

## Identifikasi Profil Komponen Volatil dan Sensori *Cascara Arabika dan Robusta Asal Nusa Tenggara Barat, Indonesia*

*Profile Identification of The Volatile Components and Sensory of Cascara Arabica and Robusta from West Nusa Tenggara, Indonesia*

**Indah Nalurita\*, Lalu Danu Prima Arzani, Destiana Adinda Putri**

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Bumigora

Jl. Ismail Marzuki, No. 22 Cakranegara, Mataram, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Indonesia

\*Korespondensi Penulis: indah@universitasbumigora.ac.id

Submisi: 12 Februari 2024, Revisi: 2 Juli 2024, Diterima (*Accepted*): 10 Desember 2024

### ABSTRACT

*High coffee production is followed by a significant amount of coffee husk waste. However, the processing of coffee husk waste has not been fully optimized due to the lack of information regarding the unique characteristics of cascara from West Nusa Tenggara (NTB), Indonesia. The volatile components present in cascara can be measured and used as sensory threshold indicators. Therefore, this study aimed to identify the volatile and sensory components and determine the distinctive aroma and taste characteristics of cascara from arabica and robusta coffee. The research used a completely randomized design with GC-MS analysis and rate all that apply (RATA) sensory evaluation. The results showed that arabica var. Rinjani cascara contains the most dominant compounds, including caffeine (22.37% retention area) and 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one (13.32% retention area). Robusta var. Rinjani cascara is dominated by caffeine (14.71% retention area) and quinic acid (13.92% retention area). Arabica var. Tambora cascara contains caffeine (40.82% retention area) and quinic acid (11.67% retention area), while robusta var. Tambora cascara has quinic acid (29.74% retention area) and mome inostol (22.98% retention area) as the most dominant compounds. Based on sensory profiles, arabica var. Rinjani cascara has a fruity, earthy, and green aroma with sour, sweet, and bitter flavors. Arabica var. Tambora cascara has a similar aroma with a sour, sweet, and bitter taste. Robusta var. Rinjani cascara features a floral, fruity, earthy, and green aroma with a similar taste. Meanwhile, robusta var. Tambora cascara has an earthy and green aroma with a bitter, sour taste. The RATA taste intensity test showed that robusta var. Rinjani cascara was sweeter than robusta var. Tambora. The sweet taste of cascara enhances its hedonic value, making it more preferred by panelists. This study provides the valuable sensory profile insights of cascara from NTB and references for developing value-added food products.*

**Keywords:** cascara, GC-MS, hedonic, RATA

### PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Barat merupakan salah satu daerah di Indonesia yang memiliki ketersediaan sumber daya alam

yang cukup dan berpotensi untuk pengembangan produk kopi. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan pada tahun 2022, luas areal perkebunan kopi di



*Jurnal Agroteknologi* is open access article licensed under the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

**How to cite:** Nalurita, I., Arzani, L.D.P., & Putri, D.A. (2024). Identifikasi profil komponen volatil dan sensori cascara arabika dan robusta asal Nusa Tenggara Barat, Indonesia. *J. Agroteknologi*, 18(2), 96–111. DOI: 10.19184/jagt.v18i2.2582

wilayah Nusa Tenggara Barat yaitu 13.490 ha dengan total produksi kopi sebesar 5.852 ton/tahun. Provinsi Nusa Tenggara Barat terdiri dari dua kepulauan besar yaitu Pulau Lombok dan Pulau Sumbawa sebagai penghasil komoditas kopi (DITJENBUN, 2022).

Jumlah produksi kopi yang tinggi akan diiringi dengan tingginya limbah kulit kopi yang dihasilkan. Limbah proses pengolahan ini dapat berupa *pulp* (kulit buah kopi segar), lendir, *husk* (kulit tanduk), dan kulit ari (Lee *et al.*, 2023). Pada 100 kg kopi yang dilakukan proses pengupasan (*pulping*) dapat menghasilkan biji kopi 56,8 kg serta daging dan kulit kopi 43,2 kg (Garis *et al.*, 2019), kulit kopi tersebut terdiri dari bagian *pulp* (mesocarp), *skin* (eksokarp), *mucilage*, dan *parchment* (endocarp) (Esquivel & Jiménez, 2012). Pada masa sekarang ini, kulit kopi banyak diproses dengan cara dikeringkan dan disebut sebagai *cascara* (Esquivel & Jiménez, 2012; Bondesson, 2015). *Cascara* diperoleh sebagai limbah proses *full-wash* dari proses pengupasan kulit (*pulping*), sedangkan *cascara* pada *natural process* diperoleh sebagai limbah pada proses pengupasan kulit tanduk (*hulling*). *Cascara* bisa berasal dari kulit buah kopi arabika maupun robusta (Sholichah *et al.*, 2019).

*Cascara* memiliki rasa manis dan asam dengan aroma yang khas seperti teh herbal dengan aroma seperti buah mangga, buah ceri, dan kelopak mawar (Jiamjariyatam *et al.*, 2022). Cita rasa pada *cascara* terbentuk pada saat proses pengeringan. Pengeringan bahan yang melibatkan proses thermal akan menyebabkan terjadinya reaksi *maillard* (Ariva *et al.*, 2020) sehingga berperan penting dalam pembentukan cita rasa (Catrien *et al.*, 2008). Tahapan terjadinya reaksi *maillard* terjadi dalam tiga fase. Fase

pertama yaitu terjadi pemecahan senyawa protein menjadi asam amino serta pemecahan senyawa karbohidrat menjadi monosakarida, glukosa, dan fruktosa. Selanjutnya terjadi reaksi antara senyawa asam amino dan monosakarida yang menghasilkan senyawa amidori. Fase kedua yaitu senyawa mulai mengalami degradasi membentuk senyawa volatil yaitu pirazin (Chuyen, 1998). Senyawa pirazin ini akan menguap dan membentuk aroma khas pada bahan (Romero & Ho, 2007), selain itu senyawa amidori juga mengalami reaksi degradasi dan membentuk senyawa non-volatil seperti piridin yang menyebabkan rasa pahit terhadap bahan (Rosida, 2016). Fase ketiga yaitu pembentukan senyawa melanoidin yang merupakan hasil reaksi kondensasi dari beberapa senyawa hasil dari reaksi *maillard* fase kedua, senyawa melanoidin inilah yang memberikan warna coklat tua pada bahan dan memengaruhi cita rasa (Shakoor *et al.*, 2022).

Senyawa-senyawa volatil pada bahan yang berbeda memiliki potensi sensori yang berbeda-beda (Flament, 2017). Potensi sensori yang berbeda-beda pada senyawa volatil yang terkandung dalam bahan dapat diukur dan dilaporkan sebagai penentu ambang batas sensori. Nilai ambang batas yang semakin rendah menandakan bahwa senyawa tersebut semakin aromatik, dimana dalam konsentrasi yang sangat rendah sudah bisa terdeteksi keberadaannya dan dapat dikenali aromanya (Lee *et al.*, 2017). Contohnya aroma *grassy* dan *floral* pada susu kedelai (Torres-Penaranda & Reitmeier, 2001), aroma *grassy* dan *floral* pada teh putih (Chen *et al.*, 2023; Wu *et al.*, 2022), aroma *floral* dan *fruity* pada *brick tea* (Xiao *et al.*, 2022) dan senyawa

aromatik tersebut terdeteksi kuat pada kondisi nilai ambang batas terendah.

Profil komponen volatil pada bahan dapat memengaruhi hasil uji RATA sensori aroma karena terdapat keterkaitan antara aroma suatu bahan dan komponen volatil yang terkandung di dalamnya (Belgis et al., 2023). Metode RATA (*rate all that apply*) ini digunakan untuk memperoleh respon konsumen terkait dengan penerapan, kelayakan, frasa dari suatu bahan (Stone & Sidel, 2004), serta mengetahui atribut sensori dan respon hedonik konsumen terhadap suatu bahan (Varela & Ares, 2014). Kandungan volatil memengaruhi kualitas sensori produk *cascara*. Selain itu, perbedaan jenis *cascara* memungkinkan terdapat juga perbedaan karakteristik aroma dan rasa yang dihasilkan.

Karakteristik sensori *cascara* dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya perbedaan jenis kulit kopi yang digunakan sebagai bahan baku *cascara* menghasilkan aroma dan rasa yang berbeda (Carpenter, 2015; Putri & Suryaningsih, 2023), metode pengeringan dan suhu pengeringan yang berbeda (Baihaqi et al., 2023; Muzaifa et al., 2020; Nafisah & Widyaningsih, 2018). Perbedaan mutu fisik *cascara* juga memiliki korelasi terhadap rasa, aroma, dan rasa *cascara* (Ariva et al., 2020; Sugito et al., 2023). Beberapa penelitian terdahulu hanya melakukan analisis sensori pada *cascara* tanpa adanya diferensiasi komponen volatil yang dapat memengaruhi kualitas sensori *cascara*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi komponen volatil pada *cascara* asal daerah Nusa Tenggara Barat, khususnya yang membahas tentang keterkaitannya dengan profil sensori. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen volatil dan sensori untuk mengetahui karakteristik

khas dari aroma dan rasa yang dimiliki *cascara* arabika dan robusta asal Nusa Tenggara Barat, khususnya di daerah Lereng Gunung Rinjani dan Tambora Nusa Tenggara Barat. Melalui penelitian ini, referensi hasil dapat digunakan untuk penelitian lanjutan tentang prospek pengembangan produk *cascara* arabika dan robusta asal Nusa Tenggara Barat. Tingkat kesukaan konsumen yang dipengaruhi oleh karakteristik aroma dan rasa dapat menjadi salah satu parameter pengembangan produk *cascara* di Nusa Tenggara Barat.

## **METODE PENELITIAN**

### **Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan yaitu *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) tipe QP2010 (Shimadzu), grinder, ayakan 12 mesh, botol kaca 100 mL, gelas ukur 100 mL, sendok, termometer, teko listrik pemanas, air, neraca analitik (Ohaus), set uji sensori, *waterbath* (Memmert), *hotplate* (LabTech), statif, septum vial 20 mL, fiber SPME 50/30  $\mu\text{m}$ , mikropipet, dan *holder* SPME. Bahan yang digunakan yaitu *2,4,6-trimethylpyridine*, dan *cascara* arabika var. Rinjani, *cascara* robusta var. Rinjani, *cascara* arabika var. Tambora, *cascara* robusta var. Tambora.

### **Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian terdiri dari penentuan sampel, identifikasi senyawa volatil, dan identifikasi profil sensori. Penetapan sampel *cascara* diambil dari dua areal perkebunan kopi terluas di Nusa Tenggara Barat. Sampel *cascara* arabika dan robusta (arabika var. Rinjani, arabika var. Tambora, robusta var. Tambora, dan robusta var. Rinjani) dibeli dari petani kopi di wilayah Lereng Gunung Rinjani di Pulau Lombok dan petani kopi di wilayah Lereng

Gunung Tambora di Pulau Sumbawa. *Cascara* yang digunakan dipilih dari buah kopi berkulit merah, hasil samping dari metode pengolahan basah kopi. Kulit kopi dijemur di bawah sinar matahari selama 7 hari (kadar air  $\pm 10\%$ ). Selanjutnya, dilakukan identifikasi senyawa volatil *cascara* untuk mengetahui profil komponen volatilnya, kemudian identifikasi profil sensori dilakukan untuk mengetahui cita rasa yang dimiliki *cascara* di NTB.

### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan faktor tunggal yaitu jenis *cascara*. Pengolahan data profil komponen volatil menggunakan instrumen GC-MS yang dituangkan dalam bentuk kromatogram dan spektrum massa. Pengolahan data profil sensori menggunakan *Microsoft Excel 2021*, kemudian disajikan dalam bentuk diagram radar.

### Metode Analisis

*Identifikasi Senyawa Volatil dengan Metode HS-SPME dan GC-MS (Riadi et al., 2022)*

Identifikasi senyawa volatil mengacu pada tahapan penelitian *Riadi et al. (2022)*, dengan penggunaan metode *Headspace Solid-Phase Microextraction (HS-SPME)* dan dianalisis menggunakan instrumen *Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GC-MS)*. Metode HS-SPME diawali dengan pengecilan sampel *cascara* ukuran 12 mesh. Sampel *cascara* diambil sebanyak 3,5 gram dan dimasukkan ke dalam vial SPME dan dilakukan pembuatan standar internal dengan menambahkan 2,4,6-*trimethylpyridine* sebanyak 0,2  $\mu\text{L}$ . Sampel *cascara* dimasukkan ke *waterbath* suhu 40°C untuk dihomogenisasi selama 5

menit. Komponen volatil yang berada di dalam vial akan diserap menggunakan *fiber DVB/Carboxen/PDMS StableFlex* selama 45 menit, selanjutnya sampel *cascara* diinjeksikan pada GCMS.

*Gas Chromatography (GC) Agilent 70890A* diinjeksikan ke dalam *injector* yang berisi Anilit volatil yang berada di SPME DVB/Carboxen/PDMS. Selanjutnya tahap analisis dilakukan dengan menghubungkan GC pada *Mass Spectrometry (MS) Agilent 5975C* yang sudah dilengkapi dengan kolom DB-WAX serta adanya sumbu detektor dengan massanya 29–550 yang berjumlah tiga buah. GC oven dioperasikan pada suhu awal 3°C/menit hingga suhu mencapai 180°C, kemudian ditahan selama 11,3 menit sehingga terjadi laju peningkatan suhu sebesar 10°C/menit hingga suhu mencapai 250°C. Injektor dioperasikan menggunakan mode *splitless* dengan kecepatan *split* 44 mL/menit pada suhu 250°C hingga seluruh sampel masuk ke dalam kolom. Adapun suhu sumber ion yang digunakan yaitu sebesar 230–250°C yang berfungsi sebagai detektor dan suhu antarmuka yang digunakan yaitu 150–200°C. Identifikasi injeksi sampel dilakukan dengan membandingkan hasil nilai *linear retention indices (LRI)* masing-masing *peak* dengan data dari literatur.

*Identifikasi Profil Sensori dengan Metode Rate All That Apply (RATA) (Delarue & Lawlor, 2022)*

Evaluasi sensori 4 sampel *cascara* dilakukan dengan metode *rate all that apply (RATA)*. Mengacu pada SNI 3945:2016, pengujian sensori diawali dengan preparasi sampel. Sampel sebanyak 2 gram diseduh menggunakan air panas 100 mL (100°C) selama 5 menit dan diamkan sampai suhu seduhan  $\pm 28^\circ\text{C}$ .

Selanjutnya sampel diletakkan dalam wadah kaca transparan dan diberikan pengkodean (lima angka) pada wadah setiap sampel uji (BSN, 2016).

Sampel *cascara* yang sudah dipreparasi selanjutnya dilakukan penentuan atribut sensori oleh panelis terlatih. Penetapan atribut sensori sampel dilakukan dengan cara mengambil hasil dari perwakilan 10 panelis terlatih yang terdiri dari 8 dosen Teknologi Pangan Universitas Bumigora dan 2 barista *coffee shop* di Mataram untuk mencicipi sampel *cascara*. Selanjutnya panelis terlatih yang sudah dipilih akan berdiskusi (*focus group discussion*) guna menetapkan atribut yang akan dipakai sebagai parameter evaluasi sampel *cascara*. Hasil penentuan atribut mutu *cascara* akan dituliskan ke dalam kuesioner. Atribut sensori yang digunakan yaitu aroma dan rasa. Atribut aroma meliputi *fruity* (aroma terkait buah-buahan matang), *floral* (aroma harum bunga), *earthy* (aroma terkait tanah basah), *dry* (aroma seperti rumput atau jerami kering), dan *green* (aroma seperti sayuran rebus). Atribut rasa meliputi asam, pahit, dan manis.

Panelis yang digunakan pada penelitian ini yaitu panelis konsumen. Panelis terdiri dari 100 panelis konsumen laki-laki dan perempuan dengan rentan

usia 20–40 tahun. Panelis direkrut melalui penyebaran poster di media sosial dengan kriteria bisa mengonsumsi minuman berkafein (kopi atau teh) tanpa gula. Penggunaan metode RATA pada sampel *cascara* dilakukan berdasarkan hasil isian kuesioner panelis yang memutuskan apakah atribut atau frasa yang disajikan sesuai karakteristik sampel atau tidak, apabila sesuai karakteristik sampel maka selanjutnya panelis menilai tingkatan intensitas atribut tersebut. Menurut Delarue & Lawlor (2022), daftar atribut sensori yang dijadikan acuan dapat ditetapkan berdasarkan hasil dari diskusi oleh grup panelis terlatih, atau dapat ditetapkan berdasarkan studi literatur atau studi konsumen kualitatif sebelumnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komponen Volatil *Cascara* Arabika dan Robusta

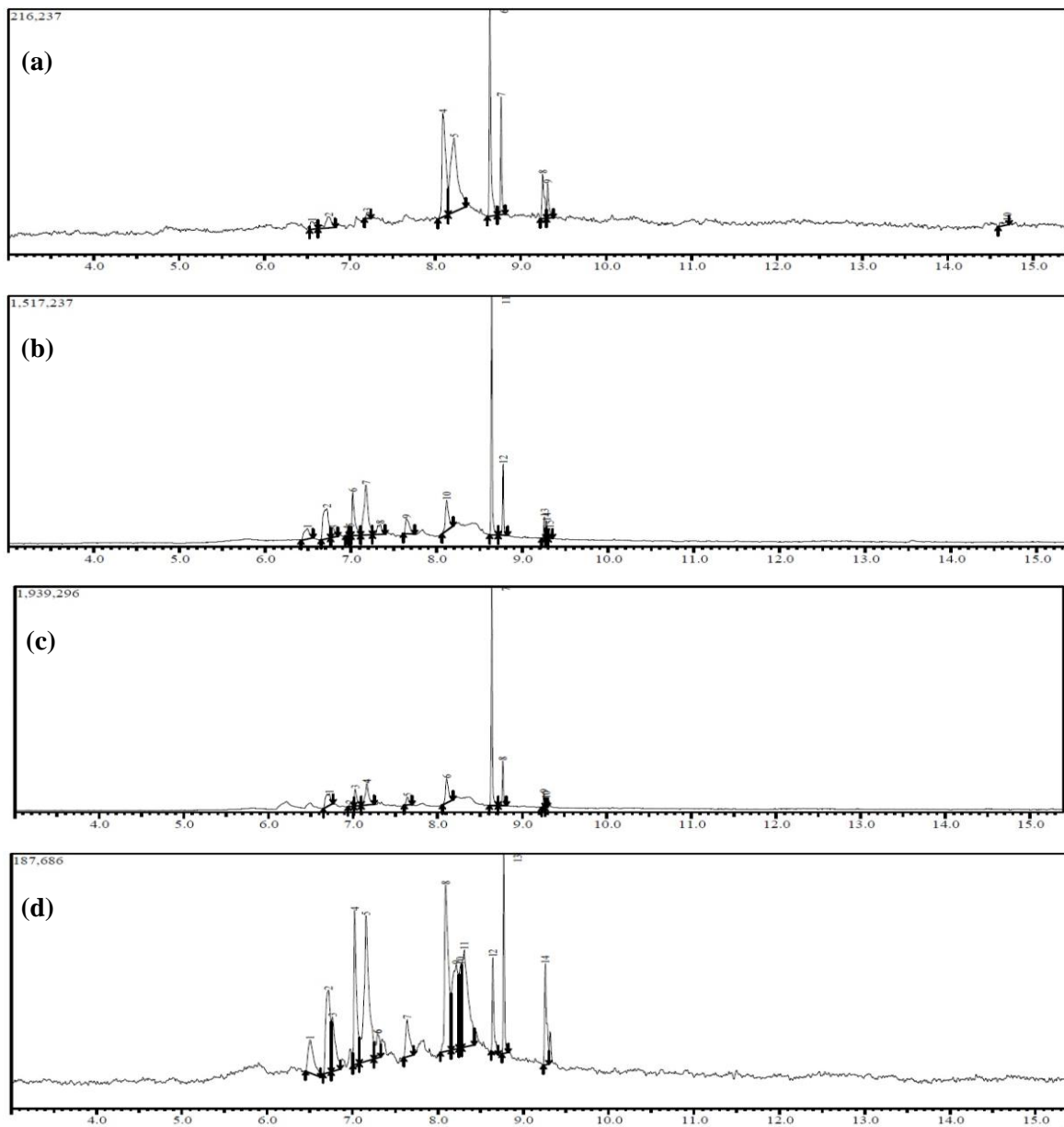
Kenampakan *cascara* arabika var. Rinjani, arabika var. Tambora, robusta var. Tambora, dan robusta var. Rinjani asal Nusa Tenggara Barat (NTB) tersaji pada **Gambar 1**. *Cascara* tersebut dianalisis menggunakan instrumen GC-MS yang dapat membaca senyawa metabolit sekunder dengan konsentrasi terendah. Hasil identifikasi senyawa menggunakan



**Gambar 1.** Kenampakan *cascara* arabika var. Rinjani (a), *cascara* arabika var. Tambora (b), *cascara* robusta var. Tambora (c), dan *cascara* robusta var. Rinjani (d)

instrumen GC-MS dituangkan dalam bentuk kromatogram dan spektrum massa. Identifikasi komponen volatil dilakukan dengan cara mencocokkan spektrum MS tiap puncak kromatogram dengan *database Wiley* untuk menentukan jenis senyawanya (Al-Rubaye *et al.*, 2017). Hasil GC-MS *cascara* arabika dan robusta (arabika var. Rinjani, arabika var. Tambora, robusta var. Tambora, dan robusta var. Rinjani) tersaji pada **Gambar 2**.

Kromatogram hasil GC-MS dari *cascara* arabika dan robusta asal NTB memiliki perbedaan dan rincian senyawa volatilnya seperti yang tersaji pada **Tabel 1**. Komponen senyawa volatil pada *cascara* arabika dan robusta (arabika var. Rinjani, arabika var. Tambora, robusta var. Tambora, dan robusta var. Rinjani) yang teridentifikasi adalah golongan asam, *pyrazines*, furan, alkaloid, dan alkohol. *Cascara* arabika var. Rinjani memiliki senyawa *pyrazines* yaitu *2,3-dihydro-3,5-*



**Gambar 2.** Profil GC-MS *cascara* arabika var. Rinjani (a), *cascara* arabika var. Tambora (b), *cascara* robusta var. Tambora (c), dan *cascara* robusta var. Rinjani (d)

**Tabel 1.** Senyawa volatil yang terkandung dalam *cascara* arabika dan robusta asal NTB

No.	Nama senyawa	Real Time	Retention area (%) dari <i>cascara</i>			
			Arabika var. Rinjani	Robusta var. Rinjani	Arabika var. Tambora	Robusta var. Tambora
1	2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one	6.715	13,32	0	9,65	0
2	1,2,3-Propanetriol (CAS) glycerol	6.795	2,81	4,38	0	0
3	4-Hydroxy-5-oxohexanoic acid lactone	6.955	0,93	0	0	0
4	2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)- (CAS) HMF	6.985	0,97	0	0	0
5	1,2,3-Propanetriol, monoacetate	7.020	9,41	8,40	6,73	0
6	2-Amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri	7.645	4,70	3,09	3,55	0
8	Caffeine	8.640	22,37	14,71	40,82	20,04
9	Hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid	8.775	7,08	5,31	8,06	8,38
10	Oxacycloheptadec-8-en-2-one (CAS) ambrettolide	9.255	2,57	0	0	0
11	9,12,15-Octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)- (CAS) methyl linolenate	9.280	1,82	0	0	0
12	Octadecanoic acid (CAS) stearic acid	9.315	1,15	0	0	3,89
13	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (Cas) 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihdropyran-4-one	6.720	0	8,04	0	4,19
14	Quinic acid	8.090	7,86	13,92	11,67	29,74
15	2,4,4,6,6-Pentadeuterocyclohexa-2-en-1-ol	8.215	0	10,51	0	0
16	Mome inositol	8.310	0	12,14	0	22,98
17	9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) linoleic acid	9.260	0	4,55	3,31	4,79
18	Tricyclo[4.3.1.0 2,5]decane	9.280	0	0	1,65	0

dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one; senyawa alkohol yaitu 1,2,3-propanetriol (CAS) glycerol; 1,2,3-propanetriol, monoacetate; senyawa asam yaitu 4-hydroxy-5-oxohexanoic acid lactone; hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid; 9,12,15-octadecatrienoic acid, methyl ester, (Z,Z,Z)- (CAS) methyl linolenate; octadecanoic acid (CAS) stearic acid; quinic acid; senyawa furan yaitu 2-furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)-

(CAS) HMF; 2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri; dan senyawa alkaloid yaitu caffeine. *Cascara* robusta var. Rinjani memiliki senyawa alkohol yaitu 1,2,3-propanetriol (CAS) glycerol; 1,2,3-propanetriol, monoacetate; 2,4,4,6,6-pentadeuterocyclohexa-2-en-1-ol; mome inositol; senyawa furan yaitu 2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri;

senyawa alkaloid yaitu *caffeine*; senyawa asam yaitu *hexadecanoic acid* (CAS) *palmitic acid*; *quinic acid*; *9,12-octadecadienoic acid* (Z,Z)- (CAS) *linoleic acid*; senyawa *pyrazines* yaitu *4H-pyran-4-one*, *2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-(cas)* *3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihdropyran-4-one*. *Cascara* arabika var. Tambora memiliki senyawa *pyrazines* yaitu *2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one*; senyawa alkohol yaitu *1,2,3-propanetriol*, *monoacetate*; *tricyclo[4.3.1.0 2,5]decane*; senyawa furan yaitu *2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri*; senyawa alkaloid yaitu *caffeine*; senyawa asam yaitu *hexadecanoic acid* (CAS) *palmitic acid*; *quinic acid*; *9,12-octadecadienoic acid* (Z,Z)- (CAS) *linoleic acid*. *Cascara* robusta var. Tambora memiliki senyawa alkaloid yaitu *caffeine*; senyawa asam yaitu *hexadecanoic acid* (CAS) *palmitic acid*; *octadecanoic acid* (CAS) *stearic acid*; *quinic acid*; *9,12-octadecadienoic acid* (Z,Z)- (CAS) *linoleic acid*; senyawa

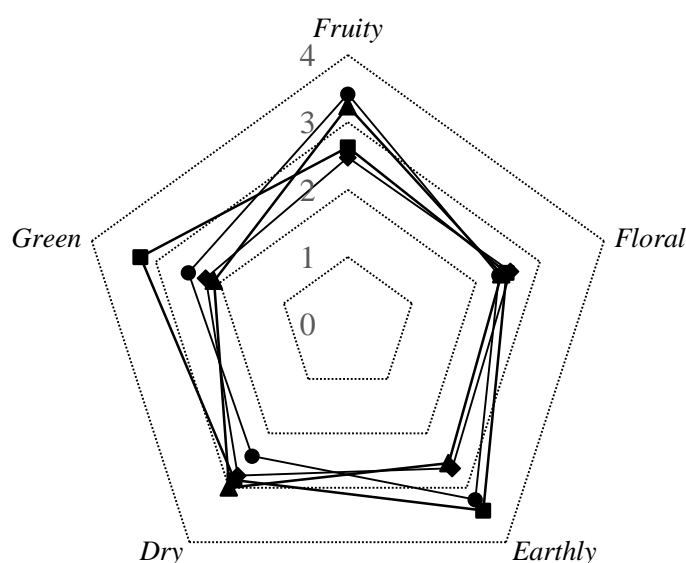
*pyrazines* yaitu *4H-pyran-4-one*, *2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-(Cas)* *3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihdropyran-4-one*.

Pada empat sampel *cascara* terdeteksi senyawa alkaloid yang sama yaitu *caffeine*. Secara umum, *cascara* arabika var. Rinjani, arabika var. Tambora, robusta var. Tambora, dan robusta var. Rinjani memiliki senyawa *pyrazines*, alkohol, asam, furan, dan alkaloid, akan tetapi golongan senyawa komponen volatil pada *cascara* tersebut memiliki perbedaan sehingga menghasilkan perbedaan sifat sensori (rasa, aroma, dan sebagainya) dan membentuk rasa khas *cascara* berdasarkan asalnya.

### Karakteristik Sensori *Cascara* Arabika dan Robusta

#### *Aroma Cascara Arabika dan Robusta Berdasarkan RATA (Rate All That Apply)*

Perbedaan aroma pada bahan dapat dipengaruhi oleh berbagai senyawa volatil dengan nilai ambang batas atau konsentrasi *threshold* yang berbeda-beda. Komponen



**Gambar 3.** Karakteristik sensori aroma *cascara* arabika var. Rinjani (■), robusta var. Rinjani (◆) robusta var. Rinjani (●), arabika var. Tambora (▲)



senyawa volatil dapat bersinergi dengan senyawa volatil lainnya untuk memunculkan aroma atau senyawa volatil dengan konsentrasinya melebihi nilai *threshold* maka dapat memunculkan aroma yang dominan. Aroma bahan yang tercium merupakan kombinasi beberapa senyawa dengan konsentrasi yang berbeda (Lee *et al.*, 2017).

*Cascara arabika* var. Rinjani, arabika var. Tambora, robusta var. Tambora, dan robusta var. Rinjani dengan asal geografis yang berbeda memiliki perbedaan karakteristik aroma (**Gambar 3**). Intensitas aroma *fruity* tertinggi yaitu *cascara arabika* var. Rinjani dengan nilai *threshold* 2,63. Aroma *fruity* merupakan aroma terkait buah-buahan matang. Menurut Ployon *et al.* (2017), aroma *fruity* dan *sweet* berkaitan dengan senyawa furan yang terkandung pada tanaman. Berdasarkan identifikasi komponen volatil menggunakan GC-MS (**Tabel 2**), *cascara arabika* var. Rinjani memiliki kandungan senyawa golongan furan yaitu *2-furancarboxaldehyde*, *5-(hydroxymethyl)- (CAS) HMF* dan *2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-yl)-3,9-dihydro-puri*. Selain pada *cascara arabika* var. Rinjani, senyawa *2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-yl)-3,9-dihydro-puri* juga terdapat pada *cascara robusta* var. Rinjani dan *cascara arabika* var. Tambora yang berkontribusi pada aroma *fruity* dan *sweet*. Hasil yang diperoleh sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fahiroh (2022) dan Pramita & Sayekti (2013) bahwa senyawa golongan furan berperan dalam pembentukan aroma *fruity*.

Intensitas aroma *floral* tertinggi yaitu *cascara robusta* var. Rinjani dengan nilai *threshold* 2,54. Aroma *floral* merupakan aroma yang berasosiasi dengan harum

bunga (Lee *et al.*, 2012). Menurut Mayer *et al.* (2000), aroma *floral* berkaitan dengan adanya kandungan senyawa golongan alkohol. Berdasarkan hasil identifikasi komponen volatil menggunakan GC-MS, *cascara robusta* var. Rinjani memiliki senyawa golongan alkohol *2,4,4,6,6-pentadeuterocyclohexa-2-en-1-ol*.

Senyawa golongan alkohol ini berkontribusi pada aroma *floral*, sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Prayogi (2020) bahwa senyawa alkohol pada kopi akan menciptakan sensasi aroma *floral*.

Intensitas aroma *dry* tertinggi yaitu *cascara robusta* var. Tambora dengan nilai *threshold* 3. Aroma *dry* merupakan aroma yang seperti rumput dan jerami kering (Lee *et al.*, 2012). Menurut Leonard *et al.* (2023), komponen *pyrazines* memiliki aroma khas yaitu *nutty*, *earthy*, *roasty*, *dry*, dan *green*. Berdasarkan identifikasi komponen volatil menggunakan GC-MS, *cascara robusta* var. Tambora memiliki senyawa golongan *pyrazines* yaitu *4H-pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (Cas) 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihdropyran-4-one* yang berkontribusi pada aroma *dry*. Hasil penelitian ini serupa dengan studi yang dilakukan oleh Hu *et al.* (2021); Li *et al.* (2022) dimana senyawa *pyrazines* berperan pada pembentukan aroma *dry* dan *roasty*.

Intensitas aroma *earthy* dan *green* tertinggi yaitu *cascara arabika* var. Rinjani dengan nilai *threshold earthy* 3,42 dan nilai *threshold green* 3,24. Aroma *earthy* merupakan aroma basah seperti tanah basah, sedangkan *green* adalah yang berasosiasi dengan sayuran rebus (Lee *et al.*, 2012). Menurut Leonard *et al.* (2023), komponen *pyrazines* memiliki aroma khas yaitu *nutty*, *earthy*, *roasty*, *dry*, dan *green*.

**Tabel 2.** Profil sensori dan komponen volatil *cascara* arabika dan robusta asal Nusa Tenggara Barat

<i>Cascara</i>	Profil sensori	Senyawa komponen volatil
Arabika var. Rinjani	Aroma <i>fruity</i>	2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)- (CAS) HMF dan 2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-Dihydro-Puri
	Aroma <i>earthy</i>	2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one
	Aroma <i>green</i>	2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one
	Rasa asam	4-Hydroxy-5-oxohexanoic acid lactone; hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid; 9,12,15-octadecatrienoic acid, octadecanoic acid (CAS) stearic acid; quinic acid
	Rasa manis	2-Furancarboxaldehyde, 5-(hydroxymethyl)- (CAS) HMF dan 2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri
	Rasa pahit	Caffeine
Arabika var. Tambora	Aroma <i>fruity</i>	2-Amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri
	Aroma <i>earthy</i>	2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one
	Aroma <i>green</i>	2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one
	Rasa asam	Hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid; 9,12-octadecadienoic acid (Z,Z)- (CAS) linoleic acid; quinic acid
	Rasa manis	2-Amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri
	Rasa pahit	Caffeine
Robusta var. Rinjani	Aroma <i>fruity</i>	2-Amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri
	Aroma <i>floral</i>	2,4,4,6,6-Pentadeuterocyclohexa-2-en-1-ol
	Aroma <i>earthy</i>	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (Cas) 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihidropyran-4-one
	Aroma <i>green</i>	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (Cas) 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihidropyran-4-one
	Rasa asam	Hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid; quinic acid
	Rasa manis	2-Amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-Yl)-3,9-dihydro-puri
	Rasa pahit	Caffeine
Robusta var. Tambora	Aroma <i>earthy</i>	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (cas) 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihidropyran-4-one
	Aroma <i>green</i>	4H-Pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl- (cas) 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihidropyran-4-one
	Rasa asam	Hexadecanoic acid (CAS) palmitic acid; quinic acid
	Rasa pahit	Caffeine

Adanya senyawa golongan *pyrazines* berguna dalam penentuan sensori aroma pada *cascara*. Berdasarkan identifikasi komponen volatil menggunakan GC-MS, *cascara* arabika var. Rinjani dan *cascara* arabika var. Tambora memiliki senyawa golongan *pyrazines* yaitu 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one dan

4H-pyran-4-one, 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-(CAS) 3,5-dihydroxy-2-methyl-5,6-dihidropyran-4-one.

*Rasa Cascara Arabika dan Robusta Berdasarkan RATA (Rate All That Apply)*

Berdasarkan pengujian deskriptif rasa menggunakan metode RATA diketahui

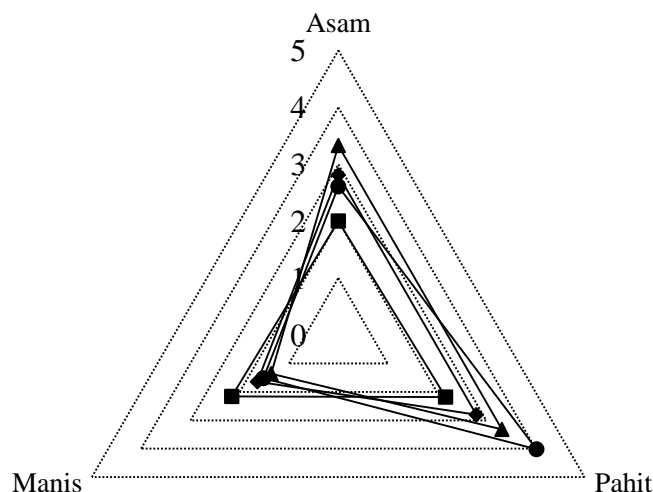
bahwa perbedaan jenis *cascara* memiliki intensitas rasa yang berbeda juga (**Gambar 4**). Terdapat atribut rasa yang paling dominan pada *cascara* arabika dan robusta yaitu asam dan manis (DePaula *et al.*, 2022). *Cascara* robusta yang diolah dengan proses alami memiliki cita asam yang dominan (Kristanti *et al.*, 2022), sedangkan *cascara* arabika dengan pengolahan basah memiliki rasa yang manis (Oktaviani *et al.*, 2021). Adapun pemilihan atribut rasa pahit pada seduhan *cascara* mengacu pada penelitian Adawiyah *et al.* (2019) tentang teh. Hal ini dikarenakan *cascara* termasuk seduhan, demikian pula teh. Umumnya teh memiliki intensitas rasa pahit, asam, dan *after taste* rasa sepat.

Intensitas rasa asam tertinggi yaitu *cascara* robusta var. Tambora. Rasa asam dipengaruhi komponen senyawa golongan asam. Berdasarkan hasil identifikasi komponen volatil menggunakan GC-MS, *cascara* robusta var. Tambora memiliki senyawa asam yaitu *hexadecanoic acid* (CAS) *palmitic acid*; *octadecanoic acid*

(CAS) *stearic acid*; dan *quinic acid*. Hasil penelitian ini sejalan dengan Heeger *et al.* (2017) bahwa bagian kulit kopi memiliki beberapa kandungan asam salah satunya *quinic acid* sebagai pembentuk rasa asam.

Intensitas rasa manis tertinggi yaitu *cascara* arabika var. Rinjani. Menurut Lee *et al.* (2017), adanya senyawa furan pada tanaman dapat berperan sebagai senyawa penyusun aroma *caramel* dan rasa *sweet* atau manis. Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan GC-MS, senyawa golongan furan pada *cascara* arabika var. Rinjani yaitu *2-furancarboxaldehyde*, *5-(hydroxymethyl)- (CAS) HMF*; *2-amino-9-(3,4-dihydroxy-5-hydroxymethyl-tetrahydro-furan-2-yl)-3,9-dihydro-puri*. Faktor pengolahan *cascara* juga berpengaruh pada pembentukan rasa manis. Proses pengeringan menyebabkan terjadinya degradasi karbohidrat menjadi gula sederhana seperti sukrosa (Yusibani *et al.*, 2023).

Intensitas rasa pahit tertinggi yaitu *cascara* arabika var. Tambora. Menurut



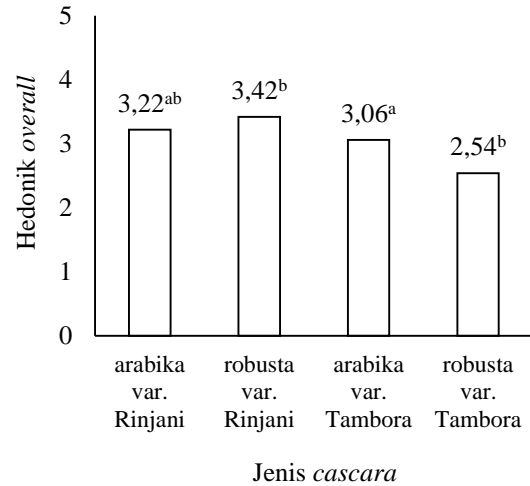
**Gambar 4.** Karakteristik sensori rasa *cascara* arabika var. Rinjani (○), robusta var. Rinjani (□) robusta var. Rinjani (△), arabika var. Tambora (◇)



Sales *et al.* (2024), senyawa yang berperan sebagai pembentuk rasa pahit yaitu *caffeine*. Senyawa *caffeine* termasuk ke dalam golongan alkaloid. *Caffeine* dapat larut dalam air dan memiliki rasa yang sangat pahit (Agustine *et al.*, 2021). Berdasarkan identifikasi komponen volatil menggunakan GC-MS (**Tabel 2**), semua sampel *cascara* memiliki *retention area caffeine* yang cukup tinggi yaitu *cascara* arabika var. Tambora 40,82%; *cascara* arabika var. Rinjani 22,37%; *cascara* robusta var. Tambora 20,04%; dan *cascara* robusta var. Rinjani 14,71%. Tingginya nilai *retention area caffeine* pada semua sampel menyebabkan intensitas rasa pahit (khas kopi) lebih dominan dibandingkan dengan intensitas atribut rasa yang lainnya.

#### Uji Hedonik Cascara Arabika dan Robusta

Uji hedonik dilakukan untuk mengukur tingkat kesukaan panelis secara keseluruhan (*acceptance*) pada atribut aroma dan rasa. Panelis yang digunakan pada uji ini yaitu 10 panelis terlatih dan 100 panelis konsumen. Preparasi sampel untuk uji hedonik ini menggunakan 2 gram *cascara* yang sudah dihaluskan dengan ukuran 12 mesh, selanjutnya diseduh menggunakan air 100 mL dengan suhu air 100°C selama 5 menit. Sampel yang sudah dipreparasi selanjutnya ditentukan atribut sensorinya oleh panelis terlatih. Hasil penentuan atribut sensori *cascara* arabika dan robusta yaitu pada atribut aroma terdiri dari *earthy*, *floral*, *fruity*, *green*, dan *dry*, sedangkan atribut rasa terdiri dari asam, manis, dan pahit. Atribut sensori aroma dan rasa ini yang digunakan sebagai parameter untuk uji hedonik pada panelis konsumen. Nilai hedonik keseluruhan *cascara* arabika dan robusta tersaji pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Skor hedonik tingkat kesukaan *cascara* arabika dan robusta

Nilai hedonik menunjukkan bahwa perbedaan jenis *cascara* memberikan tingkat kesukaan yang berbeda. Nilai hedonik tertinggi yaitu *cascara* robusta var. Rinjani dengan nilai sebesar 3,42. Berdasarkan skala hedonik yang digunakan maka nilai 3,42 termasuk dalam kriteria agak suka. Ditinjau dari hasil pengujian intensitas rasa menggunakan RATA, *cascara* robusta var. Rinjani memiliki rasa yang lebih manis dari *cascara* robusta var. Tambora. Rasa manis pada *cascara* dapat meningkat nilai hedonik dan lebih disukai oleh panelis konsumen, sedangkan nilai hedonik terendah yaitu *cascara* robusta var. Tambora sebesar nilai 2,54 dengan kriteria hedonik agak tidak suka. Ditinjau dari intensitas rasa menggunakan RATA menunjukkan bahwa *cascara* robusta var. Tambora memiliki intensitas rasa asam yang paling tinggi dibandingkan *cascara* jenis lainnya. Nilai hedonik yang rendah menunjukkan bahwa panelis kurang menyukai rasa *cascara* yang terlalu asam.

## KESIMPULAN

Profil komponen senyawa volatil setiap jenis *cascara* robusta dan arabika asal Nusa Tenggara Barat memiliki senyawa dominan yang berbeda. *Cascara* arabika var. Rinjani memiliki senyawa yang paling dominan yaitu *caffeine* dengan *retention area* 22,37% dan *2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one* dengan *retention area* 13,32%. *Cascara* robusta var. Rinjani memiliki senyawa dominan yaitu *caffeine* (*retention area* 14,71%) dan *quinic acid* (*retention area* 13,92%). *Cascara* arabika var. Tambora memiliki senyawa dominan yaitu *caffeine* (*retention area* 40,82%) dan *quinic acid* (*retention area* 11,67%). *Cascara* robusta var. Tambora memiliki senyawa yang paling dominan yaitu *quinic acid* (*retention area* 29,74%) dan *mome inostol* (*retention area* 22,98%). Adapun profil sensori yang dimiliki *cascara* arabika var. Rinjani yaitu aroma *fruity*, *earthy* dan *green*, dengan rasa asam, manis, dan pahit. *Cascara* arabika var. Tambora memiliki aroma *fruity*, *earthy*, dan *green*, dengan rasa asam, manis, pahit. *Cascara* robusta var. Rinjani memiliki aroma *floral*, *fruity*, *earthy* dan *green*, dengan rasa asam, manis, pahit. *Cascara* robusta var. Tambora memiliki aroma *earthy* dan *green*, dengan rasa asam, pahit.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada DITJEN DIKTI untuk dana penelitian ini melalui hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun 2023.

## DAFTAR PUSTAKA

Adawiyah, D.R., Azis, M.A., Ramadhani, A.S., & Chueamchaitrakun, P. (2019). Perbandingan profil sensori teh hijau menggunakan metode analisis deskripsi

kuantitatif dan cata (Check-All-That-Apply). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 30(2), 161–172. <https://doi.org/10.6066/jtip.2019.30.2.161>

Agustine, P., Damayanti, R.P., & Putri, N.A. (2021). Karakteristik ekstrak kafein pada beberapa varietas kopi di Indonesia. *JITIPARI (Jurnal Ilmiah Teknologi dan Industri Pangan UNISRI)*, 6(1), 78–89.

Al-Rubaye, A.F., Hameed, I.H., & Kadhim, M.J. (2017). A review: Uses of gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) technique for analysis of bioactive natural compounds of some plants. *International Journal of Toxicological and Pharmacological Research*, 9(1), 81–85.

Ariva, A.N., Widyasanti, A., & Nurjanah, S. (2020). Pengaruh suhu pengeringan terhadap mutu teh *cascara* dari kulit kopi arabika (*Coffea arabica*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 12(01), 21–28. DOI: 10.17969/jtipi.v12i1.15744

Baihaqi, Hakim, S., Fridayati, D., & Madani, E. (2023). Sifat Organoleptik Teh *Cascara* (Limbah Kulit Buah Kopi) pada Pengeringan Berbeda. *Jurnal Agrosains*, 16(1), 56–63.

Belgis, M., Zhafirah Arifin, T., Prameswari, D., Taruna, I., Choiron, M., Witono, Y., & Masahid, A.D. (2023). Sensory profile on robusta coffee by rate-all-that-apply (RATA). *Pelita Perkebunan (a Coffee and Cocoa Research Journal)*, 39(1), 32–42. <https://doi.org/10.22302/iccricri.jur.pelitaperkebunan.v39i1.546>

Bondesson, E. (2015). "A Nutritional Analysis on Tea By- Product Coffee Husk and Its Potential Utilization in Food Production". Bachelor Thesis. Department of Food Science, Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences, Swedish University of

- Agricultural Sciences.
- BSN. (2016). SNI 3945:2016 Teh Hijau. *Badan Standarisasi Nasional*.
- Carpenter, M. (2015). Cascara tea: A tasty infusion made from coffee waste. *National Public Radio*. (<https://www.npr.org/sections/thesalt/2015/12/01/456796760/cascara-tea-a-tasty-infusion-made-from-coffee-waste>). [Diakses tanggal 2 Juni 2024].
- Catrien, Surya, Y.S., & Ertanto, T. (2008). *Kreasi mailard pada produk pangan*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Chen, H., Zhang, X., Jiang, R., Ouyang, J., Liu, Q., Li, J., Wen, H., Li, Q., Chen, J., Xiong, L., Huang, J., & Liu, Z. (2023). Characterization of aroma differences on three drying treatments in Rucheng Baimao (*Camellia pubescens*) white tea. *LWT*, 179. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2023.114659>
- Chuyen, N.V. (1998). Maillard Reaction and Food Processing. In: Shahidi, F., Ho, C.T., van Chuyen, N. (eds) Process-induced chemical changes in food. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol. 434. Springer, Boston, MA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1925-0\\_18](https://doi.org/10.1007/978-1-4899-1925-0_18)
- Delarue, J., & Lawlor, J. Ben. (2022). *Rapid sensory profiling techniques: Applications in new product development and consumer research*. New Delhi: Woodhead Publishing.
- DePaula, J., Cunha, S.C., Cruz, A., Sales, A. L., Revi, I., Fernandes, J., Ferreira, I.M.P.L. V.O., Miguel, M.A.L., & Farah, A. (2022). Volatile fingerprinting and sensory profiles of coffee cascara teas produced in Latin American Countries. *Foods*, 11(19). <https://doi.org/10.3390/foods11193144>
- DITJENBUN [Direktorat Jenderal Perkebunan kementerian Pertanian, Republik Indonesia]. (2022). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2020-2022. (<https://ditjenbun.pertanian.go.id/template/uploads/2022/08/STATISTIK-UNGGULAN-2020-2022.pdf>) [Diakses tanggal 29 Juni 2024].
- Esquivel, P., & Jiménez, V.M. (2012). Functional properties of coffee and coffee by-products. *Food Research International*, 46(2) 488–495. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.05.028>
- Fahiroh, D.M. (2022). "Profil Komponen Volatil dan Sensori Kopi Arabika Asal Jawa, Bali dan Mataram". Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Flament, I. (2017). *Volatile Compounds in Foods and Beverages (1st ed.)*. Chapter: *Coffee, cocoa, and tea* (e-book). New York: Routledge. <https://doi.org/10.1201/9780203734285>
- Garis, P., Romalasari, A., & Purwasih, R. (2019). Pemanfaatan limbah kulit kopi cascara menjadi teh celup. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 10(1), 279–285.
- Heeger, A., Kosińska-Cagnazzo, A., Cantergiani, E., & Andlauer, W. (2017). Bioactives of coffee cherry pulp and its utilisation for production of cascara beverage. *Food Chemistry*, 221, 969–975.
- Hu, R., Fang, L., Kuang, Q., Dong, W., Chen, Z., Jiang, K., Long, Y., & Yan, L. (2021). Sensory characteristics of dry aroma and cupping quality of coffee from Lincang, Yunnan. *Shipin Kexue/Food Science*, 42(20), 180–187. <https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20200916-200>
- Jiamjariyatam, R., Samosorn, S., Dolsophon, K., Tantayotai, P., Lorliam, W., & Krajangsang, S. (2022). Development of cascara tea from coffee cherry pulp.

- Journal of Culinary Science and Technology*, 22(6), 1111–1126. <https://doi.org/10.1080/15428052.2022.2106336>
- Kristanti, D., Setiaboma, W., Ratnawati, L., & Sagita, D. (2022). Robusta coffee cherry fermentation: Physicochemical and sensory evaluation of fermented cascara tea. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11). <https://doi.org/10.1111/jfpp.17054>
- Lee, J.S., Kim, Y.T., Jeon, E.K., Won, H.S., Cho, Y.S., & Ko, Y.H. (2012). Effect of green tea extracts on oxaliplatin-induced peripheral neuropathy in rats. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 12. <https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-124>
- Lee, L.W., Tay, G.Y., Cheong, M.W., Curran, P., Yu, B., & Liu, S.Q. (2017). Modulation of the volatile and non-volatile profiles of coffee fermented with *Yarrowia lipolytica*: I. Green coffee. *LWT*, 77, 225–232. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.047>
- Lee, Y.G., Cho, E.J., Maskey, S., Nguyen, D. T., & Bae, H.J. (2023). Value-added products from coffee waste: A review. *Molecules*, 28(8), 3562. <https://doi.org/10.3390/molecules28083562>
- Leonard, W., Zhang, P., Ying, D., & Fang, Z. (2023). Surmounting the off-flavor challenge in plant-based foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(30), 10585–10606. DOI: 10.1080/10408398.2022.2078275
- Li, L., Perea-Sanz, L., López-Díez, J.J., Salvador, A., Belloch, C., & Flores, M. (2022). Aroma enhancement in dry cured loins by the addition of nitrogen and sulfur precursors. *Meat Science*, 184. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108698>
- Mayer, F., Czerny, M., & Grosch, W. (2000). Sensory study of the character impact aroma compounds of a coffee beverage. *European Food Research and Technology*, 211, 272–276. <https://doi.org/10.1007/s002170000169>
- Muzaifa, M., Yusriana, Y., Azmi, M.S., & Rahmi, F. (2020). Analisis mutu kimia cascara yang diperoleh dari kombinasi waktu dan suhu pengeringan serta pengecilan ukuran yang berbeda. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 24(2), 107–113.
- Nafisah, D., & Widyaningsih, T.D. (2018). Kajian metode pengeringan dan rasio penyeduhan pada proses pembuatan teh cascara kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 6(3), 37–47. DOI: 10.21776/ub.jpa.2018.006.03.5
- Oktaviani, S., Yuwana, Y., & Hidayat, L. (2021). Coffee cherry's pulp variety and pulping delay time leading to cascara tea products. *International Journal of Agricultural Technology*, 17(5).
- Ployon, S., Morzel, M., & Canon, F. (2017). The role of saliva in aroma release and perception. *Food Chemistry*, 226, 212–220. DOI: 10.1016/j.foodchem.2017.01.055
- Pramita, D.E.H., & Sayekti, D. (2013). Karakterisasi senyawa alkaloid dari fraksi etil asetat daun kesum (*Polygonum minus* Huds). *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 2(3), 142–147.
- Prayogi, A.G. (2020). "Profil Komponen Volatil dan Sensori Kopi Robusta Terfermentasi Enzim Biduri pada Tingkat Kematangan yang Berbeda". Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember, Jember.
- Putri, A.D.M., & Suryaningsih, W. (2023). Kajian jenis kopi dan tingkat kematangan arabika dan robusta terhadap sifat sensorik dan kimia pada

- produk cascara. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 18(2), 62. DOI: 10.33104/jihp.v18i2.8221
- Riadi, M., Okasa, A.M., Sjahril, R., Mahendradatta, M., & Rafiuddin, R. (2022). Volatile compound analysis of aromatic rice mutant lines using HS-SPME/GC-MS. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 9(2), 257–267.
- Romero, M.V., & Ho, C.T. (2007). *Maillard reaction in flavor generation*. Handbook of Meat, Poultry and Seafood Quality, pp. 259–274.
- Rosida, D.F. (2016). Reaksi Maillard. In *Yayasan Humaniora* (Vol. 1, Issue 1).
- Sales, A.L., Cunha, S.C., Ferreira, I.M.P.L.V. O., Morgado, J., Melo, L., DePaula, J., Miguel, M.A.L., & Farah, A. (2024). Volatilome, microbial, and sensory profiles of coffee leaf and coffee leaf-toasted maté kombuchas. *Foods*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/foods13030484>
- Shakoor, A., Zhang, C., Xie, J., & Yang, X. (2022). Maillard reaction chemistry in formation of critical intermediates and flavour compounds and their antioxidant properties. *Food Chemistry*, 393(1), 133416. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133416>
- Sholichah, E., Apriani, R., Desnilasari, D., Karim, M.A., & Hervelly, H. (2019). By-product kulit kopi arabika dan robusta sebagai sumber polifenol untuk antioksidan dan antibakteri. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 14(2), 57–66.
- Stone, H., & Sidel, J. L. (2004). *Sensory evaluation practices. Third edition*. Massachusetts: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-672690-9.X5000-8>
- Sugito, S., Rosidah, U., & Wijaya, A. (2023). Pengaruh lama fermentasi kulit kopi robusta dan arabika terhadap mutu teh cascara serta uji keama. *Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, 10(1), 1073–1081.
- Torres-Penaranda, A. V., & Reitmeier, C. A. (2001). Sensory descriptive analysis of soymilk. *Journal of Food Science*, 66(2). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2001.tb11345.x>
- Varela, P., & Ares, G. (2014). *Novel techniques in sensory characterization and consumer profiling*. United States: CRC Press.
- Wu, H., Chen, Y., Feng, W., Shen, S., Wei, Y., Jia, H., Wang, Y., Deng, W., & Ning, J. (2022). Effects of three different withering treatments on the aroma of white tea. *Foods*, 11(16), 2502. <https://doi.org/10.3390/foods11162502>
- Xiao, Y., Huang, Y., Chen, Y., Xiao, L., Zhang, X., Yang, C., Li, Z., Zhu, M., Liu, Z., & Wang, Y. (2022). Discrimination and characterization of the volatile profiles of five Fu brick teas from different manufacturing regions by using HS-SPME/GC-MS and HS-GC-IMS. *Current Research in Food Science*, 5, 1788–1807. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.09.024>
- Yusibani, E., Yufita, E., Jalil, Z., & Suhendi, E. (2023). The effect of temperature and roasting time on the physical properties of arabica and robusta gayo coffee bean. *Journal of Applied Agricultural Science and Technology*, 7(2), 100–108. <https://doi.org/10.55043/jaast.v7i2.75>