopi Robusta menjadi sumber senyawa bioaktif yang lebih dapat diandalkan untuk aplikasi pangan, mengingat kestabilan kafein memastikan konsistensi aktivitas biologis dalam produk yang mengalami pemanggangan (Maiyah et al., 2026)

Proses roasting dengan berbagai tingkatan (*light, medium, dark*) serta siklus brewing memberikan pengaruh yang signifikan terhadap retensi senyawa bioaktif. Proses roasting ringan (*light roasting*) berhasil mempertahankan kandungan fenolik, flavonoid, CGA, dan aktivitas antioksidan pada level tertinggi, sementara roasting gelap menyebabkan kerusakan termal pada senyawa-senyawa bioaktif tersebut (Maiyah et al., 2026). Ampas kopi Robusta setelah proses *brewing* menunjukkan kemampuan mempertahankan TPC dan aktivitas antioksidan yang lebih baik dibandingkan Arabica (Maiyah et al., 2026). Meskipun siklus brewing yang berulang menyebabkan penurunan bertahap pada potensi antioksidan, aktivitas antioksidan tetap terdeteksi hingga siklus ketiga, yang mengindikasikan potensi ampas kopi sebagai sumber senyawa fungsional dengan daya tahan yang baik (Maiyah et al., 2025)

Proses pemanggangan mempengaruhi kestabilan senyawa bioaktif yang terkandung. Penelitian yang dilakukan oleh (Papageorgiou et al., 2024). menunjukkan bahwa kandungan fenolik total tetap stabil selama periode penyimpanan 143 hari pada produk cookies, yang mengindikasikan stabilitas fenolik yang baik dalam matriks bakery. Selain itu, senyawa melanoidin yang terbentuk selama proses roasting juga turut berkontribusi pada aktivitas antioksidan yang tersisa (Desai et al., 2020b). Temuan ini mengarah pada kesimpulan bahwa produk bakery yang mengandung ampas kopi mampu mempertahankan aktivitas antioksidannya selama masa penyimpanan yang cukup lama.

Tabel 1. Perbandingan Profil Bioaktif Ampas Kopi Arabica vs Robusta

Parameter	Arabica	Robusta	Referensi
TPC (mg GAE/g)	30-32	30-37	Maiyah et al. (2026)
Kafein (%)	1,2%	2,4%	Widagyo et al. (2013)
CGA (mg/g)	6,2-13,2	5,8-12,0	Papageorgiou et al. (2024)
Aktivitas antioksidan DPPH (%)	26,4	36,9	Desai et al. (2020)
Aktivitas antioksidan ABTS	Moderate	High	Maiyah et al. (2025)

Kandungan dan Karakteristik Serat Pangan

Ampas kopi Robusta dapat dikategorikan sebagai sumber serat pangan yang sangat melimpah, dengan total kandungan serat mencapai 66% berdasarkan berat kering, yang terdiri dari 80% serat tidak larut (IDF) dan 20% serat larut (SDF). Komponen utama polisakarida yang teridentifikasi meliputi selulosa, mannan, galaktomannan, arabinogalaktan tipe II, dan hemiselulosa (Widagyo et al., 2013). Profil serat ini memberikan fungsionalitas teknologi yang signifikan dalam formulasi produk bakery, seperti kemampuan meningkatkan volume produk, mengurangi kontribusi kalori, serta meningkatkan viskositas adonan.

Kemampuan ampas kopi dalam menahan air (*Water Holding Capacity/WHC*) tercatat sebesar 5,73 g air per gram bahan kering, angka yang lebih tinggi dibandingkan coffee silverskin (5,11 g/g) dan bahan sumber serat lainnya (Candela-salvador et al., 2026). Kemampuan menahan minyak (*Oil Holding Capacity/OHC*) sebesar 5,20 g/g mengindikasikan potensi ampas kopi sebagai pengganti lemak atau agen stabilisasi emulsi (Bessada et al., 2025). Kapasitas penahanan ini berkorelasi positif dengan total kandungan serat dan ukuran partikel partikel dengan ukuran lebih kecil menunjukkan kapasitas penahanan yang lebih tinggi karena memiliki packing density yang lebih besar (Candela-salvador et al., 2026).

Senyawa manooligosakarida (MOS) yang dihasilkan dari proses hidrolisis termal ampas kopi menunjukkan karakteristik prebiotik dengan kemampuan bertahan terhadap proses pencernaan serta mampu mempromosikan pertumbuhan bakteri *Bifidobacterium* (Desai et al., 2020b). MOS juga dikaitkan dengan berbagai manfaat kesehatan tambahan seperti penurunan tekanan darah, reduksi akumulasi lemak tubuh, serta perlindungan terhadap kerusakan akibat stres oksidatif (Desai et al., 2020b). Temuan ini menambah nilai fungsional ampas kopi Robusta sebagai bahan

pangan fungsional yang tidak hanya kaya akan serat tetapi juga memiliki efek prebiotik yang bermanfaat

Tabel 2. Komposisi Serat Ampas Kopi Robusta dan Implikasi Fungsional

Komponen	Kandungan	Fungsi dalam Bakery	Referensi
Total Serat	62-66%	Peningkatan nilai gizi	Papageorgiou et al. (2024); Dos Santos et al. (2025)
Serat Tidak Larut	54,02–60,58	Peningkatan bulk, pengurangan kalori	Candela-Salvador et al. (2026)
Serat Larut	4,7-13%	Peningkatan viskositas, retensi air	Franca et al. (2024)
Mannooligosakarida (MOS)	15-20%	Efek prebiotik	Desai et al. (2020)

Aplikasi dalam Produk Bakery

Penggunaan ampas kopi sebagai substitusi dalam pembuatan cookies telah menjadi subjek penelitian yang cukup luas. Formulasi dengan penambahan ampas kopi 4-10% menghasilkan peningkatan yang signifikan pada kandungan serat, protein, abu, dan aktivitas antioksidan (Azuan et al., 2020; Koay et al., 2023a). Cookies dengan kandungan SCG 10% menunjukkan karakteristik aroma dan kekerasan yang paling disukai oleh panelis (Koay et al., 2023a). Penelitian pada produk *shortbread* mengindikasikan adanya peningkatan moisture, protein, abu, serat, TPC, dan aktivitas antioksidan seiring dengan meningkatnya konsentrasi SCG dari 0-10% (Koay et al., 2023a). *Shortbread* dengan 10% SCG menunjukkan stabilitas masa simpan yang lebih baik, yang dikaitkan dengan kandungan fenolik yang tinggi serta aktivitas antioksidan yang mampu menghambat terjadinya oksidasi lipid (Koay et al., 2023a).

Penerapan ampas kopi dalam pembuatan muffin menunjukkan hasil yang menggembirakan. Penelitian yang dilakukan Solberg & Solberg, (2025) mengungkapkan bahwa SCG 10% sebagai agen pemberi rasa menghasilkan karakteristik tekstural yang sebanding dengan kontrol yang menggunakan *espresso powder*. Teknik pengeringan yang digunakan memberikan pengaruh terhadap sifat sensori pengeringan dengan oven menghasilkan flavor kopi yang paling kuat namun tekstur lebih kasar, sementara *freeze drying* menghasilkan tekstur paling halus meskipun flavor yang dihasilkan lebih lemah (Solberg & Solberg, 2025).

Coffee silverskin (CS) sebagai produk sampingan dari proses roasting juga telah diuji dalam aplikasi chocolate cake. Franca et al., (2024) melaporkan bahwa

penambahan CS 2,6% dan 3,6% menghasilkan tingkat penerimaan yang setara dengan produk kontrol, disertai dengan peningkatan kandungan serat total dan kapasitas antioksidan (aktivitas DPPH hampir dua kali lipat). *Cake* dengan 2,6% CS memenuhi kriteria sebagai "sumber serat" (>3 g/100g), sedangkan *cake* dengan 4,6% CS dikategorikan sebagai "tinggi serat" (>6 g/100g) (Franca et al., 2024).

Penggunaan ampas kopi dalam formulasi roti memberikan hasil yang bervariasi. Penelitian dengan substitusi SCG 2-10% menunjukkan peningkatan pada komposisi proksimat protein 7,79 g/100g, serat 2,51-5,31 g/100g, serta penurunan indeks glikemik (GI 78,68 dibandingkan dengan 98,55 pada roti putih) (Trà et al., 2021). Tingkat penerimaan sensoris yang optimal dicapai pada konsentrasi 2%, dengan penurunan penerimaan pada konsentrasi lebih tinggi akibat perubahan warna menjadi lebih gelap dan tekstur yang berubah (Trà et al., 2021).

Varietas kopi yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap sifat fisik roti. Ahanchi et al., (2024) melaporkan bahwa SCG Arabica tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap volume spesifik dan densitas, sedangkan SCG Robusta mengurangi volume spesifik dan meningkatkan densitas karena adanya kompetisi antara senyawa fenolik dan serat dengan protein terigu untuk mendapatkan air, yang menghambat pembentukan jaringan gluten. Kekerasan roti meningkat dengan penambahan SCG, namun perbedaan dengan kontrol berkurang selama masa penyimpanan, yang mengindikasikan potensi memperpanjang masa simpan dengan memperlambat proses retrogradasi (Ahanchi et al., 2024).

Tabel 3. Ringkasan Studi Aplikasi Ampas Kopi dalam Cookies/Shortbread

Konsentrasi SCG	Parameter yang Meningkat	Parameter yang Menurun	Penerimaan Sensori	Referensi
4%	Serat 2,7%, TPC 588 ppm	L*, b* values	Baik (skor 8,0)	Papageorgiou et al. (2024)
7%	Serat 4,6%, TPC 1017 ppm	-	Baik (skor 8,2)	Papageorgiou et al. (2024)
10%	Protein, abu, antioksidan	Karbohidrat, kalori	Aroma & kekerasan optimal	Koay et al. (2023)
10%	Kekerasan, serat	Diameter, volume spread	Preferable	Martins et al. (2017)

Tabel 4. Ringkasan Studi Aplikasi Ampas Kopi dalam Roti

Konsentrasi	Varietas	Efek Fisik	Efek Kimia	Penerimaan	Referensi
2%	Campuran	Volume loaf optimal	GI turun, serat naik	Preferable	Trà et al. (2021)
4%	Arabica	Tidak berpengaruh volume	Resistant starch ↑	-	Chau (2024)
4%	Robusta	Volume ↓, densitas ↑	-	Aroma & rasa preferable	Chau (2024)
2-4%	Arabica	Warna crumb lebih gelap	TPC, antioksidan ↑	-	Chau (2024)

Modifikasi Sifat Fisikokimia

Penambahan ampas kopi secara konsisten mengakibatkan perubahan pada profil warna produk bakery. Parameter L^* (*lightness*) dan b^* (*yellowness*) menunjukkan penurunan, sementara a^* (*redness*) mengalami peningkatan, menghasilkan warna coklat gelap yang khas (Papageorgiou et al., 2024; Azuan et al., 2020; Chau, 2024). Perubahan warna ini disebabkan oleh kandungan polifenol dan melanoidin yang tinggi sebagai hasil dari proses roasting kopi (Ahanchi et al., 2024). Pada konsentrasi 2-4%, perubahan warna yang terjadi masih dalam batas yang dapat diterima oleh panelis (Ahanchi et al., 2024).

Sifat tekstur produk bakery dipengaruhi oleh kemampuan tinggi serat ampas kopi dalam menahan air. Cookies yang mengandung SCG menunjukkan kekerasan yang lebih rendah karena serat menghambat pembentukan gluten, menghasilkan struktur adonan yang kurang elastis dan lebih rapuh (Martins et al., 2017). Namun demikian, pada konsentrasi optimal (10%), kekerasan dapat menjadi karakteristik yang diinginkan (Koay et al., 2023a). Dalam formulasi roti, penambahan SCG menyebabkan peningkatan kekerasan dan gumminess serta pengurangan cohesiveness, springiness, dan resilience, yang menghasilkan tekstur yang lebih mudah hancur (Ahanchi et al., 2024). Komponen yang kaya serat menyerap lebih banyak air, yang mengubah konsistensi adonan dan struktur akhir produk ((Martins et al., 2017).

Produk bakery yang mengandung ampas kopi menunjukkan stabilitas oksidatif yang lebih baik. Papageorgiou et al., (2024) melaporkan bahwa nilai Peroxide Value (PV) pada cookies dengan SCG tetap rendah selama penyimpanan 143 hari pada suhu 25°C dan 35°C, meskipun mengalami peningkatan signifikan pada suhu 45°C.

Kandungan fenolik total pada sampel yang diperkaya SCG tetap stabil secara praktis selama analisis masa simpan, yang mengindikasikan stabilitas fenolik yang baik (Papageorgiou et al., 2024). Prediksi masa simpan pada suhu 25°C adalah: cookies kontrol 359 hari, 4% SCG 435 hari, dan 7% SCG 471 hari (Papageorgiou et al., 2024). Perpanjangan masa simpan ini dikaitkan dengan aktivitas antioksidan yang tinggi yang mampu menghambat terjadinya oksidasi lipid.

Aspek Sensori dan Penerimaan Konsumen

Atribut sensori yang terutama terpengaruh oleh penambahan ampas kopi meliputi warna yang menjadi gelap dan coklat kehitaman seiring dengan meningkatnya konsentrasi (Ahanchi et al., 2024; Azuan et al., 2020), aroma khas kopi yang semakin kuat pada konsentrasi 10% (Koay et al., 2023a; Solberg & Solberg, 2025), rasa pahit (*bitterness*) yang mulai terdeteksi pada konsentrasi >10% (Pongsiriyakul et al., 2024; Solberg & Solberg, 2025), tekstur yang menjadi grainy, gritty, atau sandy pada konsentrasi tinggi (Franca et al., 2024; Solberg & Solberg, 2025), serta kesan keseluruhan (*overall impression*) yang optimal pada 2-4% namun menurun pada konsentrasi >10% (Franca et al., 2024; Trà et al., 2021).

Analisis internal preference mapping mengungkapkan bahwa cake dengan 2,6% dan 3,6% *coffee silverskin* memiliki tingkat penerimaan yang setara (Franca et al., 2024). Shortbread dengan 10% SCG mendapatkan skor kesukaan yang tinggi untuk atribut aroma dan kekerasan (Koay et al., 2023a). Roti dengan 2% SCG menunjukkan penerimaan keseluruhan yang setara dengan roti putih ($p < 0,05$) (Trà et al., 2021). Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat penerimaan meliputi konsentrasi dengan ambang batas penerimaan umumnya 2-10% tergantung jenis produk, varietas kopi di mana Robusta memberikan flavor kopi yang lebih kuat namun lebih pahit, metode pengolahan di mana pengeringan dengan oven menghasilkan flavor terkuat dan freeze drying menghasilkan tekstur terbaik (Solberg & Solberg, 2025), serta formulasi produk di mana penggunaan coklat atau vanili dapat meningkatkan tingkat penerimaan (Franca et al., 2024).

Aspek Keamanan Penggunaan Limbah Ampas Kopi (*Spent Coffee Grounds/SCG*)

Pemanfaatan *spent coffee grounds* (SCG) sebagai bahan baku pangan fungsional perlu disertai dengan kajian aspek keamanan pangan. Meskipun SCG masih mengandung serat pangan, senyawa fenolik, dan aktivitas antioksidan yang berpotensi meningkatkan nilai gizi produk bakery, terdapat beberapa potensi bahaya yang harus diperhatikan sebelum diaplikasikan sebagai bahan pangan. SCG masih mengandung residu kafein, meskipun sebagian besar kafein telah terekstraksi selama proses penyeduhan. Kandungan residu kafein pada SCG dilaporkan berkisar sekitar 0,007–0,5% (bk), bergantung pada jenis kopi, tingkat sangrai (*roasting*), ukuran partikel, dan metode ekstraksi yang digunakan. Oleh karena itu, penggunaan SCG dalam formulasi pangan perlu memperhitungkan kontribusi asupan kafein terhadap konsumen, terutama pada kelompok sensitif seperti anak-anak, ibu hamil, dan individu dengan sensitivitas terhadap kafein. Selain residu kafein, SCG juga berpotensi mengandung akrilamida, yaitu senyawa hasil reaksi Maillard yang terbentuk selama proses penyangraian biji kopi pada suhu tinggi. Akrilamida diklasifikasikan sebagai senyawa yang bersifat neurotoksik dan berpotensi karsinogenik sehingga keberadaannya perlu dikendalikan dalam produk pangan. Meskipun sebagian akrilamida larut selama proses penyeduhan, sejumlah residu masih dapat tertinggal pada SCG. Oleh karena itu, pemilihan kondisi *roasting* serta pengujian kadar akrilamida menjadi aspek penting dalam pengembangan produk berbasis SCG (Klingel dkk., 2020).

Dari aspek mikrobiologi, SCG memiliki kadar air yang relatif tinggi setelah proses penyeduhan sehingga mudah mengalami pertumbuhan kapang, khamir, maupun bakteri apabila tidak segera dikeringkan. Penyimpanan SCG pada suhu ruang dalam kondisi lembap dapat meningkatkan risiko kontaminasi mikroba dan pembentukan mikotoksin. Oleh karena itu, SCG yang akan dimanfaatkan sebagai bahan pangan sebaiknya segera dikeringkan hingga kadar air aman, disimpan dalam kemasan kedap udara, serta memenuhi persyaratan mikrobiologi sesuai standar keamanan pangan. Penerapan *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan sistem *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) menjadi langkah penting untuk menjamin keamanan SCG sebagai bahan baku produk bakery (Choe, 2025).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kajian mengungkapkan bahwa ampas kopi Robusta memiliki potensi signifikan sebagai bahan fungsional dalam produk bakery. Profil bioaktif yang kaya (TPC 21,6-37 mg GAE/g, kafein stabil, CGA sensitif panas), kandungan serat yang tinggi (66% total dengan 80% IDF), serta karakteristik fisikokimia yang fungsional (WHC 5,73 g/g) menjadikannya kandidat yang ideal untuk fortifikasi pangan. Aplikasi optimal dicapai pada level substitusi 2-10% tergantung jenis produk, dengan peningkatan signifikan pada nilai gizi (serat, protein, mineral), aktivitas biologis (antioksidan, prebiotik), dan stabilitas produk (masa simpan, ketahanan oksidatif). Tantangan utama yang meliputi modifikasi tekstural dan penerimaan sensori pada konsentrasi tinggi dapat diatasi melalui pra-perlakuan yang tepat dan optimasi formulasi.

Rekomendasi untuk penelitian lanjutan meliputi studi spesifik Robusta yang secara eksplisit membandingkan performa Arabica versus Robusta dalam aplikasi bakery yang sama, optimasi pra-perlakuan melalui eksplorasi teknik fermentasi, enzimatis, atau ekstraksi untuk meningkatkan sifat fungsional dan sensori, studi klinis untuk pengujian bioavailabilitas dan efek kesehatan metabolik pada konsumsi produk bakery berbasis SCG, analisis ekonomi melalui life cycle assessment (LCA) dan cost-benefit analysis untuk komersialisasi, serta pengembangan produk inovasi formulasi gluten-free, low-glycemic, atau high-protein dengan SCG.

Implikasi bagi industri meliputi valorisasi limbah kopi yang selaras dengan SDGs dan konsep ekonomi sirkular, peluang diferensiasi produk sebagai "upcycled food" dan "functional bakery", serta kebutuhan akan harmonisasi standar keamanan dan klaim kesehatan untuk produk berbasis SCG.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahanchi, M., Sugianto, E. C., Chau, A., & Khoddami, A. (2024). Quality Properties of Bakery Products and Pasta Containing Spent Coffee Grounds (SCGs): A Review. *Food*. 13(3576): 1–21
- Arya, S. S., Venkatram, R., More, P. R., & Vijayan, P. (2021). The wastes of coffee bean processing for utilization in food : a review. *Journal of Food Science and Technology*. 59(1):1–16.
- Ate, G., dan Date, T. R. (2018). Coffee Silverskin As Fat Replacer In Cake Formulations And Its Effect On Physical, Chemical And Sensory Attributes Of

Cakes. *Science*. 1 (2) : 100-112

Azuan, A. A., Mohd Zin, Z., Hasmadi, M., Rusli, N. D., & Zainol, M. K. (2020). Physicochemical, Antioxidant And Sensory Characteristics Of Cookies Supplemented With Different Levels Of Spent Coffee Ground Extract. *Food Research*. 4(8) : 1181–1190.

Ballesteros, L. F., Teixeira, J. A., & Mussatto, S. I. (2014). Chemical , Functional , and Structural Properties of Spent Coffee Grounds and Coffee Silverskin. *Food Bioprocess Technol*, 7 (2) : 3493–3503.

Batista, J. O., Cordeiro, C. C., Klososki, S. J., Mongrue, C., Dos, E., Mathias, G., Leão, C., Pimentel, T. C., Rosset, M., Oliveira, J., Cordeiro, C. C., Klososki, S. J., Mongrue, C., Dos, E., Mathias, G., Leão, C., Colombo, T., Oliveira, J., Car, C., & Jensen, S. (2022). Spent Coffee Grounds Improve the Nutritional Value and Technological Properties of Gluten-free Cookies. *Journal of Culinary Science & Technology*, 2(1) : 1–11.

Beltr, E. A., Guatemala-morales, G. M., Padilla-camberos, E., Corona-González, R. I., Mondragón-Cortez, P. M., & Arriola-Guevara, E. (2020). Evaluation of the Use of a Coffee Industry By-Product in a Cereal-Based Extruded Food Product. *Food*, 9(1008) : 1–15.

Candela-salvador, L., Lucas-González, R., Pérez-Álvarez, J. A., Fernández-López, J., & Manuel Viuda-Martos. (2026). Characterization of Coffee Silverskin from Different Origins to Evaluate Its Potential as an Ingredient in Novel Food Products. *Foods*, 15(97): 1–19.

Cantele, C., Tedesco, M., Ghirardello, D., Zeppa, G., & Bertolino, M. (2022). Coffee Silverskin as a Functional Ingredient in Vegan Biscuits: Physicochemical and Sensory Properties and In Vitro Bioaccessibility of Bioactive Compounds. *Food*, 11(717) : 1–18.

Choe, U. (2025). Current Research in Food Science Valorization of spent coffee grounds and their applications in food science. *Current Research in Food Science*. 10(2) : 101010.

Cookies, G., Castaldo, L., Lombardi, S., Gaspari, A., Rubino, M., Izzo, L., Narv, A.,

- Ritieni, A., & Grosso, M. (2021). In Vitro Bioaccessibility and Antioxidant Activity of Polyphenolic Compounds from Spent Coffee. *Food*, 10(1837) : 1–13.
- Costa, A. S. G., Peixoto, J. A. B., Machado, S., Santo, L. E., Soares, T. F., Andrade, N., Azevedo, R., Almeida, A., Costa, H. S., Beatriz, M., Pinto, P., Martel, F., Simalgandara, J., & Alves, R. C. (2025). Coffee Pulp from Azores: A Novel Phytochemical-Rich Food with Potential Anti-Diabetic Properties. *Jurnal Pangan*. 1(2): 1–20.
- Dauber, C., Romero, M., Chaparro, C., Ureta, C., Ferrari, C., Vieitez, I., Miraballes, M., Adriana, G., & Vieitez, I. (2024). Cookies Enriched With Coffee Silverskin Powder And Coffee Silverskin Ultrasound Extract To Enhance Fiber Content And Antioxidant Properties. *Applied Food Research Journal*, 4(12): 1–9.
- Desai, N. M., Mallik, B., Sakhare, S. D., & Murthy, P. S. (2020a). Prebiotic Oligosaccharide Enriched Green Coffee Spent Cookies And Their Nutritional, Physicochemical And Sensory Properties. *Food Science and Technology*. 132(4):108351
- Desai, N. M., Mallik, B., Sakhare, S. D., & Murthy, P. S. (2020b). Prebiotic Oligosaccharide Enriched Green Coffee Spent Cookies And Their Nutritional , Physicochemical And Sensory Properties. *Food Science and Technology*., 134(5): 109924.
- Dilek, N. M. (2025). Utilization of Spent Coffee Grounds as an Antioxidant Dietary Fiber in Beef Patties : Oxidative Stability , Texture Properties , and Molecular Docking. *Jurnal Pangan*. 23(3): 2001-2012
- Franca, A. S., Bas, E. P., Resende, M., & Fante, C. A. (2024). Coffee Silverskin as a Potential Ingredient for Functional Foods : Recent Advances and a Case Study with Chocolate Cake. *Food Journal*: (123(6): 1–17.
- Jung, H., Han, Y., & Gu, B. (2025). Sustainable Utilization Of Spent Coffee Grounds In Low-Moisture Meat Analogs. *Food Science and Preservation*. 32(1):77–87.
- Klingel, T., Kremer, J. I., Gottstein, V., Rajcic de Rezende, T., Schwarz, S., & Lachenmeier, D. W. (2020). A Review of Coffee By-Products Including Leaf, Flower, Cherry, Husk, Silver Skin, and Spent Grounds as Novel Foods within the

European Union. *Foods*. 9(5): 665.

Koay, H. Y., Azman, A. T., Zin, Z. M., Portman, K. L., Hasmadi, M., Rusli, N. D., Aidat, O., & Zainol, M. K. (2023a). Assessing The Impact Of Spent Coffee Ground (SCG) Concentrations On Shortbread : A Study Of Physicochemical Attributes And Sensory Acceptance. *Future Foods*. 8(7) : 100245.

Koay, H. Y., Azman, A. T., Zin, Z. M., Portman, K. L., Hasmadi, M., Rusli, N. D., Aidat, O., & Zainol, M. K. (2023b). Assessing The Impact Of Spent Coffee Ground (SCG) Concentrations On Shortbread : A Study Of Physicochemical Attributes And Sensory Acceptance. *Future Foods*, 8(4): 100245.

Maiyah, N., Kerdpi boon, S., Kerr, W. L., Klaypradit, W., Smithisukul, C., & Supapvanich, S. (2026). Impact Of Roasting Levels And Brewing Cycles On Bioactive Compounds In Spent Coffee Grounds. *Food Chemistry*. 34(2): 103661.

Maiyah, N., Kerdpi boon, S., Supapvanich, S., & Kerr, W. L. (2025). Recovering Bioactive Compounds And Antioxidant Capacity Of Medium Roasted Spent Coffee Grounds Through Varied Hydrothermal Brewing Cycles. *Journal of Agriculture and Food Research*. 20(3): 101789.

Martins, Z. E., Pinho, O., & Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2017). Food Industry By-Products Used As Functional Ingredients Of Bakery Products. *Trends in Food Science & Technology*. 20(4) : 1–68.

Martuscelli, M., Esposito, L., Daniela, C., Mattia, D., Ricci, A., & Mastrocola, D. (2021). Characterization of Coffee Silver Skin as Potential. *Food*, 10(1367), 1–15.

Meerasri, J., & Sothornvit, R. (2022). Novel Development Of Coffee Oil Extracted From Spent Coffee Grounds As A Butter Substitute In Bakery Products. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(3): 1–10.

Montemurro, M., Casertano, M., Vilas-franquesa, A., Giuseppe, C., & Fogliano, V. (2024). Exploitation Of Spent Coffee Ground (SCG) As A Source Of Functional Compounds And Growth Substrate For Probiotic Lactic Acid Bacteria. *Food Science and Technology*. 198(3): 115974.

Mudalal, S., Sawafta, K., Zaqqah, M., Jaayssa, R., Saidi, S., Rahhal, B., Ayyad, Z., & Abu-khalaf, N. (2025). *Sustainable Cookies Enriched With Spent Coffee*

Grounds : A Study On Nutritional , Textural , And Sensory Properties. 234 (5): 14271

Oktay, N., Ozkan, G., Sakarya, F. B., & Capanoglu, E. (2025). Valorization Of Coffee Silver Skin As A Functional Ingredient In Muffins: In Vitro Bioaccessibility Of Bioactive Compounds. *Food Chemistry Advances*. 8(101083): 1–7.

Papageorgiou, C., Dermesonlouoglou, E., & Tsimogiannis, D. (2024). Applied Sciences Enrichment Of Bakery Products With Antioxidant And Dietary Fiber Ingredients Obtained From Spent Coffee Ground. *Food Science and Technology*. 231(2) : 32145

Pongsiriyakul, K., Wongsurakul, P., & Kiatkittipong, W. (2024). Upcycling Coffee Waste : Key Industrial Activities for Advancing Circular Economy and Overcoming Commercialization Challenges. *Food Science and Technology*. 231(5) :16934.

Severini, C., Caporizzi, R., Fiore, A. G., Ricci, I., Onur, O. M., & Derossi, A. (2019). Reuse Of Spent Espresso Coffee As Sustainable Source Of Fibre And Antioxidants. A Map On Functional, Microstructure And Sensory Effects Of Novel Enriched Muffs. *LWT - Food Science and Technology*. 231(10): 41231

Sharma, A., Ray, A., & Singhal, R. S. (2021). A Biorefinery Approach Towards Valorization Of Spent Coffee Ground: Extraction Of The Oil By Supercritical Carbon Dioxide And Utilizing The Defatted Spent In Formulating Functional Cookies. *Future Foods*, 4(100090) : 1–16.

Sidlo, W., & Latosi, J. (2025). Reuse of Spent Coffee Grounds: Alternative Applications , Challenges , And Prospects — A Review. *Applied Sciences, Food Technology*. 15(137): 1–20.

Solberg, S. B., & Solberg, S. Ø. (2025). *Exploration of Foods and Foodomics Spent coffee grounds as a sustainable coffee flavouring ingredient.*

Tiryaki, G., & Nakilcioglu, E. (2026). Effect Of Spent Coffee Ground Substitution On Physical, Chemical, And Sensory Attributes Of Gluten-Free Cake. *Gida The Journal of Food*, 51(1), 1–17.

Trà, T. T. T., Phúc, L. N., Yén, V. T. N., Sang, L. T., Thu, N. T. A., Nguyệt, T. N. M., & Mẫn, L. V. V. (2021). Use Of Wheat Flour And Spent Coffee Grounds In The

Production Of Cookies With High Fiber And Antioxidant Content. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 947(012044): 1–11.

Tran, T., Dieu, N., Nguyen, T., Le, V.-D., Mai, D.-T., Dang, C.-H., Nguyen, C.-H., Phat, H. T., & Nguyen, T.-D. (2025). Assisted Extraction And Applications In Roselle. *Royal Society Of Chemistry. Food Science and Technology*. 15(4): 36625–36641.

Urugo, M. M., Getachew, P., Lambe, B. T., Yohannis, E., Afework, A., Meteke, N., Yasin, S., Milkias, M., Tola, Y. B., Abera, T. T., Gemedede, H. F., & Worku, M. (2025). Green Valorization Of Coffee Industry Residues : Emerging Innovations And Their Role In Sustainable Food And Feed Applications Green Valorization Of Coffee Industry Residues : Emerging Innovations And Their Role In Sustainable. *Food Science and Technology*. 1–40 : 10231

Vázquez-sánchez, K., Martínez-saez, N., Rebollo-hernanz, M., Dolores, M., Gaytán-martínez, M., & Campos-vega, R. (2018). Institute of Food Science Research (CIAL , CSIC-UAM). *Food Chemistry*. 123(3): 13122

Widagdyo, D. R., Budiman, V. A., Aylilanawati, & Indraswati, N. (2013). Ekstraksi kafeina dari serbuk kopi Java Robusta dengan pelarut minyak jagung. *Widya Teknik*, 12(1): 1–10.