Hasil Penelitian | Diterima 15-02-2026 | Disetujui 11-05-2026

PENGARUH SUHU DAN WAKTU PENYANGRAIAN TERHADAP MUTU FISIKOKIMIA DAN ORGANOLEPTIK BIJI KOPI: TINJAUAN LITERATUR

Yuni Sastria Manalu [1], Azzahra[1], Rahayu Suseno[1]*
[1]*Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Indonesia*

ABSTRAK: Penyangraian merupakan tahap penentu dalam pengolahan kopi karena paparan panas secara bersamaan mengubah struktur biji, komposisi kimia, dan sifat sensori. Tinjauan ini menyintesis pengaruh suhu dan waktu penyangraian terhadap kadar air, rendemen, keasaman, kafein, warna, rasa, aroma, serta penerimaan konsumen. Literatur nasional dan internasional terbitan 2015-2026 ditelusuri melalui Google Scholar, portal jurnal terindeks SINTA, dan pangkalan data jurnal teknologi pangan. Artikel dipilih apabila mencantumkan kondisi penyangraian secara jelas dan melaporkan sekurang-kurangnya satu parameter fisikokimia atau organoleptik. Hasil kajian memperlihatkan bahwa beban panas yang semakin besar mempercepat penguapan air dan hilangnya senyawa volatil, sehingga massa dan rendemen biji menurun, densitas cenderung berkurang, warna semakin gelap, dan total asam umumnya menurun. Temuan kadar kafein tidak selalu searah karena kehilangan air dapat meningkatkan konsentrasi relatif, sedangkan pemanasan yang terlalu intensif dapat memicu degradasi. Mutu sensori meningkat hanya sampai titik optimum; sangrai sedang umumnya menguatkan karakter karamel, kacang, dan cokelat sambil mempertahankan keasaman serta kemanisan, sedangkan sangrai berlebihan menonjolkan rasa pahit dan aroma gosong. Sejumlah penelitian memperoleh profil yang disukai pada kisaran 200-220 °C selama sekitar 8-15 menit, tetapi kondisi optimum tetap dipengaruhi asal biji, kadar air awal, kapasitas muatan, dan rancangan mesin sangrai.

Kata Kunci: Kadar air, Kafein, Penerimaan senori, Reaksi *maillard*, Rendemen.

ABSTRACT: *Roasting is a decisive stage in coffee processing because heat exposure simultaneously modifies bean structure, chemical composition, and sensory attributes. This review synthesizes evidence on how roasting temperature and time affect moisture content, yield, acidity, caffeine, colour, taste, aroma, and consumer acceptance. Relevant national and international publications issued between 2015 and 2026 were identified through Google Scholar, SINTA-indexed portals, and food-technology journal databases. Studies were included when they reported clear roasting conditions and at least one physicochemical or organoleptic response. The reviewed evidence consistently shows that greater thermal load accelerates water evaporation and volatile loss, thereby reducing bean mass and yield, lowering bulk density, darkening colour, and generally decreasing titratable acidity. Caffeine results vary because moisture loss can increase the apparent concentration on a mass basis, whereas prolonged severe heating may promote degradation. Sensory quality improves only up to an optimum point: medium roasting commonly strengthens caramel, nutty, and chocolate-like notes while preserving acidity and sweetness, whereas excessive roasting produces dominant bitterness and burnt notes. Several studies report favourable profiles around 200-220 °C for approximately 8-15 minutes, but the optimum cannot be generalized because it also depends on origin, initial moisture, batch size, and roaster design. Therefore, roasting control should be based on a combined assessment of time, temperature, roast degree, and target sensory profile.*

Keywords: *Caffein, Maillard reaction, Moisture content, Sensory acceptance, Yield*.

PENDAHULUAN

Kopi merupakan komoditas perkebunan yang bernilai ekonomi dan dikonsumsi luas dalam berbagai bentuk produk. Nilai jualnya tidak hanya ditentukan oleh jumlah produksi, tetapi terutama oleh konsistensi mutu bahan baku dan keberhasilan pengolahan pascapanen. Pada tahap pascapanen, mutu akhir dapat berubah akibat cara pemetikan, fermentasi, pengeringan, penyimpanan, dan penyangraian. Di antara rangkaian tersebut, penyangraian memiliki pengaruh langsung terhadap karakter yang segera dikenali konsumen, yaitu warna, aroma, rasa, keasaman, dan sensasi pahit pada seduhan *(Anugerah et al., 2023; Tampubolon et al*., 2020).

Biji kopi tersusun atas karbohidrat, protein, lipid, kafein, trigonelin, asam klorogenat,

* Email korespondensi: rahayususeno@unja.ac.id

mineral, serta sejumlah prekursor aroma. Komposisi tersebut berbeda menurut spesies, varietas, tingkat kematangan buah, kondisi tumbuh, dan metode pengolahan. Arabika (Coffea arabica) umumnya dikenal memiliki keasaman dan kompleksitas aroma yang lebih menonjol, sedangkan Robusta (Coffea canephora) cenderung menunjukkan rasa pahit dan kandungan kafein yang lebih tinggi. Meskipun demikian, karakter awal biji belum sepenuhnya menggambarkan mutu minuman karena sebagian besar komponen rasa dan aroma baru terbentuk atau berubah selama penyangraian(Anugerah *et al*., 2023; Fikri *et al*., 2022).

Penyangraian merupakan proses pemanasan biji kopi hijau dalam kondisi terkontrol. Pada fase awal, energi panas terutama digunakan untuk menguapkan air. Setelah suhu biji meningkat, berlangsung reaksi Maillard, karamelisasi, degradasi Strecker, pemecahan asam klorogenat, dan pirolisis. Rangkaian reaksi tersebut menghasilkan senyawa volatil maupun nonvolatil yang membentuk warna cokelat, aroma khas, kemanisan, keasaman, kepahitan, dan body seduhan. Perubahan fisik juga terjadi dalam bentuk penyusutan massa, pengembangan volume, peningkatan porositas, penurunan densitas, serta kerapuhan struktur biji (Firdianti *et al*., 2025).

Praktik penyangraian biasanya dikelompok kan menjadi sangrai ringan, sedang, dan gelap. Pengelompokan tersebut tidak semata-mata didasarkan pada warna, sebab dua biji dengan tingkat kegelapan serupa dapat mempunyai profil rasa berbeda ketika dicapai melalui kombinasi suhu dan waktu yang berlainan. Suhu tinggi dalam waktu singkat dapat menghasilkan gradien panas yang besar antara permukaan dan bagian dalam biji, sedangkan suhu lebih rendah dengan waktu terlalu panjang dapat menyebabkan hilangnya aroma segar serta terbentuknya rasa matang yang datar (Ayustaningwarno *et al*., 2020). Karena itu, suhu, lama proses, kecepatan pemanasan, aliran udara, agitasi, dan titik penghentian sangrai perlu dikendalikan secara terpadu.

Hasil penelitian terdahulu menunjukkan variasi yang cukup lebar dalam penetapan kondisi optimum. Pamungkas *et al*., 2021 memperoleh kombinasi yang baik pada 200 °C selama 10 menit untuk kopi Arabika Gayo, sedangkan Fadri *et al*., 2019 melaporkan hasil keseluruhan terbaik pada 220 °C selama 12 menit untuk kopi Arabika Singgalang. Poerwanty *et al*., 2020 menemukan mutu sensori yang seimbang pada tingkat sangrai sedang sekitar 203 °C, sementara Ibrahim *et al*., 2023 menunjukkan bahwa penerimaan rasa dipengaruhi nyata oleh tingkat penyangraian pada Java Arabica Coffee. Perbedaan tersebut menegaskan bahwa satu kombinasi suhu-waktu tidak dapat diterapkan secara universal pada seluruh bahan dan mesin.

Kajian mengenai penyangraian sering kali hanya menyoroti satu parameter, misalnya kadar air, kafein, keasaman, atau warna. Padahal, optimasi proses harus mempertimbangkan keterkaitan antar parameter. Penurunan kadar air dan rendemen dapat meningkatkan stabilitas penyimpanan, tetapi pemanasan berlebihan dapat merusak komponen aroma (Heriana et al., 2023). Demikian pula, penurunan total asam dapat mengurangi rasa tajam, namun kehilangan keasaman yang terlalu besar dapat membuat seduhan kehilangan kompleksitas. Oleh sebab itu, diperlukan sintesis yang menghubungkan perubahan fisikokimia dengan respons organoleptik.

Artikel ini bertujuan menganalisis dan membandingkan hasil penelitian tentang pengaruh suhu serta waktu penyangraian terhadap mutu fisik, kimia, dan organoleptik biji kopi. Kebaruan kajian terletak pada penggabungan informasi mengenai rendemen, kadar air, keasaman, kafein, warna, rasa, dan aroma untuk menjelaskan rentang kondisi sangrai yang berpotensi menghasilkan mutu seimbang, sekaligus mengidentifikasi faktor yang menyebabkan perbedaan hasil antarpublikasi.

METODE PENELITIAN

Kajian ini menggunakan pendekatan tinjauan naratif dengan sintesis komparatif. Penelusuran dilakukan melalui Google Scholar, portal jurnal terindeks SINTA, dan laman penerbit jurnal bidang teknologi hasil pertanian serta ilmu pangan. Kata kunci yang digunakan dalam bahasa Indonesia meliputi "suhu penyangraian kopi", "lama roasting kopi", "kadar air kopi sangrai", "keasaman kopi", "kafein kopi sangrai", dan "organoleptik kopi". Penelusuran bahasa Inggris menggunakan kombinasi kata "coffee roasting temperature",

"roasting time", "physicochemical properties", dan "sensory quality".

Literatur diprioritaskan pada publikasi tahun 2015-2026. Artikel dimasukkan apabila memuat data empiris atau sintesis ilmiah yang secara langsung menjelaskan hubungan kondisi penyangraian dengan karakter fisikokimia atau sensori kopi. Publikasi harus menyebutkan suhu, durasi, tingkat sangrai, atau parameter proses lain yang dapat digunakan untuk membandingkan hasil. Artikel yang tidak menyajikan kondisi proses secara jelas, hanya membahas budidaya tanpa kaitan dengan penyangraian, atau berulang dalam dua sumber berbeda tidak digunakan dalam sintesis utama.

Informasi yang diekstraksi meliputi identitas peneliti, jenis atau asal kopi, kombinasi suhu dan waktu, parameter pengujian, serta temuan utama. Data kemudian dikelompokkan menjadi dua tema besar, yaitu perubahan fisikokimia dan perubahan organoleptik. Studi pada kopi Arabika menjadi fokus utama, sedangkan temuan dari Robusta atau Liberika digunakan secara terbatas sebagai pembanding mekanisme ketika relevan. Hasil tidak digabungkan melalui meta-analisis karena rancangan penelitian, alat sangrai, satuan respons, dan karakter bahan baku tidak seragam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanasan biji kopi berlangsung melalui beberapa fase yang saling berkesinambungan. Pada fase pengeringan, air bebas dan sebagian air terikat bergerak menuju permukaan lalu menguap. Tekanan internal meningkat seiring terbentuknya uap air dan gas, sehingga jaringan sel mengembang. Ketika temperatur terus naik, biji memasuki fase pencokelatan yang ditandai oleh intensifnya reaksi Maillard antara gula pereduksi dan gugus amino. Produk antara dari reaksi ini berkembang menjadi melanoidin yang memberi warna cokelat sekaligus berkontribusi terhadap body dan aktivitas antioksidan seduhan (Witoyo et al., 2025).

Pada fase berikutnya, karamelisasi dan degradasi termal menghasilkan beragam aldehida, keton, ester, pirazina, furan, dan senyawa volatil lain. Senyawa tersebut berperan dalam aroma karamel, kacang, cokelat, buah, dan rempah (Ridhani et al., 2021). Namun, pembentukan aroma tidak berlangsung tanpa batas. Ketika pemanasan terlalu kuat, sebagian senyawa volatil menguap atau terurai, sedangkan produk pirolisis dan komponen beraroma asap menjadi lebih dominan. Akibatnya, profil yang semula kompleks dapat berubah menjadi pahit, tajam, dan gosong (Heriana et al., 2023).

Perubahan kimia selalu diikuti perubahan fisik. Massa biji berkurang akibat kehilangan air, karbon dioksida, dan senyawa volatil. Volume meningkat karena ekspansi struktur, sedangkan densitas kamba menurun. Biji juga menjadi lebih rapuh sehingga lebih mudah digiling. Besarnya perubahan dipengaruhi oleh kadar air awal, ukuran biji, varietas, metode pascapanen, kecepatan pemanasan, kapasitas muatan, dan konstruksi mesin sangrai. Faktor-faktor tersebut menjelaskan mengapa suhu nominal yang sama dapat menghasilkan mutu berbeda pada penelitian yang berlainan (Adzkiya et al., 2022; Mardjan et al., 2022).

Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Sifat Fisikokimia

Bukti dari berbagai penelitian memperlihatkan pola umum bahwa peningkatan beban panas memperbesar kehilangan massa dan air, mengubah pH serta total asam, memodifikasi kadar kafein terukur, dan menggeser karakter warna maupun densitas. Meskipun arah perubahan pada beberapa parameter relatif konsisten, besarnya respons berbeda menurut asal kopi dan rancangan penelitian. Ringkasan kondisi dan hasil utama disajikan pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel tersebut, dapat dilihat bahwa suhu dan lama penyangraian merupakan dua faktor utama yang menentukan perubahan sifat fisik, kimia, dan sensori kopi Arabika. Hampir seluruh penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu serta waktu penyangraian menyebabkan penurunan kadar air dan rendemen akibat semakin besarnya penguapan air dan hilangnya senyawa volatil selama proses pemanasan. Selain itu, perubahan intensitas penyangraian juga memengaruhi pH, total asam, warna, densitas, serta kadar kafein sehingga menghasilkan karakteristik cita rasa yang berbeda pada setiap tingkat sangrai (Ariyanto et al., 2024).

Sebagian besar peneliti menyimpulkan bahwa tingkat penyangraian medium memberikan kualitas kopi terbaik karena mampu menghasilkan keseimbangan antara aroma, keasaman, rasa manis, body, dan kepahitan. Sebaliknya, penyangraian yang

terlalu ringan menghasilkan cita rasa yang masih asam, sedangkan penyangraian yang terlalu gelap cenderung meningkatkan rasa pahit dan mengurangi beberapa senyawa penyusun aroma (Iswanto & Afgani, 2023). Oleh karena itu, pengendalian suhu dan waktu penyangraian menjadi aspek penting untuk memperoleh mutu kopi yang optimal sesuai karakteristik bahan baku dan tujuan pengolahan.

Tabel 1. Pengaruh Kondisi Penyangraian terhadap Karakteristik Fisikokimia Kopi

Peneliti	Bahan kopi	Kondisi penyangraian	Temuan utama
(Pamungkas et al., 2021)	Arabika Gayo, Aceh	190, 200, dan 210 °C; 5, 10, dan 15 menit	Peningkatan suhu dan waktu menurunkan rendemen, kadar air, dan total asam. Kombinasi 200 °C selama 10 menit dinilai paling seimbang berdasarkan sifat fisik-kimia seduhan.
(Kaswindi et al., 2017)	Arabika Gayo, Aceh	160, 170, dan 180 °C; 15, 20, dan 25 menit	Kadar air turun nyata ketika suhu dan waktu meningkat. Rendemen dan pH juga berubah, sedangkan kadar kafein terukur cenderung meningkat pada sebagian perlakuan akibat berkurangnya air.
(Purnamayanti et al., 2017)	Arabika Kintamani, Bali	220, 235, dan 250 °C; 14, 17, dan 20 menit	Kadar air dan rendemen umumnya menurun pada perlakuan yang lebih intensif. Perubahan pH, warna, dan mutu sensori menunjukkan bahwa suhu sangat tinggi mempercepat pembentukan karakter sangrai gelap.
(Mardjan et al., 2022)	Arabika Solok, Sumatera Barat	Suhu awal 180, 200, dan 220 °C; tingkat light, medium, dan dark	Derajat sangrai berpengaruh terhadap rendemen, densitas kamba, kadar air, warna, pH, dan sebagian besar atribut cita rasa. Sangrai medium memperoleh skor akhir tertinggi sebagai kopi specialty.
(Tyas, 2019)	Arabika Wonosobo, Jawa Tengah	180 °C; 5, 10, 15, 20, 25, dan 30 menit	Pada suhu tetap, penambahan waktu menurunkan kadar air dan rendemen. Nilai pH serta kadar kafein juga berubah, dengan kecenderungan penurunan pada pemanasan yang semakin lama.
(Fadri et al., 2019)	Arabika Singgalang, Sumatera Barat	200, 220, dan 240 °C; 12, 15, dan 18 menit	Suhu dan durasi berpengaruh nyata terhadap rendemen, keasaman, warna, dan penerimaan panelis. Perlakuan 220 °C selama 12 menit menjadi kombinasi terbaik secara keseluruhan; kadar air terendah diperoleh pada 240 °C selama 18 menit.
(Poerwanty et al., 2020)	Arabika dengan beberapa metode pengolahan	Light 193 °C/10 menit; medium 203 °C/8 menit; dark 213 °C/7 menit	Total asam menurun dari tingkat light menuju dark. Sangrai medium menghasilkan keseimbangan aroma, keasaman, kemanisan, kepahitan, dan body yang lebih disukai.

Rendemen dan Susut Bobot

Rendemen menunjukkan proporsi massa biji yang masih tersisa setelah penyangraian terhadap massa awal. Secara sederhana, rendemen dapat dinyatakan sebagai massa biji sangrai dibagi massa biji hijau, kemudian dikalikan 100% (Purba et al., n.d.). Nilai ini berkebalikan dengan susut bobot. Semakin besar air, karbon dioksida, dan senyawa volatil yang hilang, semakin kecil rendemen yang diperoleh.

Tyas, (2019) melaporkan rendemen sebesar 88,33% pada 180 °C selama 5 menit, sedangkan Purnamayanti et al., (2017) memperoleh nilai sekitar 65% pada 250 °C selama 20 menit. Perbedaan tersebut menggambarkan kuatnya pengaruh total paparan panas. Fadri et al., (2019) juga menunjukkan bahwa kombinasi 220 °C selama 12 menit masih mempertahankan rendemen 88,1% dan memberikan mutu sensori yang baik. Dengan demikian, rendemen rendah tidak selalu berarti mutu buruk, tetapi kehilangan massa yang terlalu besar dapat menandakan proses telah bergerak menuju sangrai berlebihan.

Selain suhu dan waktu, susut bobot dipengaruhi kadar air awal, ukuran biji, tingkat fermentasi, serta sistem aliran udara pada mesin sangrai. Biji yang lebih basah memerlukan energi lebih besar pada fase pengeringan dan dapat menunjukkan kehilangan massa yang lebih tinggi (Pitaloka et al., 2025). Oleh karena itu, perbandingan rendemen antarpublikasi harus mempertimbangkan kondisi bahan sebelum sangrai, bukan hanya suhu akhir.

Kadar Air, Densitas, dan Struktur Biji

Kadar air merupakan parameter penting karena memengaruhi kestabilan penyimpanan, laju perpindahan panas, dan perkembangan reaksi kimia. Selama pemanasan, gradien suhu mendorong air bergerak dari bagian dalam menuju permukaan. Semakin tinggi suhu dan semakin lama proses berlangsung, semakin banyak air yang diuapkan (Anugerah et al., 2023). Kaswindi et al. (2017) mencatat penurunan kadar air dari 7,10% pada 160 °C selama 15 menit menjadi 1,58% pada 180 °C selama 25 menit. Pola yang sama juga terlihat pada penelitian Tyas (2019), Pamungkas et al. (2021), dan Mardjan et al. (2022).

Penentuan kadar air umumnya dilakukan secara gravimetri menggunakan oven hingga massa sampel konstan. Walaupun arah penurunannya jelas, beberapa hasil dapat menunjukkan sedikit kenaikan pada perlakuan tertentu (Ayustaningwarno et al., 2020). Kondisi tersebut dapat terjadi ketika biji yang sangat kering dan berpori menyerap kembali uap air selama pendinginan atau penyimpanan sebelum dianalisis. Kumar et al., (2015) menjelaskan bahwa perpindahan air pada bahan pangan dipengaruhi oleh difusivitas efektif, suhu, dan kondisi udara sekitar. Karena itu, waktu antara pendinginan dan penimbangan perlu dikendalikan.

Kehilangan air dan pembentukan gas menyebabkan biji mengembang, porositas meningkat, dan densitas menurun. Perubahan struktur ini menguntungkan proses penggilingan dan ekstraksi, tetapi derajat ekspansi yang terlalu besar dapat membuat biji sangat rapuh serta mempercepat pelepasan aroma. Adzkiya et al., (2022) menunjukkan bahwa kopi dari daerah berbeda tetap dapat mempunyai karakter fisik berlainan meskipun disangrai pada tingkat yang sama, sehingga asal bahan perlu dipertimbangkan dalam evaluasi densitas dan ukuran.

Keasaman dan pH

Keasaman kopi dapat dinilai melalui pH maupun total asam tertitrasi, tetapi kedua parameter tersebut tidak identik. pH menggambarkan aktivitas ion hidrogen dalam larutan, sedangkan total asam tertitrasi menunjukkan jumlah senyawa asam yang dapat dinetralkan oleh basa (Sukmawati et al., 2024). Oleh sebab itu, penurunan total asam tidak selalu menghasilkan perubahan pH dengan besaran yang sama. Secara umum, pH di bawah 7 menunjukkan kondisi asam, pH 7 netral, dan pH di atas 7 bersifat basa.

Selama penyangraian, asam organik dapat menguap, terdegradasi, atau berubah menjadi produk lain. Lorensia et al., (2023) menyimpulkan bahwa kenaikan suhu dan perpanjangan waktu cenderung menurunkan keasaman kopi Arabika. Poerwanty et al. (2020) memperoleh total asam yang semakin rendah

dari sangrai ringan ke gelap. Walaupun penurunan keasaman dapat mengurangi rasa tajam, kehilangan asam secara berlebihan juga mengurangi kesegaran dan kompleksitas cita rasa.

Fadri et al. (2019) menyebutkan bahwa seduhan dengan pH sekitar 4,9-5,2 umumnya masih memberikan karakter asam yang dapat diterima. Akan tetapi, nilai yang disukai tetap dipengaruhi komposisi asam, bukan hanya angka pH. Asam sitrat dan malat sering diasosiasikan dengan kesan segar, sedangkan asam asetat dalam konsentrasi tinggi dapat memberi sensasi tajam. Oleh karena itu, interpretasi keasaman sebaiknya dikaitkan dengan hasil uji sensori.

Kadar Kafein

Kafein merupakan alkaloid xantin yang berkontribusi terhadap rasa pahit dan efek stimulan kopi. Analisisnya sering dilakukan menggunakan spektrofotometri UV-Vis setelah tahap ekstraksi dan pemisahan. Fajriana & Fajriati,(2018) menunjukkan bahwa perubahan temperatur sangrai dapat memengaruhi kadar kafein yang terukur pada kopi Arabika.

Hasil antarpenelitian tidak selalu menunjukkan arah yang sama. Kaswindi et al. (2017) menemukan kecenderungan peningkatan kadar kafein pada beberapa kombinasi suhu-waktu, sedangkan Tyas (2019) melaporkan penurunan ketika penyangraian diperpanjang pada 180 °C. Perbedaan tersebut dapat dijelaskan oleh dua mekanisme. Pertama, hilangnya air dan senyawa volatil meningkatkan konsentrasi relatif kafein per satuan massa. Kedua, pemanasan yang sangat lama atau intensif dapat menurunkan kadar aktual melalui sublimasi dan degradasi sebagian senyawa. Basis perhitungan kadar, metode ekstraksi, dan kondisi analisis juga memengaruhi hasil.

Dengan demikian, peningkatan kadar kafein pada biji sangrai tidak selalu berarti jumlah kafein absolut bertambah. Interpretasi harus membedakan konsentrasi berbasis massa dari jumlah total dalam satu batch. Untuk membandingkan penelitian, informasi kadar air sampel dan basis pelaporan perlu dicantumkan secara jelas.

Pengaruh Suhu dan Waktu terhadap Sifat Organoleptik

Sifat organoleptik merupakan hasil akhir dari interaksi perubahan fisik dan kimia selama penyangraian. Warna berfungsi sebagai indikator visual tingkat sangrai, sedangkan aroma dan rasa menentukan penerimaan konsumen (Santosa et al., 2016). Peningkatan suhu atau waktu tidak selalu menaikkan tingkat kesukaan. Pada tahap awal hingga sedang, intensitas aroma dan keseimbangan rasa berkembang; setelah melewati titik optimum, kepahitan, rasa terbakar, dan aroma asap mulai mendominasi. Ringkasan hasil uji sensori dari beberapa penelitian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Kondisi Penyangraian terhadap Mutu Organoleptik Kopi

Peneliti	Bahan kopi	Kondisi penyangraian	Temuan sensori
(Pamungkas et al., 2021)	Arabika Gayo	190-210 °C; 5-15 menit	Warna semakin gelap dan kepahitan meningkat ketika beban panas bertambah. Perlakuan 200 °C selama 10 menit memberikan keseimbangan rasa yang paling baik.
(Purnamayanti et al., 2017)	Arabika Kintamani	220-250 °C; 14-20 menit	Suhu dan waktu memengaruhi warna, rasa, dan aroma. Perlakuan 235 °C selama 17 menit menghasilkan warna sangat gelap dan aroma khas, sedangkan pemanasan lebih kuat meningkatkan rasa pahit.

Peneliti	Bahan kopi	Kondisi penyangraian	Temuan sensori
(Kaswindi et al., 2017)	Arabika Gayo	160-180 °C; 15-25 menit	Penerimaan panelis meningkat sampai kondisi tertentu. Aroma paling disukai pada 170-180 °C selama 25 menit, sedangkan beberapa kombinasi menghasilkan penilaian suka.
(Fadri et al., 2019)	Arabika Singgalang	200-240 °C; 12-18 menit	Perlakuan memengaruhi warna, aroma, rasa, dan penerimaan. Kombinasi 220 °C selama 12 menit memberikan hasil keseluruhan terbaik; warna disukai pada 220 °C selama 15 menit.
(Ibrahim et al., 2023)	Java Arabica Coffee full wash anaerob	190 °C/10 menit; 200 °C/11 menit; 210 °C/13 menit	Tingkat sangrai berpengaruh nyata terhadap susut bobot, warna, kadar air, pH, total asam, dan hedonik rasa. Aroma cenderung paling baik pada tingkat menengah, sedangkan perlakuan terberat meningkatkan kesan gosong.
(Assidiqi et al., 2025)	Robusta Lalemba (pembanding)	195-205 °C; 9-13 menit	Kecerahan menurun dengan kenaikan suhu dan waktu. Perlakuan 205 °C selama 11 menit memperoleh penerimaan tertinggi dengan karakter agak pahit dan aroma lebih kuat.
(Poerwanty et al., 2020)	Arabika berbagai metode pengolahan	Light, medium, dan dark	Sangrai medium menghasilkan aroma cokelat, karamel, fruity, dan earthy serta keseimbangan sweetness, acidity, bitterness, dan body yang lebih disukai.

Warna

Perubahan warna merupakan indikator paling mudah diamati selama penyangraian. Biji hijau berubah menjadi kuning, cokelat muda, cokelat tua, kemudian mendekati hitam. Reaksi Maillard menghasilkan melanoidin, sedangkan karamelisasi dan pirolisis memperkuat pencokelatan pada suhu yang lebih tinggi (Syahputra, 2024). Karena nilai kecerahan menurun seiring bertambahnya beban panas, pengukuran warna dapat digunakan untuk membantu standardisasi tingkat sangrai (Heriana et al., 2023).

Walaupun demikian, kesamaan warna tidak menjamin kesamaan cita rasa. Profil suhu yang cepat dapat menggelapkan permukaan sebelum reaksi di bagian dalam berlangsung merata. Sebaliknya, penyangraian yang terlalu lambat dapat menghasilkan warna yang sesuai tetapi aroma kurang hidup. Oleh sebab itu, warna perlu dievaluasi bersama catatan waktu, suhu biji, dan perkembangan aroma.

Rasa

Rasa seduhan dibentuk oleh keseimbangan keasaman, kemanisan, kepahitan, dan sensasi mulut (Anggraini, 2024). Pada sangrai ringan, asam organik relatif lebih terjaga sehingga rasa cerah dan karakter asal biji lebih mudah dikenali. Ketika penyangraian bergerak ke tingkat sedang, sebagian keasaman menurun, gula dan prekursor rasa mengalami reaksi pencokelatan, serta kepahitan mulai berkembang. Kondisi ini sering menghasilkan profil yang lebih seimbang bagi panelis.

Sangrai gelap memperbesar degradasi gula dan asam klorogenat serta menghasilkan produk pirolisis. Akibatnya, kepahitan dan kesan

terbakar menguat, sementara kemanisan dan nuansa buah berkurang. (Ibrahim et al., 2023; Purnamayanti et al., 2017) sama-sama menunjukkan bahwa perlakuan lebih berat mengarah pada rasa yang lebih pahit. Namun, tingkat kesukaan tetap bergantung pada preferensi konsumen dan tujuan produk; kopi untuk minuman berbasis susu, misalnya, dapat memerlukan karakter sangrai lebih kuat daripada kopi seduh manual.

Aroma

Aroma kopi terbentuk dari ratusan senyawa volatil yang muncul atau berubah selama pemanasan (Sari et al., 2023). Pirazina banyak dikaitkan dengan aroma kacang dan sangrai, furan dengan karamel, sedangkan aldehida dan ester tertentu memberi nuansa buah atau bunga. Intensitas senyawa tersebut meningkat ketika reaksi Maillard dan degradasi termal berlangsung, tetapi sebagian mudah menguap setelah mencapai puncak pembentukan.

Penelitian (Ibrahim et al., 2023) menunjukkan bahwa perlakuan tingkat menengah mampu mempertahankan aroma yang lebih disukai dibanding perlakuan paling berat. Poerwanty et al. (2020) juga melaporkan munculnya karakter cokelat, karamel, fruity, dan earthy pada sangrai medium. Sebaliknya, suhu terlalu tinggi atau waktu terlalu lama memperkuat aroma asap dan gosong sehingga menutupi ciri asal kopi. Pendinginan yang cepat setelah titik akhir sangrai diperlukan untuk menghentikan reaksi dan menekan kehilangan volatil.

Integrasi Temuan dan Rentang Kondisi Optimum

Sintesis hasil memperlihatkan bahwa kondisi optimum cenderung berada pada sangrai sedang, tetapi angka suhu dan waktu berbeda antarpenelitian. Pamungkas et al. (2021) memperoleh hasil baik pada 200 °C selama 10 menit, Poerwanty et al. (2020) pada sekitar 203 °C selama 8 menit, Ibrahim et al., (2023) pada profil menengah 200 °C selama 11 menit, sedangkan Fadri et al. (2019) memperoleh kombinasi terbaik pada 220 °C selama 12 menit. Rentang tersebut menunjukkan bahwa suhu sekitar 200-220 °C dan waktu 8-15 menit dapat dijadikan titik awal pengembangan profil, bukan standar tunggal yang langsung berlaku untuk seluruh kopi.

Perbedaan titik optimum muncul karena suhu yang dilaporkan dapat merujuk pada suhu ruang sangrai, permukaan drum, udara panas, atau suhu biji. Kapasitas muatan, kecepatan putaran drum, aliran udara, ukuran biji, kadar air awal, dan metode pascapanen juga mengubah laju perpindahan panas. Karena itu, dokumentasi profil sebaiknya tidak hanya mencatat suhu akhir dan total waktu, tetapi juga suhu muat, titik balik, waktu awal reaksi Maillard, waktu first crack, durasi pengembangan, dan laju kenaikan suhu.

Optimasi mutu memerlukan penggunaan beberapa indikator sekaligus. Kadar air dan rendemen dapat menunjukkan kecukupan pemanasan; warna dan densitas menggambarkan perubahan fisik; pH dan total asam menunjukkan perubahan komponen rasa; sedangkan uji sensori menilai hasil akhir yang diterima konsumen. Profil yang baik adalah profil yang mencapai target fisikokimia tanpa mengorbankan aroma khas dan keseimbangan rasa.

Bagi pengolah skala kecil, standardisasi dapat dimulai dengan menyeragamkan berat muatan, kadar air bahan, dan waktu pendinginan. Setiap batch perlu dicatat dalam lembar profil, kemudian dibandingkan dengan hasil warna dan uji seduh. Pendekatan ini lebih dapat diandalkan daripada hanya mengandalkan warna visual atau bunyi retakan. Pengembangan penelitian berikutnya perlu menggunakan pelaporan suhu biji yang konsisten, pengukuran senyawa volatil, serta panel sensori terlatih agar perbandingan antarstudi menjadi lebih kuat.

dapat menurun pada pemanasan yang terlalu lama. Mutu organoleptik berkembang sampai titik optimum; sangrai sedang umumnya mempertahankan keasaman dan kemanisan sambil membentuk aroma karamel, kacang, dan cokelat, sedangkan sangrai berlebihan menonjolkan kepahitan serta aroma gosong. Rentang 200-220 °C selama sekitar 8-15 menit sering memberikan hasil baik, tetapi tidak dapat digunakan sebagai standar universal.

SIMPULAN

Suhu dan waktu penyangraian mengendalikan perubahan fisikokimia sekaligus mutu sensori kopi. Peningkatan beban panas menurunkan kadar air, massa, rendemen, densitas, dan total asam, serta menggelapkan warna. Kadar kafein dapat tampak meningkat akibat pemekatan setelah kehilangan air, tetapi

Penetapan profil harus menyesuaikan asal biji, kadar air awal, kapasitas muatan, jenis mesin, dan sasaran cita rasa, serta divalidasi melalui pengujian fisikokimia dan sensori secara bersamaan.

DAFTAR PUSTAKA

Adzkiya, M. A. Z., Hidayat, A. P., & Siskandar, R. (2022). Karakteristik Fisik Kopi Arabika Berbagai Daerah Di Indonesia Pada Tingkat Penyangraian Sama. *Indonesian Journal Of Science*, *3*(2), 86–92.

Anggraini, R. (2024). *Analisis Organoleptik Seduhan Varietas Kopi Lokal Dengan Teknik Manual Brew*. *6*(2), 1–8.

Anugerah, N., Natan, T., Afthoni, M. H., & Yuniati, Y. (2023). Peningkatan Kontrol Kualitas Kopi Robusta Coffea Canephora Fermentasi Desa Kucur Dengan Optimasi Level Roasting. *Jurnal Ilmiah Sains & Teknologi Peningkatan*.

Ariyanto, S. E., Alpandari, H., Hendro, H., & Sridjono, H. (2024). Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian Terhadap Sifat Fisik Kopi Robusta Tempur The Effect Of Temperature And Roasting Time On The Physical Properties Of Tempur Robusta Coffee. *Jurnal Galung Tropika*, *13*(April), 107–116.

Assidiqi, I. L., Nurfadhilah, L., Fadilah, N. A., Puspita, S. D., Widyawati, L., & Soedirman, U. J. (2025). Kata Kunci : Kopi Arabika, Penyangraian, Suhu, Waktu. *Journal Of Food Safety And Processing Technology*, *2*, 135–143.

Ayustaningwarno, F., Diponegoro, U., Rustanti, N., Mada, U. G., Afifah, D. N., Diponegoro, U., & Java, C. (2020). *Teori Dan Aplikasi Teknologi Pangan* (Issue August).

Fadri, R. A., Sayuti, K., Nazir, N., & Suliansyah, I. (2019). *The Effect Of Temperature And Roasting Duration On Physical Characteristics And Sensory Quality Of Singgalang Arabica Coffee (Coffea Arabica) Agam Regency*. *3*(2), 189–201.

Fajriana, N. H., & Fajriati, I. (2018). *Analisis Kadar Kafein Kopi Arabika (Coffea Arabica L .) Pada Variasi Temperatur Sangrai Secara*. *3*(02), 148–162.

Fikri, A. M. K., Prihandono, T., & Nuraini, L. (2022). Pengaruh Suhu Dan Lama Waktu Penyangraian Menggunakan Mesin Roasting. *Jurnal Pendidikan Mipa*.

Firdianti, S. B., Mardiawan, A. P., & Mahmudi, K. (2025). *Analisis Konsep Fisika Pada Teknologi Roasting Biji*. *9*(5), 108–122.

Heriana, Sukainah, A., & Wijaya, M. (2023). Pengaruh Suhu Dan Waktu Penyangraian Terhadap Kadar Kafein Dan Mutu Sensori Kopi Liberika (Coffea Liberica) Bantaeng. *Patani*, *6*(1).

Ibrahim, T., Kurniawati, E., & Kunci, K. (2023). Pengaruh Tingkat Penyangraian Terhadap Karakteristik Fisik , Kimia Dan Organoleptik Java Arabica Coffee Full Wash Anaerob (The Effect Of Roasting Level On Physical , Chemical And Organoleptic Characteristics Of Java Arabica Coffee Full Wash Anaerob). *Jurnal Teknik Pertanian Terapan*, *1*(1), 28–38.

Iswanto, F., & Afgani, C. A. (2023). Kajian Penggunaan Waktu Yang Tepat Dalam Proses Penyangraian Kopi Biji Asam Khas Sumbawa. *Jurnal Iovasi Teknologi Pangan*, *2*(1), 1–11.

Kaswindi, Putra, B. S., & Khathir, R. (2017). *Kajian Mutu Kopi Arabika Gayo Dengan Perlakuan Variasi Suhu Dan Lama Penyangraian*. *2*(2), 416–422.

Kumar, C., Millar, G. J., Karim, M. A., Kumar, C., Millar, G. J., Diffusivity, M. A. K. E., Kumar, C., Millar, G. J., & Karim, M. A. (2015). Effective Diffusivity And Evaporative Cooling In Convective Drying Of Food Material Effective Diffusivity And Evaporative Cooling In Convective Drying Of Food Material. *Taylor & Francis*, *3937*(June 2017). Https://Doi.Org/10.1080/07373937.2014.947512

Lorensia, S. L., Salsabila, N., Prasetya, A., Junaid, M., Sumakha, Z. A., Mahmudi, K., Prihandono, T., Fisika, P., & Jember, U. (2023). Effect Of Heating Temperature And Roasting Time Kabupaten Jember Merupakan Daerah Yang Memiliki Potensi Dalam Bidang Pertanian . Tidak Hanya Tembakau , Kabupaten Jember Memiliki Potensi Pada Pertanian Kopi , Mengkudu , Buah Naga , Manggis , Kelengkeng Jem. *Cermin: Jurnal Peneitian*, *7*, 356–367.

Mardjan, S. S., Heri Purwanto, E., & Yoga Pratama, G. (2022). *Effect Of Initial Temperature And Degree Of Roasting On Physicochemical Properties And Taste Of Solok Arabic Coffee*.

Pamungkas, M. T., Masrukan, & Kuntjahjawati. (2021). *Pengaruh Suhu Dan Lama*

Penyangraian (Roasting) Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Pada Seduhan Kopi Arabika. *3*(2), 1–10.

Pitaloka, M. D. A., Naitkakin, E., Humoen, M. I., Leo, M. Y. M. K., Lay, F. R., & Rahmah, S. (2025). *Karakteristik Fisik Biji Kakao (Theobroma Cacao L .) Hasil Fermentasi Dan Pengeringan Di Pt . Timor Mitra Niaga Malaka Nusa Tenggara Timur*. *4*(3), 935–942.

Poerwanty, H., Nildayanti, Thamrin, S., Fadliah, A. N., & Alfian. (2020). *Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian Terhadap Total Asam Kopi Arabika*. *9*(2), 76–81.

Purba, P. P., Priyambada, & Yomo, S. A. (N.D.). *Pengaruh Berbagai Putaran Pada Mesin Sangrai Otomatis Tipe Batch Silinder Horizontal Terhadap Hasil Penyangraian Biji Kopi Robusta*. *Xx*.

Purnamayanti, N. P. A., Gunadnya, I. B. P., & Arda, G. (2017). Pengaruh Suhu Dan Lama Penyangraian Terhadap Karakteristik Fisik Dan Mutu Sensori Kopi Arabika (Coffea Arabica L). *Jurnal Biosistem Dan Teknik Pertanian*, *5*(2), 39–48.

Ridhani, M. A., Vidyaningrum, I. P., Akmala, N. N., Azzahro, S., & Aini, N. (2021). Potensi Penambahan Berbagai Jenis Gula Terhadap Sifat Sensori Dan Fisikokimia Roti Manis : Review. *Pasundan Food Technology Journal*, *8*(3), 61–68.

Santosa, I., Winata, A. P., & Sulistiawati, E. (2016). *Kajian Sifat Kimia Dan Uji Sensori Tepung Ubi Jalar Putih Hasil Pengeringan Cara Sangrai*. 55–60.

Sari, W. P., Sunarharum, W. B., & Maligan, J. M. (2023). *Kajian Literatur : Profiling Komponen Aroma Kopi Robusta Literature Review : Profiling Aroma Compound Of Robusta Coffee Abstrak*. 111–120.

Sukmawati, Patang, & Sukainah, A. (2024). Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat Indigenous Kopi Robusta Sebagai Starter Pada Fermentasi Kopi Arabika Asal Toraja. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, *10*, 11–18.

Syahputra, I. (2024). *Analisis Pengaruh Variasi Waktu Pemanggangan Terhadap Karakteristik Biji Kopi Liberika*. Universitas Malikussaleh.

Tampubolon, F., Pratama, Y., & Dirgayussa, I. G. E. (2020). *Perancangan , Implementasi Monitoring Dan Kontrol Alat Pemanggang Kopi*. *12*(2), 69–75.

Tyas, N. L. (2019). Pengaruh Lama Waktu Penyangraian Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Kopi Bubuk Arabika Yang Tumbuh Di Daerah Wonosobo (Coffea Arabica). *Sustainability (Switzerland)*, *11*(1), 1–14.

Witoyo, J. E., Rieuwpassa, F. J., Wulansari, A., Lumbessy, A. S., Ngabalin, D., Husni, A., Aulia, N. I., & Pega, E. P. (2025). *Teknologi Pengeringan Dan Pembekuan Produk Pangan Agroindustri*. Kamiya Jaya Aquatic.