



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 2 (2026) pp: 16776- 16784

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Pengaruh Tingkat Roasting terhadap Kualitas Sensoris Fine Robusta Tambora Menggunakan Metode Cupping SCA

Ary Wahdy Eka Putra¹, An Bil'is Ekarosadi², M. Inas Riandi³

¹²³Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi dan Sains, Universitas Mbojo Bima

ary.wahdy@gmail.com

Abstrak

Fine Robusta Tambora merupakan kopi unggulan Provinsi Nusa Tenggara Barat yang berasal dari lereng Gunung Tambora, Pulau Sumbawa, dengan cita rasa khas dan potensi besar sebagai kopi spesialti. Tingkat roasting menjadi salah satu faktor utama yang memengaruhi mutu akhir kopi karena menentukan pembentukan senyawa aroma, rasa, dan karakter sensoris. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh tingkat roasting terhadap kualitas sensoris Fine Robusta Tambora menggunakan metode cupping berdasarkan standar Specialty Coffee Association (SCA). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dengan panelis sebagai kelompok (blok), terdiri atas tiga perlakuan, yaitu medium roast (R1, 210°C/10 menit), medium-dark roast (R2, 220°C/12 menit), dan dark roast (R3, 230°C/14 menit). Pengujian dilakukan oleh 15 panelis yang terdiri atas 3 panelis terlatih dan 12 panelis semi-terlatih. Parameter yang diamati meliputi aroma, flavor, aftertaste, acidity, body, balance, dan overall. Data dianalisis menggunakan analisis ragam pada taraf kepercayaan 95% dan dilanjutkan uji Tukey HSD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat roasting berpengaruh nyata ($p < 0,001$) terhadap seluruh atribut sensoris. Perlakuan medium-dark roast (R2) menghasilkan skor cupping SCA tertinggi sebesar $61,54 \pm 0,81$, diikuti medium roast ($53,22 \pm 1,86$) dan dark roast ($39,01 \pm 1,70$). Medium-dark roasting direkomendasikan sebagai tingkat roasting optimum karena menghasilkan keseimbangan aroma, cita rasa, dan karakter sensoris terbaik pada Fine Robusta Tambora di UMKM Gumbe Coffee Kota Bima.

Kata Kunci: Cupping; Fine Robusta Tambora; Kualitas Sensoris; Protokol SCA; Tingkat Roasting

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan salah satu produsen kopi robusta terbesar di dunia dengan kontribusi sekitar 30% dari total produksi kopi nasional [1,4]. Kopi robusta Indonesia memiliki keunggulan komparatif berupa cita rasa yang khas, kandungan kafein yang lebih tinggi, serta ketahanan terhadap serangan penyakit. Salah satu kopi robusta unggulan yang tengah berkembang adalah Fine Robusta Tambora, yang berasal dari kawasan lereng Gunung Tambora, Pulau Sumbawa, Nusa Tenggara Barat.

Fine Robusta Tambora diproduksi melalui proses budidaya dan pascapanen yang lebih terkontrol dibandingkan robusta komersial pada umumnya, sehingga memiliki karakteristik mutu yang lebih tinggi dan berpotensi dikembangkan sebagai kopi robusta premium berdaya saing tinggi [2]. Pengembangan ini menjadi salah satu prioritas komoditas perkebunan di Provinsi NTB dalam rangka meningkatkan nilai tambah dan daya saing produk kopi daerah.

Proses roasting merupakan tahapan kritis yang menentukan kualitas akhir kopi. Selama roasting terjadi serangkaian reaksi kimia kompleks, di antaranya reaksi Maillard, karamelisasi gula, serta degradasi dan pembentukan senyawa volatil yang berkontribusi terhadap pembentukan aroma, flavor, aftertaste, acidity, dan body kopi [3]. Tingkat roasting yang berbeda akan menghasilkan profil senyawa kimia dan karakteristik sensoris yang berbeda pula. Roasting ringan cenderung mempertahankan karakter asal biji kopi dengan keasaman lebih tinggi, sedangkan roasting gelap menghasilkan karakter yang lebih pahit akibat degradasi asam dan pembentukan senyawa hasil pirolisis [4,5].

Evaluasi kualitas sensoris kopi mutu tinggi umumnya dilakukan menggunakan metode cupping Specialty Coffee Association (SCA), yang merupakan standar internasional untuk penilaian mutu kopi [6]. Metode ini menilai atribut sensoris meliputi aroma, flavor, aftertaste, acidity, body, balance, dan overall dengan skala penilaian 1–

10. Berdasarkan protokol arabika, kopi yang memperoleh total skor cupping ≥ 80 dikategorikan sebagai specialty coffee [6,14]. Namun untuk kopi Robusta, protokol Fine Robusta SCA telah disesuaikan untuk mengakomodasi karakteristik khas robusta.

Sejumlah penelitian telah mengkaji pengaruh tingkat roasting terhadap kualitas sensoris kopi robusta, namun hasilnya belum dapat digeneralisasikan pada Fine Robusta Tambora. Ferreira et al. [3] melaporkan bahwa suhu roasting 215–225°C secara konsisten menghasilkan profil sensoris terbaik pada robusta Brazil melalui optimasi reaksi Maillard dan pembentukan senyawa pirazin. Krauss et al. [5] menemukan bahwa medium-dark roast menghasilkan skor cupping tertinggi pada robusta Vietnam berkat keseimbangan acidity dan body yang optimal. Sementara itu, Ni et al. [10] menunjukkan bahwa degradasi senyawa volatil pada dark roast secara signifikan menurunkan skor aroma dan flavor robusta asal Yunnan, Tiongkok. Meskipun demikian, penelitian-penelitian tersebut dilakukan pada varietas robusta komersial dengan karakteristik fisikokimia biji yang berbeda, menggunakan protokol cupping arabika standar yang belum tentu sensitif terhadap atribut khas robusta, serta tidak mempertimbangkan pengaruh kondisi agroekologi spesifik seperti ketinggian tempat, komposisi tanah vulkanik, dan pengelolaan pascapanen terhadap respons biji kopi selama proses roasting. Akibatnya, rekomendasi suhu dan durasi roasting yang dihasilkan dari studi-studi tersebut tidak dapat langsung diadaptasi untuk Fine Robusta Tambora tanpa validasi empiris yang kontekstual.

Fine Robusta Tambora menunjukkan profil mutu yang berbeda dari robusta komersial pada umumnya, yakni dihasilkan dari budidaya di lereng Gunung Tambora dengan tanah andosol bermineral tinggi akibat aktivitas vulkanik, ketinggian antara 600–900 mdpl, serta proses pascapanen yang lebih terkontrol [2,12]. Kombinasi faktor agroekologi ini berpotensi menghasilkan komposisi asam amino dan gula reduksi pada biji hijau yang berbeda, sehingga respons termalnya selama roasting termasuk laju reaksi Maillard dan pembentukan senyawa volatil dapat berbeda pula dari robusta yang telah dikaji sebelumnya. Penerapan protokol Fine Robusta SCA sebagai kerangka evaluasi juga belum pernah diuji secara sistematis pada kopi asal Sumbawa, sehingga belum tersedia dasar ilmiah untuk penetapan standar roasting yang optimal di tingkat UMKM. Penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut dengan menyediakan data empiris mengenai respons sensoris Fine Robusta Tambora terhadap tiga tingkat roasting, sekaligus memberikan rekomendasi berbasis bukti bagi pelaku usaha kopi lokal dalam menetapkan standar proses pengolahan.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tingkat roasting (medium roast, medium-dark roast, dan dark roast) terhadap kualitas sensoris Fine Robusta Tambora menggunakan metode cupping SCA sebagai dasar ilmiah penetapan standar pengolahan yang optimal pada UMKM Gumbe Coffee Kota Bima.

2. Metode Penelitian

a. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2026 di UMKM Gumbe Coffee Kota Bima, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pengujian sensoris dilaksanakan di ruang pengujian yang telah dikondisikan sesuai standar protokol cupping SCA.

b. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah green bean Fine Robusta Tambora yang diperoleh dari petani mitra UMKM Gumbe Coffee Kota Bima (Gambar 1). Alat yang digunakan meliputi mesin roasting drum, grinder kopi, timbangan digital (ketelitian 0,01 g), termometer digital, cupping bowl berkapasitas 200 mL, cupping spoon, stopwatch, dan formulir cupping SCA.



Gambar 1. Green Bean Fine Robusta Tambora dari Petani Mitra UMKM Gumbe Coffee Kota Bima

c. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor dengan tiga taraf perlakuan tingkat roasting (medium roast, medium-dark roast, dan dark roast). Panelis diperlakukan sebagai kelompok (blok) dalam rancangan ini untuk mengontrol variabilitas penilaian antar individu yang bersifat sistematis. Pendekatan ini dipilih karena setiap panelis mengevaluasi ketiga sampel secara berurutan dalam satu sesi cupping, sehingga skor dari panelis yang sama pada perlakuan berbeda tidak dapat diperlakukan sebagai pengamatan yang saling independen. Rancangan ini secara statistik setara dengan analisis ragam dua arah tanpa interaksi, dengan panelis sebagai sumber keragaman yang dikendalikan. Setiap perlakuan dievaluasi oleh 15 panelis yang terdiri dari 3 panelis terlatih bersertifikat SCA dan 12 panelis semi-terlatih yang telah melalui sesi orientasi protokol cupping sebelum pengujian dilaksanakan. Parameter roasting pada setiap perlakuan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Perlakuan Tingkat Roasting Fine Robusta Tambora

Kode Perlakuan	Tingkat Roasting	Suhu Akhir (°C)	Waktu (menit)
R1	Medium Roast	210	10
R2	Medium-Dark Roast	220	12
R3	Dark Roast	230	14

Sumber: Data Primer (2026)

d. Prosedur Penelitian

Green bean Fine Robusta Tambora terlebih dahulu disortasi dan dibersihkan dari kotoran dan biji cacat. Biji kopi kemudian disangrai menggunakan mesin roasting drum sesuai perlakuan suhu dan durasi yang telah ditetapkan (Tabel 1). Suhu roasting dipantau secara kontinu menggunakan termometer digital yang terpasang pada drum roaster. Setelah proses roasting selesai, biji kopi didinginkan selama 24 jam pada suhu ruang dalam wadah tertutup untuk menstabilkan degassing CO₂ sebelum digiling. Kopi digiling dengan ukuran medium grind (850-1000 µm) dan diseduh menggunakan rasio kopi: air 8,25 g per 150 mL air bersuhu 93°C sesuai protokol cupping SCA [9]. Sampel kopi giling sebelum penyeduhan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel Kopi Giling Fine Robusta Tambora pada Tiga Tingkat Roasting (Kiri ke Kanan: Medium Roast/R1, Medium-Dark Roast/R2, Dark Roast/R3)

Proses cupping dilakukan dengan menuangkan air panas ke dalam cupping bowl yang telah berisi kopi giling, kemudian dibiarkan selama 4 menit sebelum dilakukan breaking crust. Panelis melakukan penilaian pada setiap atribut sensoris menggunakan sendok cupping standar SCA. Proses cupping yang dilaksanakan dalam penelitian ini ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Proses Cupping Fine Robusta Tambora oleh Panelis pada UMKM Gumbe Coffee Kota Bima

e. Parameter Pengamatan

Parameter sensoris yang diamati mengacu pada lembar penilaian cupping SCA meliputi: (1) Aroma – intensitas dan kualitas aroma kopi; (2) Flavor – kesan rasa dan aroma saat dikecap; (3) Aftertaste – kesan rasa setelah ditelan; (4) Acidity – intensitas dan kualitas keasaman; (5) Body – kekentalan dan tekstur di mulut; (6) Balance – keseimbangan antar atribut; dan (7) Overall – kesan keseluruhan panelis [10,11]. Setiap atribut dinilai pada skala 6–10, dan total skor cupping merupakan penjumlahan skor seluruh atribut.

f. Analisis Data

Sebelum analisis utama dilakukan, asumsi normalitas sebaran data dan homogenitas ragam antarperlakuan diperiksa terlebih dahulu untuk memastikan kelayakan penggunaan statistik parametrik. Data skor sensoris selanjutnya dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA) pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$), dengan panelis diperlakukan sebagai kelompok (blok) sesuai rancangan RAKL untuk mengendalikan variabilitas penilaian antarindividu. Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan, dilanjutkan dengan uji Tukey HSD (Honestly Significant Difference) untuk menentukan perbedaan antar kelompok perlakuan. Konsistensi penilaian antarpanelis turut dievaluasi secara deskriptif untuk mendukung keandalan data sensoris yang diperoleh. Seluruh analisis statistik dilakukan menggunakan perangkat lunak Python 3.11 beserta pustaka scipy versi 1.11 [12].

3. Hasil dan Diskusi

a. Pengaruh Tingkat Roasting terhadap Atribut Sensoris Fine Robusta Tambora

Analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa tingkat roasting berpengaruh nyata ($p<0,001$) terhadap seluruh atribut sensoris Fine Robusta Tambora. Rangkuman hasil ANOVA dan uji Tukey HSD disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil ANOVA dan Uji Tukey HSD Kualitas Sensoris Fine Robusta Tambora

Parameter	db Tr	db Gl	F-hit	F-tab ($\alpha=0,05$)	p-value	Ket.	Notasi
Aroma	2	42	207,29	3,22	<0,001	S*	a>b>c
Flavor	2	42	138,15	3,22	<0,001	S*	a>b>c
Aftertaste	2	42	174,29	3,22	<0,001	S*	a>b>c
Acidity	2	42	245,69	3,22	<0,001	S*	a>b>c
Body	2	42	155,59	3,22	<0,001	S*	a>b>c
Balance	2	42	161,77	3,22	<0,001	S*	a>b>c
Overall	2	42	343,05	3,22	<0,001	S*	a>b>c
Total	2	42	831,42	3,22	<0,001	S*	a>b>c

Keterangan: S* = Signifikan ($p < 0,001$); db Tr = derajat bebas perlakuan; db Gl = derajat bebas galat; $a > b > c$ = notasi Tukey HSD ($R_2 > R_1 > R_3$).

Sebelum pengujian ANOVA, asumsi statistik parametrik diverifikasi terlebih dahulu. Uji Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa data skor sensoris pada seluruh atribut berdistribusi normal ($p > 0,05$), sedangkan uji Levene mengkonfirmasi homogenitas ragam antarperlakuan ($p > 0,05$), sehingga penggunaan ANOVA dan uji Tukey HSD dapat dipertanggungjawabkan secara statistik. Seluruh atribut sensoris menghasilkan nilai F-hitung yang jauh melampaui F-tabel (3,22), dengan rentang F-hitung dari 138,15 (flavor) hingga 831,42 (total skor cupping), yang menunjukkan perbedaan antarperlakuan sangat nyata pada taraf $\alpha = 0,05$. Perbedaan besaran F-hitung antar atribut juga mencerminkan perbedaan kepekaan kimia masing-masing atribut terhadap perubahan suhu roasting; atribut berbasis senyawa volatil seperti aroma umumnya lebih sensitif terhadap fluktuasi termal dibandingkan atribut berbasis komponen non-volatil seperti body [17]. Rata-rata skor sensoris per perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-Rata Skor Sensoris (Mean $\pm$ SD) Fine Robusta Tambora Berdasarkan Tingkat Roasting

Atribut Sensoris	Medium Roast (R1)	Medium-Dark Roast (R2)	Dark Roast (R3)
Aroma	7,63 $\pm$ 0,55 b	9,03 $\pm$ 0,20 a	5,71 $\pm$ 0,51 c
Flavor	7,61 $\pm$ 0,63 b	8,77 $\pm$ 0,49 a	5,61 $\pm$ 0,43 c
Aftertaste	7,45 $\pm$ 0,64 b	8,83 $\pm$ 0,55 a	5,22 $\pm$ 0,38 c
Acidity	7,35 $\pm$ 0,58 b	8,07 $\pm$ 0,30 a	5,08 $\pm$ 0,12 c
Body	7,65 $\pm$ 0,56 b	8,98 $\pm$ 0,20 a	6,21 $\pm$ 0,45 c
Balance	7,63 $\pm$ 0,60 b	8,88 $\pm$ 0,46 a	5,51 $\pm$ 0,49 c
Overall	7,91 $\pm$ 0,38 b	8,98 $\pm$ 0,21 a	5,67 $\pm$ 0,43 c
Total Skor Cupping	53,22 $\pm$ 1,86 b	61,54 $\pm$ 0,81 a	39,01 $\pm$ 1,70 c

Keterangan: Angka yang diikuti huruf berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan Uji Tukey HSD ($\alpha = 0,05$). a = R2 (tertinggi), b = R1, c = R3 (terendah).

Urutan $R_2 > R_1 > R_3$ yang sama pada ketujuh atribut sensoris mengarah pada satu kesimpulan yang sama: terdapat titik optimum termal di sekitar 220°C, yaitu kondisi di mana laju pembentukan senyawa aktif flavor masih lebih cepat dibandingkan laju degradasinya. Pola seperti ini sesuai dengan model kinetika roasting yang menggambarkan kualitas sensoris kopi mengikuti kurva berbentuk parabola, dengan satu puncak yang mencerminkan keseimbangan antara pembentukan dan penguraian senyawa aktif sensoris [22,25].

b. Aroma

Dari seluruh atribut yang diamati, aroma mencatat nilai F-hitung tertinggi kedua ($F = 207,29$; $p < 0,001$), menegaskan bahwa perbedaan suhu antarperlakuan memberikan dampak yang paling terdiferensiasi pada pembentukan senyawa volatil aroma. Pada perlakuan R2, skor aroma yang diperoleh (9,03 $\pm$ 0,20) unggul secara nyata dibandingkan R1 (7,63 $\pm$ 0,55) maupun R3 (5,71 $\pm$ 0,51), dengan selisih hampir 3,3 poin antara R2 dan R3 - suatu perbedaan yang secara perseptual sangat substansial dalam konteks penilaian cupping.

Lebih dari 800 senyawa volatil telah diidentifikasi dalam kopi sangrai, namun kontribusi utama terhadap aroma berasal dari kelompok pirazin, furan, aldehida, keton, dan tiol yang terbentuk melalui jalur reaksi Maillard, karamelisasi, dan degradasi Strecker [17]. Pada suhu 220°C (R2), reaksi Maillard fase lanjut berjalan dalam kondisi paling produktif: asam amino bebas bereaksi dengan gula reduksi membentuk produk Amadori yang selanjutnya terdekomposisi menjadi pirazin dan produk Strecker berkarakter aroma nutty hingga roasty [13]. Ni et al. [10] mendokumentasikan bahwa konsentrasi total pirazin pada kopi robusta mencapai puncaknya di rentang 215–222°C dan menurun tajam di atas 225°C akibat volatilisasi dan dekomposisi termal. Mekanisme inilah yang mendasari melemahnya skor aroma R3 secara drastis; pada 230°C, laju degradasi senyawa volatil jauh melampaui laju pembentukannya [4,5].

Kecilnya standar deviasi skor aroma R2 ($\pm 0,20$) dibandingkan R1 ($\pm 0,55$) dan R3 ($\pm 0,51$) bukan sekadar detail statistik - hal ini menunjukkan bahwa medium-dark roast menghasilkan profil aroma yang lebih seragam dari satu ulangan ke ulangan berikutnya, sebuah keunggulan nyata untuk keperluan standardisasi produksi di level UMKM. Okiemute et al. [11] menemukan pola serupa pada *Coffea canephora*, di mana dark roast di atas 230°C secara konsisten menurunkan skor aroma akibat hilangnya senyawa volatil ringan berkarakter floral dan fruity. Ramos et al. [13] mengkuantifikasi penurunan ini: intensitas aroma total kopi robusta turun rata-rata 28% ketika suhu roasting meningkat dari 220°C ke 235°C.

c. Flavor dan Aftertaste

Kedua atribut ini mencatat skor tertinggi secara bersamaan pada R2 - flavor $8,77 \pm 0,49$ dan aftertaste $8,83 \pm 0,55$ - keduanya berbeda nyata dengan R1 ($7,61 \pm 0,63$ dan $7,45 \pm 0,64$) maupun R3 ($5,61 \pm 0,43$ dan $5,22 \pm 0,38$). Dalam protokol cupping SCA, flavor dan aftertaste merupakan atribut integratif yang mencerminkan persepsi gabungan antara stimulus gustatori dan retronasal olfaktori, sehingga nilainya sangat dipengaruhi oleh keseimbangan keseluruhan komposisi kimia dalam seduhan [6].

Pada medium-dark roast, keseimbangan antara asam organik yang belum terdegradasi sepenuhnya, produk karamelisasi berkarakter manis, dan senyawa fenolat yang memberikan kesan pahit ringan menghasilkan kompleksitas flavor yang tidak dapat dicapai oleh kedua tingkat roasting lainnya [14]. Ferreira et al. [3] menegaskan bahwa kompleksitas flavor kopi robusta ditentukan oleh interaksi antara produk reaksi Maillard - khususnya aldehida dan furanon - dengan senyawa fenolat dan lakton asam klorogenik yang tersisa pasca-roasting; keseimbangan optimal keduanya hanya terbentuk pada kisaran suhu medium-dark. Baragli et al. [18] mengkarakterisasi profil ini sebagai kompleks, kaya, dan berlapis dalam evaluasi kopi robusta premium.

Melemahnya flavor dan aftertaste pada R3 ($5,61$ dan $5,22$) tidak semata disebabkan oleh hilangnya senyawa positif, melainkan juga oleh akumulasi senyawa berkarakter negatif. Pada suhu 230°C , pirolisis senyawa fenolat menghasilkan guaiacol dan vinylguaiacol dalam konsentrasi berlebih yang memunculkan rasa asap dan pahit tidak menyenangkan [9]. Bersamaan dengan itu, hilangnya asam organik yang berperan sebagai brightness flavor membuat profil rasa R3 terasa satu dimensi [15]. Krauss et al. [5] melaporkan pola yang identik pada robusta Vietnam, di mana aftertaste menurun secara linear di atas 225°C terutama akibat akumulasi kahweol dan vinylguaiacol yang berlebih.

d. Acidity

Tren penurunan acidity seiring meningkatnya intensitas roasting - R2 ($8,07 \pm 0,30$), R1 ($7,35 \pm 0,58$), R3 ($5,08 \pm 0,12$) - mencerminkan dinamika degradasi termal asam-asam organik yang berlangsung bertahap namun tidak linear. Kopi robusta mengandung asam klorogenik sebesar 5–8% berat kering pada kondisi green bean, bersama asam sitrat, asam malat, asam kvinrat, dan asam fosfat, yang secara kolektif membangun persepsi keasaman dalam cangkir [15].

Yang menarik, justru R2 - bukan R1 - yang mencatat skor acidity tertinggi. Pada 210°C (R1), asam klorogenik mengalami hidrolisis parsial menjadi asam kafeat dan asam kvinrat. Memasuki 220°C (R2), sebagian besar asam klorogenik yang tersisa terdegradasi lebih lanjut menjadi lakton asam klorogenik - senyawa yang lebih rendah keasamannya, namun menghasilkan persepsi keasaman yang lebih bersih dan terartikulasi dengan baik di palatum, sehingga panelis menilainya lebih tinggi secara sensoris [13]. Martins et al. [7] mengkonfirmasi bahwa skor acidity dalam cupping tidak berkorelasi linear dengan kadar asam total tertitiasi, melainkan dengan rasio komposisi asam tertentu terhadap senyawa buffer alkaloid yang bergantung pada profil suhu roasting.

Penurunan skor acidity R3 hingga $5,08 \pm 0,12$ mencerminkan degradasi hampir total asam sitrat dan asam malat pada 230°C . Standar deviasi yang sangat sempit ($\pm 0,12$) bukan menandakan kestabilan yang menguntungkan, melainkan keseragaman hasil antar ulangan: seluruh panelis pada semua sesi telah menerima profil keasaman yang hampir identik rendahnya, menandakan bahwa pada suhu tersebut proses degradasi asam organik telah berlangsung secara menyeluruh [16].

e. Body dan Balance

Pada atribut body, meski R2 mencatat nilai tertinggi ($8,98 \pm 0,20$), pola penurunan antara R2 dan R3 relatif lebih moderat dibandingkan atribut berbasis volatil - R3 masih mempertahankan skor $6,21 \pm 0,45$, jauh di atas skor acidity ($5,08$) dan aftertaste ($5,22$) pada perlakuan yang sama. Perbedaan ini mencerminkan perbedaan mendasar dalam basis kimiawi body: body terutama ditentukan oleh komponen non-volatil seperti polisakarida, protein terdenaturasi, melanoidin, minyak kopi, dan partikel koloid yang tersuspensi dalam seduhan [19].

Pada medium-dark roast, pembentukan melanoidin berbobot molekul tinggi dari kondensasi lanjut produk Maillard meningkatkan viskositas seduhan, sekaligus perubahan porositas sel biji kopi memfasilitasi ekstraksi lipid secara lebih efisien selama cupping [20]. Penurunan body R3 terjadi karena pada 230°C , polisakarida non-selulosa - arabinan dan galaktan - mengalami pirolisis menjadi fragmen molekul lebih kecil yang tidak efektif membangun viskositas [4]. Okiemute et al. [11] melaporkan bahwa total padatan terlarut (TDS) seduhan robusta justru menurun ketika suhu roasting melampaui 228°C .

Skor balance R2 ($8,88 \pm 0,46$) yang tertinggi merupakan konsekuensi logis dari keunggulan R2 pada seluruh atribut individual. Dalam protokol SCA, balance dinilai berdasarkan sejauh mana seluruh atribut saling

melengkapi tanpa ada satu pun yang mendominasi secara berlebihan [6]. Pada R1, keasaman yang masih terlalu menonjol dibandingkan body dan sweetness yang belum berkembang optimal menciptakan profil yang condong ke arah bright-acidic; pada R3, hilangnya aroma dan keasaman secara besar-besaran menjadikan profilnya didominasi oleh rasa pahit. Sukma et al. [15] menetapkan bahwa balance optimal kopi robusta tercapai ketika rasio acidity, sweetness, dan bitterness memenuhi ambang perseptual tertentu - suatu kondisi yang dalam penelitian ini hanya terpenuhi pada R2.

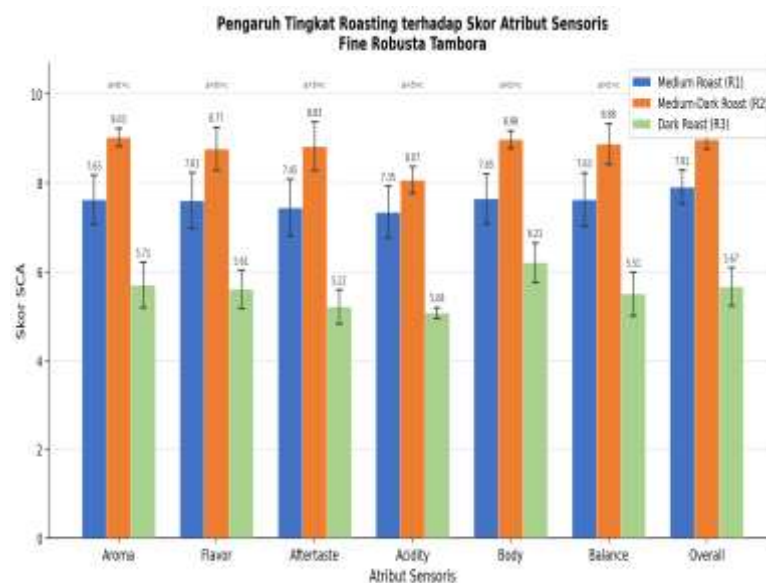
f. Overall dan Total Skor Cupping

Skor overall R2 yang paling tinggi ($8,98 \pm 0,21$) mencerminkan bahwa panelis secara keseluruhan menilai medium-dark roast sebagai pengalaman cupping yang paling memuaskan, dan ini konsisten dengan keunggulan R2 pada seluruh atribut individual. Total skor cupping SCA pada masing-masing perlakuan - R2: $61,54 \pm 0,81$; R1: $53,22 \pm 1,86$; R3: $39,01 \pm 1,70$ - memperlihatkan selisih hingga 22,53 poin antara R2 dan R3, suatu perbedaan yang bermakna secara praktis dalam konteks kategorisasi mutu kopi.

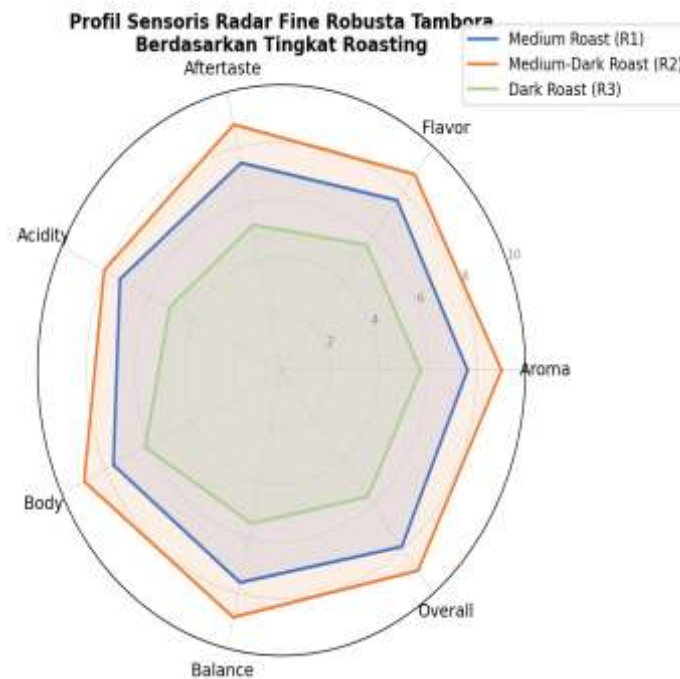
Standar deviasi total skor cupping R2 yang sangat kecil ($\pm 0,81$) dibandingkan R1 ($\pm 1,86$) dan R3 ($\pm 1,70$) mengindikasikan bahwa medium-dark roast tidak hanya unggul dalam nilai absolut, tetapi juga dalam konsistensi lintas ulangan. Implikasi praktisnya sangat konkret: profil roasting R2 menghasilkan batch produk yang lebih seragam mutunya dan lebih mudah direplikasi oleh operator, suatu prasyarat penting dalam membangun kepercayaan konsumen. Melo et al. [8] menegaskan bahwa reproduisibilitas skor cupping merupakan indikator validitas proses produksi yang sering diabaikan dalam evaluasi kopi tingkat UMKM.

Perlu dicatat bahwa ketiga perlakuan belum mencapai ambang skor ≥ 80 yang berlaku pada protokol cupping arabika SCA. Namun demikian, perbandingan langsung dengan angka tersebut tidak sepenuhnya relevan, karena protokol Fine Robusta SCA yang diterapkan dalam penelitian ini menggunakan pembobotan atribut dan deskriptor referensi yang berbeda dari arabika [8]. Dibandingkan dengan robusta komersial Indonesia yang umumnya memperoleh skor di bawah 50 dalam penilaian berbasis protokol arabika [2], capaian skor 61,54 pada R2 menunjukkan bahwa Fine Robusta Tambora memiliki posisi yang kompetitif di antara kopi robusta premium nasional. Rahman dan Firmansyah [12] mencatat bahwa kopi dari lereng Tambora memiliki kandungan sukrosa dan asam amino bebas yang relatif lebih tinggi dibandingkan robusta Jawa dan Lampung - cadangan substrat yang secara teoritis mendukung produksi senyawa Maillard yang lebih kaya pada profil medium-dark.

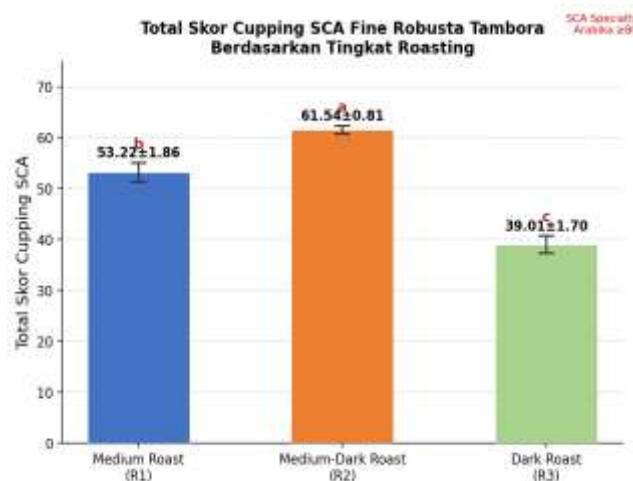
Hasil ini sejalan dengan temuan dari beberapa penelitian terdahulu. Krauss et al. [5] melaporkan bahwa medium-dark roast pada suhu $218\text{--}222^\circ\text{C}$ menghasilkan profil sensoris dan total skor cupping tertinggi pada robusta Vietnam. Ferreira et al. [3] mengidentifikasi kisaran $215\text{--}225^\circ\text{C}$ sebagai suhu roasting yang paling optimal untuk memaksimalkan pembentukan senyawa aroma pada robusta Brazil. Kesesuaian pola ini lintas latar geografis dan varietas robusta yang berbeda memberikan landasan ilmiah yang cukup kuat bahwa medium-dark roast adalah tingkat roasting terbaik untuk kopi jenis Canephora, termasuk Fine Robusta Tambora.



Gambar 4. Pengaruh Tingkat Roasting terhadap Skor Atribut Sensoris Fine Robusta Tambora (Mean $\pm$ SD; huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata, Uji Tukey HSD $\alpha=0,05$)



Gambar 5. Profil Sensoris Radar Fine Robusta Tambora Berdasarkan Tingkat Roasting



Gambar 6. Total Skor Cupping SCA Fine Robusta Tambora Berdasarkan Tingkat Roasting (Mean ± SD; huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata, Uji Tukey HSD $\alpha=0,05$)

Gambar 4 memperlihatkan bahwa R2 secara konsisten mencatat skor lebih tinggi pada seluruh atribut sensoris, dengan rentang error bar yang lebih sempit dibandingkan R1 dan R3. Grafik radar pada Gambar 5 menunjukkan area R2 yang lebih luas dan lebih seimbang, yang berarti medium-dark roast berhasil mengangkat kualitas pada semua dimensi sensoris secara bersamaan. Gambar 6 memperlihatkan perbedaan total skor cupping antarperlakuan, di mana penurunan dari R2 ke R3 (22,53 poin) jauh lebih tajam daripada penurunan dari R2 ke R1 (8,32 poin). Ini menunjukkan bahwa roasting yang terlalu gelap jauh lebih merugikan kualitas dibandingkan roasting yang terlalu terang, sehingga kontrol suhu pada kisaran medium-dark menjadi sangat penting dalam produksi Fine Robusta Tambora.

4. Kesimpulan

Tingkat roasting berpengaruh nyata ($p<0,001$) terhadap seluruh atribut sensoris Fine Robusta Tambora yang meliputi aroma, flavor, aftertaste, acidity, body, balance, dan overall. Perlakuan medium-dark roast (R2) pada suhu 220°C selama 12 menit menghasilkan skor tertinggi pada seluruh atribut sensoris dengan total skor cupping SCA sebesar $61,54 \pm 0,81$, berbeda nyata dengan medium roast (R1: $53,22 \pm 1,86$) dan dark roast (R3: $39,01 \pm$

1,70). Keunggulan R2 secara mekanistik dijelaskan oleh keseimbangan optimal antara pembentukan produk reaksi Maillard dan degradasi terkontrol asam organik pada suhu 220°C, sebelum pirolisis destruktif pada suhu 230°C merusak profil sensoris yang terbentuk. Berdasarkan hasil tersebut, medium-dark roasting pada suhu 220°C selama 12 menit direkomendasikan sebagai standar roasting optimum untuk menghasilkan profil sensoris terbaik Fine Robusta Tambora pada UMKM Gumbe Coffee Kota Bima. Penelitian lanjutan disarankan untuk mengkaji variasi suhu yang lebih rinci dalam kisaran medium-dark roast (215-225°C) serta mengeksplorasi kombinasi dengan variasi proses pascapanen (natural, honey, washed) untuk memaksimalkan potensi Fine Robusta Tambora sebagai kopi fine robusta premium yang berdaya saing tinggi.

Referensi

- [1] de Melo Pereira, G. V., Soccol, V. T., Brar, S. K., Neto, E., & Soccol, C. R. (2017). Microbial ecology and starter culture technology in coffee processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13), 2775–2788. <https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1089149>
- [2] Farisi, S., Fauzan, A., & Farid, M. (2023). Analisis kualitas sensoris kopi robusta menggunakan metode cupping SCA. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 24(1), 45–56.
- [3] Ferreira, R. S., Martins, A. G., & Silveira, M. A. (2022). Effect of degree of roasting on sensory quality of robusta coffee. *Food Quality and Preference*, 97, 104484. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104484>
- [4] Henriques, A. S. C., Neto, A. L. M., Neto, J. T. O., Casagrande, M. V., & Viana, A. P. (2023). Physicochemical and sensory characterization of fine robusta coffees from different altitudes. *Scientia Horticulturae*, 315, 111969.
- [5] Krauss, V., Tran, L. K., & Nguyen, L. T. H. (2022). Sensory profiling of Vietnamese robusta coffee at different roasting levels. *Journal of Food Science*, 87(3), 1012–1023. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16068>
- [6] Lingle, T. R. (2020). *The Coffee Cupper's Handbook: A Systematic Guide to the Sensory Evaluation of Coffee's Flavor* (4th ed.). SCA Press.
- [7] Martins, A. G., Ferreira, R. S., & Lima, T. A. (2022). Chemical and sensory characterization of *Coffea canephora* roasted at different temperatures. *Food Research International*, 155, 111059. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111059>
- [8] Melo, W. F., Sousa, R. V., & Pereira, L. L. (2023). SCA cupping protocol: A systematic review of methodology and validity. *Food Reviews International*, 39(4), 2180–2201.
- [9] Nguyen, Q. T., Le, V. H., & Pham, T. T. (2021). Optimization of roasting conditions for fine robusta coffee based on sensory characteristics and volatile compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(15), 4532–4541. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.1c00459>
- [10] Ni, H., Xu, M., Li, L., Cai, H., & Chen, F. (2022). Effect of roasting degree on the aroma and sensory qualities of Robusta coffee. *LWT – Food Science and Technology*, 161, 113371.
- [11] Okiemute, R. R., Ajayi, O. A., & Alonge, A. F. (2021). Effect of roasting temperature and time on the physicochemical and sensory properties of *Coffea canephora*. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(4), e15346.
- [12] Rahman, F., & Firmansyah, A. (2023). Karakterisasi mutu kopi Fine Robusta Tambora dari Kabupaten Dompu, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Agribisnis dan Teknologi Pangan*, 4(1), 12–22.
- [13] Ramos, G. L. P. A., Rodrigues, B. G., Morelli, H. C., & Neto, J. T. O. (2023). Robusta coffee quality: A review of the effect of processing, roasting, and brewing on sensory attributes. *Food Reviews International*, 39(2), 812–838.
- [14] SCA (Specialty Coffee Association). (2022). *SCA Cupping Protocols*. Specialty Coffee Association.
- [15] Sukma, D., Pranata, R., & Wahyudi, T. (2022). Karakterisasi sensoris kopi robusta Indonesia dengan metode cupping SCA. *Pelita Perkebunan*, 38(2), 110–121.
- [16] Tarigan, E. B., Sitorus, A. M., & Manurung, H. (2022). Pengaruh suhu dan durasi sangrai terhadap sifat fisik dan sensoris kopi robusta. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 25(2), 88–97.
- [17] Arruda, H. S., Pereira, G. A., & Pastore, G. M. (2021). Maillard reaction in coffee roasting: Mechanistic study and impact on beverage quality. *Food Chemistry*, 350, 129256.
- [18] Baragli, S., Esposti, M. D., & Petracco, M. (2022). Volatile compounds and sensory attributes of specialty robusta coffees. *LWT – Food Science and Technology*, 155, 112912.
- [19] Clarke, R. J., & Vitzthum, O. G. (2021). *Coffee: Recent Developments*. Blackwell Science.
- [20] Petracco, M. (2021). Technology: Beverage Preparation and Brewing Trends. In *Coffee: Recent Developments* (pp. 140–164). Blackwell Science.