

Karakterisasi Kopi Unggulan Indonesia Jenis Arabika Sangrai *Medium To Dark* Menggunakan Fourier Transform Infra Red

Nurul Mafazi^{(1,a)*}, Zulkarnain Jalil^(1,b) dan Elin Yusibani^(1,c)

⁽¹⁾Magister Fisika, Departemen Fisika, FMIPA Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh Indonesia, 23111

Email : ^(a)nurulmafazi05@yahoo.com, ^(b)zjalil@usk.ac.id, ^(c)e_yusibani@usk.ac.id

Diterima (19 April 2024), Direvisi (02 Juli 2024)

Abstract. This research was conducted to determine the chemical characteristics of Arabica Indonesia's coffee beans. Four sample of Arabica coffee beans are taken, i.e., from Toraja, Wamena, Kintamani, and Flores, then roasted to the Medium to Dark (MTD) level around temperatures (213-215)°C within 9-13 minutes. Chemical properties testing in the form of identification of functional groups of coffee beans before and after the roasting process is carried out using FTIR. The results showed that the roasting process affects the functional groups and the appearance of flavor compounds in roasted coffee beans. There is the appearance of ether groups in the 1000-1300 cm⁻¹ spectra region, aromatic acid groups in the 1680-1700 cm⁻¹ spectra region, vinyl and lactone ester groups in the 1762-1780 cm⁻¹ spectra region, 1724-1739 cm⁻¹ aldehyde groups, 1740-1755 cm⁻¹ aliphatic ester groups, 1705-1714 cm⁻¹ aliphatic acid groups, and ketone groups in 1705-1725 cm⁻¹ spectra region. Carbohydrates in the region of 1400-900 cm⁻¹ are seen to have decreased transmittance.

Keywords: Arabica, chemical properties, medium to dark roasting, coffee, FTIR.

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik kimiawi biji kopi unggulan Indonesia jenis Arabika. Empat jenis biji kopi diambil sebagai sampel yaitu yang berasal dari Toraja, Wamena, Kintamani, dan Flores, kemudian disangrai hingga mencapai kondisi *medium to dark* sekitar suhu (213-215)°C dalam waktu 9-13 menit. Pengujian sifat kimia berupa identifikasi gugus fungsi biji kopi sebelum dan setelah proses penyangraian dilakukan menggunakan FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses penyangraian mempengaruhi gugus fungsi dan kemunculan senyawa cita rasa pada biji kopi yang telah disangrai. Terdapat kemunculan gugus ether pada wilayah spektra 1000-1300 cm⁻¹, gugus asam aromatik pada wilayah spektra 1680-1700 cm⁻¹, gugus ester vinil dan lactone pada wilayah spektra 1762-1780 cm⁻¹, gugus aldehida 1724-1739 cm⁻¹, gugus ester alifatik 1740-1755 cm⁻¹, gugus asam alifatik 1705-1714 cm⁻¹, dan gugus ketone pada wilayah spektra 1705-1725 cm⁻¹. Karbohidrat pada wilayah 1400-900 cm⁻¹ terlihat mengalami penurunan transmittansi.

Kata kunci: Arabika, karakteristik kimia, *medium to dark roasting*, kopi unggulan, uji FTIR.

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas hasil perkebunan Indonesia yang memiliki peran cukup penting dalam perekonomian nasional. Indonesia merupakan salah satu negara yang menjadi penyedia utama kopi dunia. Beberapa daerah yang dikenal dengan komoditas kopi di antaranya Sumatera, Jawa, Bali, Flores dan Papua. Selain itu,

Indonesia merupakan produsen kopi terbesar keempat di dunia setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia. Sekitar 67% dari total produksi kopi diekspor dan sisanya 33% untuk kebutuhan dalam negeri. Buah kopi mentah berwarna hijau muda, kemudian berubah menjadi hijau tua, lalu kuning. Buah kopi yang siap panen (*ripe*) memiliki warna merah hingga merah tua. Penelitian yang

telah dilakukan berkaitan dengan sifat fisis dari buah kopi berdasarkan warna saat memanen, hasil penelitian menunjukkan bahwa warna dari buah kopi dapat mempengaruhi cita rasa dari kopi tersebut. Buah kopi yang belum matang berwarna hijau muda, kemudian menjadi hijau tua dan kemudian kuning. Warna biji kopi siap panen adalah merah hingga merah tua. Sifat fisik biji kopi telah dipelajari berdasarkan warna tanaman, hasilnya menunjukkan bahwa warna biji kopi dapat mempengaruhi cita rasa kopi [1]. Terdapat dua keping pada biji kopi, yaitu bagian yang datar (perut) dan permukaan yang melengkung (punggung), namun beberapa diantaranya juga memiliki biji kopi yang hanya memiliki satu keping elips (sering disebut kopi lanang (*peaberry*)). Kopi merupakan angiospermae atau angiospermae yang memiliki dua lapisan, yaitu lapisan kulit luar (*testa*) yang merupakan lapisan mirip kayu yang keras, dan lapisan lain yang disebut kulit bagian dalam (*tegmen*). *Testa* melindungi bagian dalam biji kopi, sedangkan *tegmen* adalah selaput tipis seperti membran yang sering disebut epidermis. Biji kopi memiliki inti biji (*nucleus seminis*), yang terdiri dari badan (*embryo*) dan badan putih (*albumin*). Inti adalah calon individu baru, sedangkan badan putih berupa jaringan yang berisi makanan untuk awal kehidupan. Bentuk sebum kopi dapat dijadikan pedoman untuk menentukan jenis kopi, karena perbedaan bentuk merupakan ciri khas setiap jenis kopi [2].

Perkebunan kopi di seluruh Indonesia menawarkan begitu banyak varietas kopi yang bagus, baik robusta maupun arabika. Karakteristik kopi yang sudah tumbuh juga berbeda sesuai dengan kondisi masing-masing areal tanam. Letak geografis Indonesia sangat cocok untuk perkebunan kopi. Dalam Laporan Ekspor edisi Februari 2018, Kementerian Perdagangan RI mencatat bahwa Indonesia memiliki tujuh produk unggulan ekspor kopi yang berbeda

berdasarkan wilayah, yaitu kopi Sumatera, kopi Sulawesi, kopi Aceh Gayo, kopi Bali Kintamani, kopi Papua Wamena, kopi Flores Bajawa dan kopi Jawa. *Roasting* merupakan salah satu faktor penentu kualitas biji kopi. Proses pemanggangan pada biji kopi menyebabkan ribuan senyawa kimia terbentuk dan terurai.

Beberapa efek dari proses penyangraian antara lain perubahan warna biji kopi dari kuning kehijauan menjadi hitam kecokelatan, ukuran menjadi dua kali lipat, kepadatan berkurang, dan rasa manisnya hilang. Tujuan dari penyangraian biji kopi itu sendiri adalah untuk membentuk rasa dan aroma dari biji kopi tersebut [3]. Kualitas biji kopi dipengaruhi oleh proses budidaya dan pengolahan pascapanen. Di tingkat eksportir atau importir, kualitas kopi dinilai berdasarkan ukuran biji kopi, ketersediaan produk, karakteristik fisik, jumlah biji kopi yang cacat, dan harga. Di tingkat penyangraian, kualitas kopi tergantung pada kadar air, asal geografis, harga, karakteristik stabilitas, kualitas organoleptik, dan senyawa biokimia [4]. Kualitas kopi memiliki sifat yang kompleks karena melibatkan karakteristik sensorik dan karakteristik kimiawi. Proses penyangraian kopi berperan dalam menghasilkan aroma dan mengaktifkan senyawa biologis dalam kopi sehingga menghasilkan cita rasa yang khas [4].

Terdapat penelitian tentang pengaruh suhu dan waktu penyangraian terhadap sifat fisik dan kimia kopi arabika asal daerah Gayo provinsi Aceh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu dan waktu penyangraian berpengaruh terhadap sifat fisik dan kimianya [5]. Perubahan sifat fisik dan kimia kopi pada tingkat penyangraian yang berbeda juga telah dipelajari. Kopi Robusta Semendeo digunakan sebagai sampel kopi. Teknologi *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) digunakan untuk mengidentifikasi jenis ikatan kimia pada kopi. Sampel kopi yang

telah disangrai dihaluskan dengan blender sebelum dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan kafein kopi robusta Semendo mengalami penurunan selama penyangraian, namun tidak signifikan. Pada spektra FTIR terlihat jelas bahwa puncak intensitas daerah spektral kafein sekitar $1650\text{--}1600\text{ cm}^{-1}$ relatif tidak berubah untuk semua perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan kafein tertinggi diperoleh pada tingkat *light roast* [6]. Penelitian telah dilakukan untuk mengevaluasi kualitas kopi terbaik dengan FTIR dan *chemometrics* menggunakan 56 sampel kopi sangrai. Sampel kemudian dianalisis dengan FTIR menggunakan detektor DLATGS (*deuterated triglycine sulfate doped with L-alanine*). Wilayah 1650 hingga 1600 cm^{-1} ditemukan sebagai wilayah penyerapan kafein, wilayah ini digunakan dalam model prediktif dan kuantitatif untuk analisis kafein [7]. Penelitian melihat perubahan mikrostruktur biji kopi yang mengalami beberapa tahapan penyangraian juga telah dilakukan. Selama penyangraian, biji kopi dipanaskan pada suhu $200\text{--}240^{\circ}\text{C}$ selama 10-15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu sekitar penyangraian, ukuran, bentuk, kelembapan, dan faktor lainnya memengaruhi perubahan struktur mikro kopi dan reaksi kimia yang menyebabkan rasa berkembang dan terlepas [8].

Sifat kimia biji kopi dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti tingkat pemanggangan dan cara penyiapan kopi. Hal ini ditunjukkan dengan adanya perubahan tingkat serapan spektrum FTIR yang mengindikasikan terjadinya reduksi senyawa kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu penyangraian dan lama penyangraian berpengaruh besar terhadap persepsi sensori [9]. Sebuah studi menunjukkan bahwa kondisi penyangraian juga mempengaruhi sifat fisiko-kimia bubuk kopi Motlop. Kopi uji umumnya memiliki kualitas lebih tinggi daripada kopi tradisional Motlop [10].

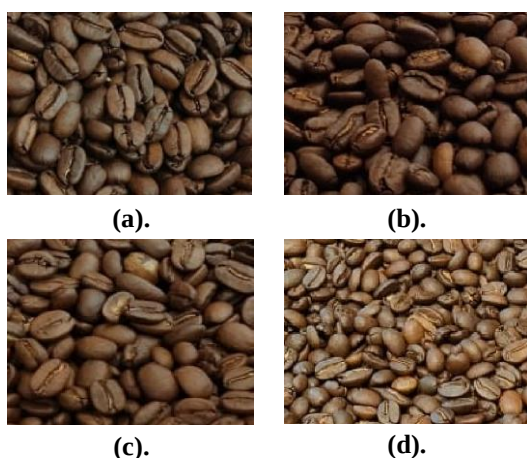
Penelitian menganalisis perubahan kandungan kimia kopi Brasil komersial sebagai fungsi waktu penyimpanan menggunakan Fourier transform infrared spectroscopy (FT-IR) yang digabungkan dengan metode kemometrik telah dilakukan. Spektrum yang diperoleh antara 4000 dan 500 cm^{-1} . Hasil menunjukkan bahwa kopi ini sensitif terhadap waktu dan kondisi penyimpanan sehingga menyebabkan perubahan aroma dan rasa [11].

Dari penelitian-penelitian terdahulu, dapat disimpulkan bahwa suhu *roasting* mempengaruhi sifat fisis dan kimiawi biji kopi, namun uji karakteristik kimiawi biji kopi unggulan asal Indonesia belum banyak dilakukan. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengujian perubahan sifat kimiawi dari kopi unggulan yang berasal dari Indonesia setelah *roasting* menggunakan FTIR terhadap biji kopi sebelum dan setelah dilakukan proses penyangraian pada tingkat *Medium To Dark* (MTD). Penyangraian atau *roasting* kopi merupakan salah satu proses yang digunakan untuk meningkatkan kekompleksitasan bahan kimia dari biji kopi. Penyangraian biji kopi dilakukan untuk mendapatkan aroma dari biji kopi yang dapat diterima saat akan diseduh. Proses penyangraian juga digunakan untuk mematangkan biji kopi yang masih basah menjadi biji kopi kering sehingga siap untuk diseduh dan dikonsumsi.

Proses penyangraian menyebabkan kopi kehilangan 12-24% bobotnya, hal ini dipengaruhi kadar air di awal, tingkat kematangan saat dipanggang dan pengembangan biji kopi bagian dalam selama proses penyangraian berlangsung. Penelitian ini dilakukan agar diperoleh informasi tambahan bagaimana proses *roasting* mempengaruhi kualitas biji kopi dari Indonesia sehingga dapat dijadikan bahan literasi tambahan guna menaikkan kualitas ekspor biji kopi berasal dari Indonesia [12].

METODE PENELITIAN

Biji kopi yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari supplier yang berada di kota Jakarta yang berasal dari Flores, Kintamani, Toraja dan Wamena. Biji kopi yang digunakan berjenis Arabika dengan pengolahan *full/semi washed*. Mesin roasting Noir N2000i, digunakan untuk mengolah biji kopi mentah menjadi biji kopi siap seduh dengan level MTD. Hasil penyangraian dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Sampel biji kopi yang digunakan dalam penelitian setelah di sangrai untuk (a) Toraja (b) Wamena, (c) Kintamani, dan (d) Flores

1. Proses Roasting

Dengan mesin yang digunakan, diketahui bahwa biji kopi Toraja mencapai *first crack* pada suhu 178°C dan mencapai level MTD pada suhu 214°C dalam waktu 13 menit. Biji kopi Wamena mencapai *first crack* pada suhu 178°C dan mencapai kondisi MTD pada suhu 214°C dalam waktu 10 menit. Biji kopi Kintamani mencapai *first crack* pada suhu 186°C dan mencapai level MTD pada suhu 215°C dalam waktu 9 menit, dan terakhir biji kopi Flores mencapai *first crack* pada suhu 187°C dan mencapai level MTD pada suhu 213°C dalam waktu 13 menit.

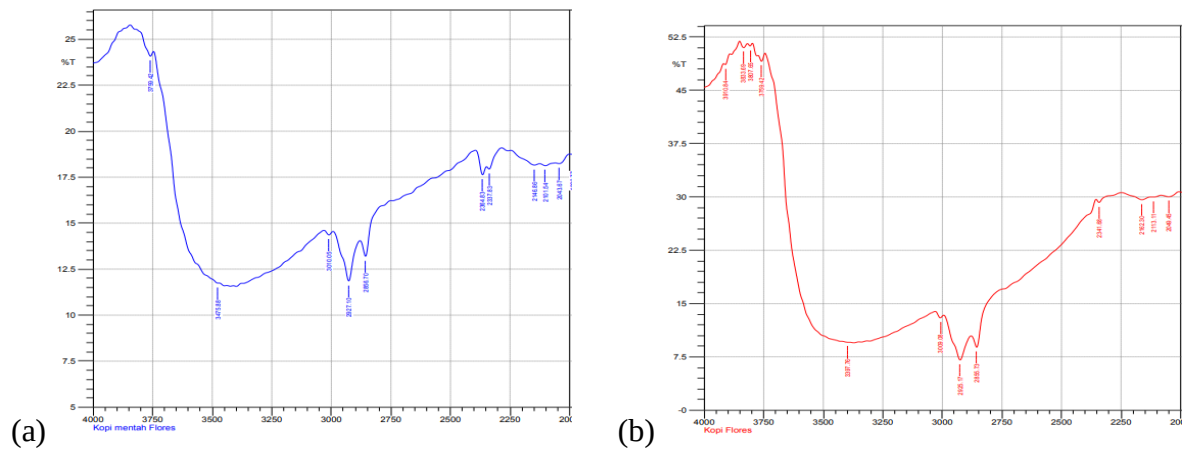
2. FTIR

Analisa data dilakukan dengan pemrosesan sinyal pada setiap spektrum FTIR yang dihasilkan yaitu dengan mengkoreksi garis dasar dan normalisasi. Pembuatan model identifikasi dan autentifikasi dilakukan dengan menggunakan data absorbans pada bilangan gelombang 4000-400 per-cm. analisis multivariat yang digunakan yaitu Analisis Komponen Utama (AUD) dan Analisis Diskriminan (AD).

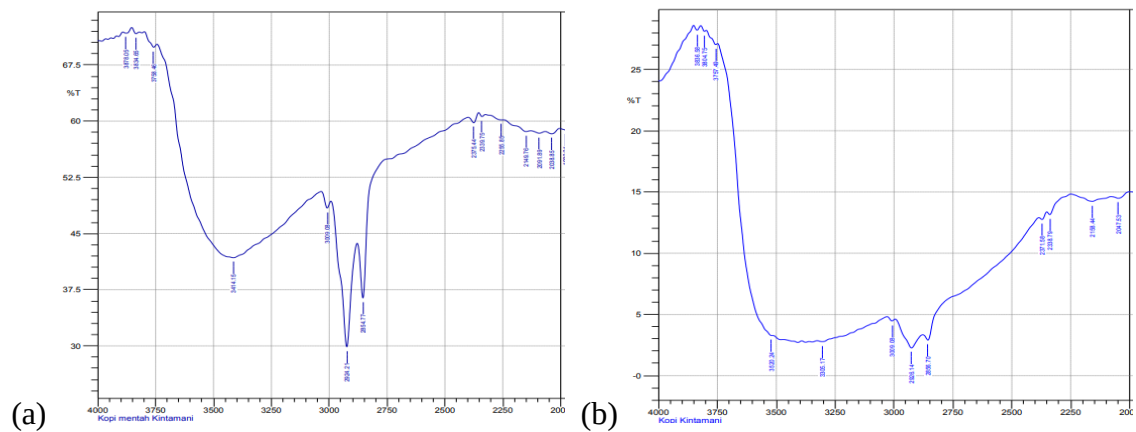
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sinar Inframerah dapat dibedakan dalam tiga bagian, yakni spektrum far-IR ($<400\text{ cm}^{-1}$), spektrum mid-IR ($400\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$), dan spektrum near-IR ($4000\text{--}13000\text{ cm}^{-1}$). Sedangkan FTIR yang digunakan pada penelitian ini menggunakan spektrum mid-IR, yakni bekerja pada bilangan gelombang antara $4000\text{--}625\text{ cm}^{-1}$, atau pada panjang gelombang yang bersesuaian pada nilai 1,6 – 2,5 mikrometer. Pada panjang gelombang tersebut setiap gugus fungsi senyawa organik akan memiliki nilai serapan yang unik. Kita ketahui bersama bahwa pada spektrum mid-IR akan dibagi kembali kedalam empat bagian yaitu (a) bagian ikatan tunggal ($2500\text{--}4000\text{ cm}^{-1}$) (b) bagian ikatan rangkap tiga ($2000\text{--}2500\text{ cm}^{-1}$) (c) ikatan rangkap dua ($1500\text{--}2000\text{ cm}^{-1}$) dan terakhir (d) bagian sidik jari ($600\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$).

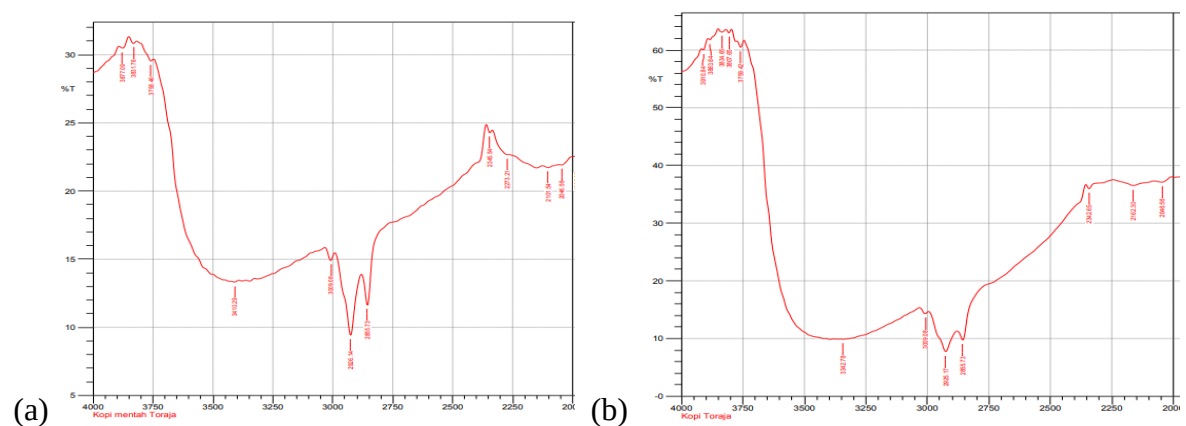
Gambar 2-5 menunjukkan hasil karakterisasi FTIR pada penelitian ini pada sampel sebelum dan sesudah sangrai pada bagian ikatan tunggal dan ikatan rangkap tiga yakni pada daerah bilangan gelombang ($2000\text{--}4000$) cm^{-1} . Secara umum diketahui bahwa setelah proses sangrai nilai spektrum transmitansi lebih tinggi dari pada biji mentahnya kecuali untuk kopi jenis Kintamani berlaku sebaliknya.



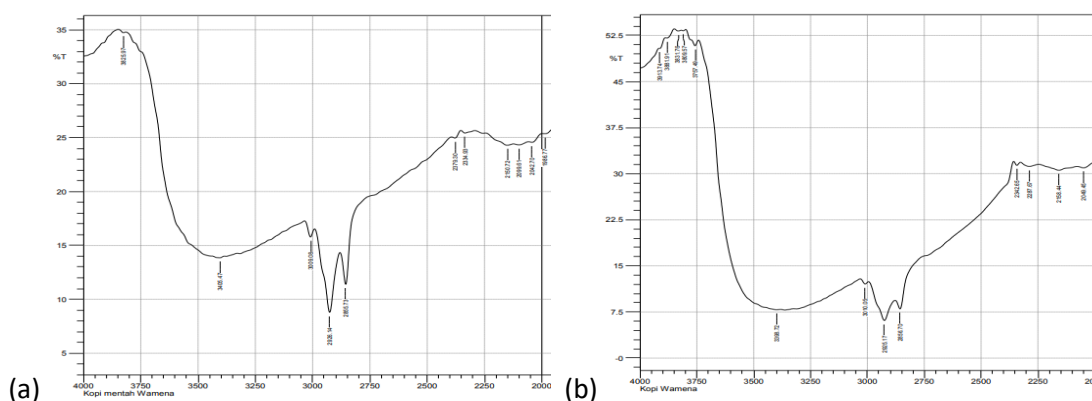
Gambar 2. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan tunggal dan rangkap tiga pada sampel biji kopi Flores (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.



Gambar 3. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan tunggal dan rangkap tiga pada sampel biji kopi Kintamani (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.



Gambar 4. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan tunggal dan rangkap tiga pada sampel biji kopi Toraja (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.



Gambar 5. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan tunggal dan rangkap tiga pada sampel biji kopi Wamena (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.

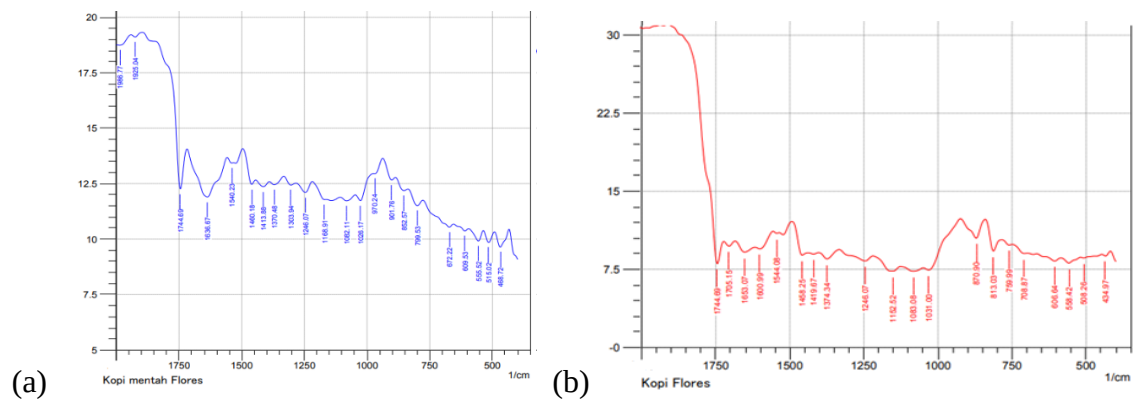
Sampel yang sama juga telah diuji secara fisis mencakup densitas, kadar air dan porositas oleh penulis dan didapatkan bahwa untuk Kintamani memiliki tendensi yang berbeda [13]. Setiap biji kopi Arabika khas Indonesia ini memiliki puncak yang sama pada sekitar 3300 - 3500 cm^{-1} dengan puncak yang lebar, ini menunjukkan adanya ikatan hydrogen, dan puncak tajam sekitar 3000 cm^{-1} menunjukkan adanya cincin *aromatic (unsaturated compound)*. Selanjutnya setiap sampel kopi unggulan Indonesia ini setelah dan sebelum proses sangrai juga didapati puncak tajam pada spektrum dibawah 3000 cm^{-1} , yakni antara 2900 dan 2800 cm^{-1} , ini mengindikasikan adanya komposisi alifatik dan aldehida. Pada daerah ikatan rangkap tiga diantaranya $\text{C}\equiv\text{C}$ disekitar 2200 cm^{-1} .

Gambar 6-9 menunjukkan gugus fungsi ikatan rangkap dua dan sidik jari untuk sampel pada penelitian ini. Secara umum diketahui dari gambar bahwa nilai transmitansi berkisar antara 15 – 30, kecuali pada Kintamani biji mentah mencapai 60%. Serapan gugus fungsi pada sampel setelah proses sangrai cenderung rendah sekitar di bawah 10%, bahkan untuk kopi jenis kintamani kurang dari 5%. Gugus fungsi teridentifikasi dengan menggunakan karakterisasi FTIR pada sampel biji kopi

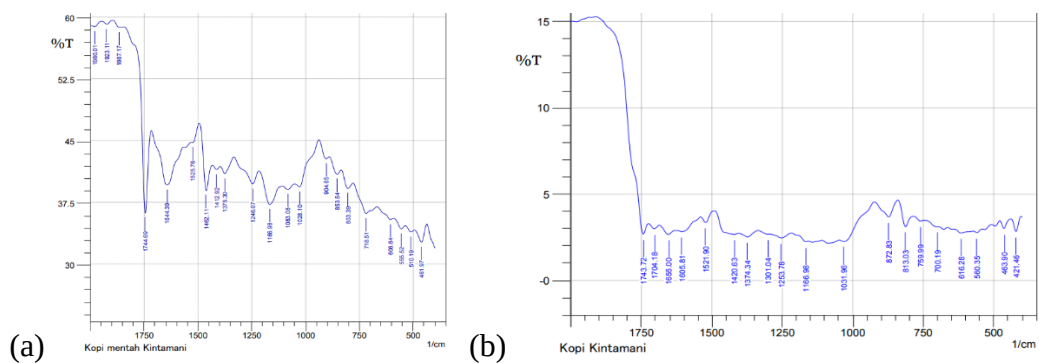
didapatkan bahwa pada regangan $\text{C}=\text{O}$ yang merupakan kelompok ester alifatik pada wilayah serapan (1755-1650) cm^{-1} , $\text{C}=\text{O}$ yang berkorelasi dengan asam karboksilat dan ketone pada wilayah serapan (1725-1700) cm^{-1} , dan wilayah serapan (1400-900) cm^{-1} yang berkorelasi dengan karbohidrat.

Kemudian gugus ether pada wilayah spektra 1000-1300 cm^{-1} , gugus asam aromatik pada wilayah spektra 1680-1700 cm^{-1} , gugus ester vinil dan lactone pada wilayah spektra 1762-1780 cm^{-1} , gugus aldehida 1724-1739 cm^{-1} , gugus ester alifatik 1740-1755 cm^{-1} , gugus asam alifatik 1705-1714 cm^{-1} , dan gugus ketone pada wilayah spektra 1705-1725 cm^{-1} . Kafein sendiri ditentukan dengan melihat daerah serapan di sekitar 1600-1700 cm^{-1} .

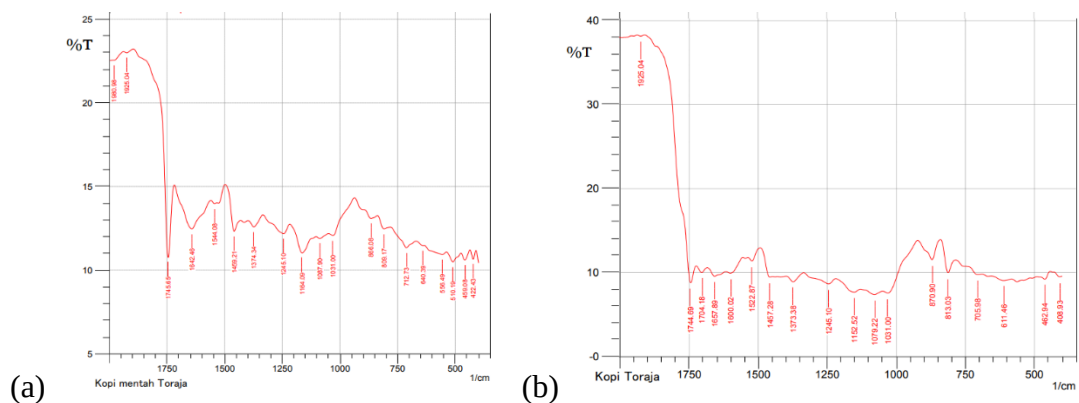
Kafein atau 1,3,7-trimethylxanthine yang memiliki bentuk *white powdered alkaloid* memiliki rasa yang sangat pahit. Kafein bertindak sebagai stimulan untuk sistem saraf pusat (SSP) yang memiliki efek seketika dalam memulihkan kesadarann baik pada manusia maupun hewan percobaan [14]. Spektra IR menunjukkan bahwa terjadi penurunan intensitas transmitansi pada wilayah serapan ini, penurunan ini mengindikasikan bahwa terjadi peningkatan kadar kafein setelah dilakukan proses penyangraian.



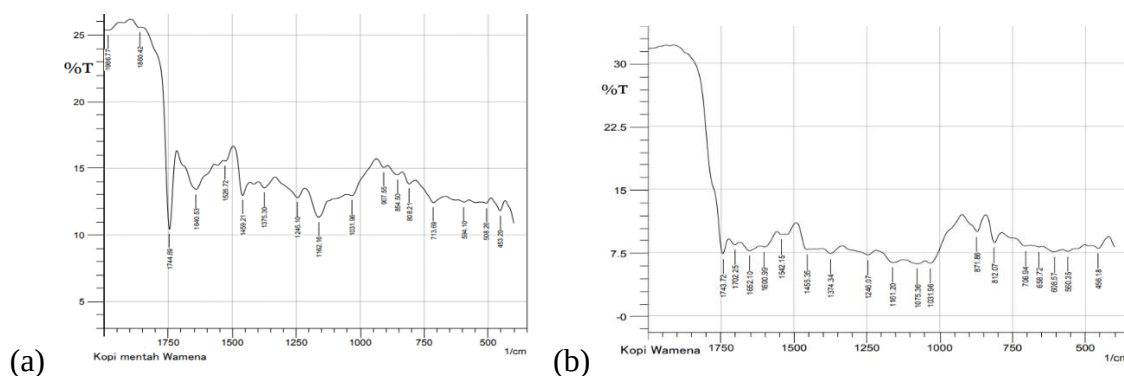
Gambar 6. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan rangkap dua dan sidik jari pada sampel biji kopi Flores (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.



Gambar 7. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan rangkap dua dan sidik jari pada sampel biji kopi Kintamani (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.



Gambar 8. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan rangkap dua dan sidik jari pada sampel biji kopi Toraja (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.



Gambar 9. Gugus fungsi senyawa organik untuk ikatan rangkap dua dan sidik jari pada sampel biji kopi Wamena (a) sebelum dan (b) sesudah sangrai.

Hal ini dikarenakan terjadi penguraian zat cair dan zat asam sehingga jumlah kandungan zat cair seperti kafein, lemak, dan mineral mengalami peningkatan. Sebuah penelitian telah menunjukkan bahwa semakin tinggi elevasi suatu daerah, maka kopi yang dihasilkan akan memiliki kadar kafein yang lebih tinggi. Pada penelitian ini, kopi asal Kintamani Bali memiliki intensitas transmitansi yang lebih tinggi pada pita serapan kafein jika dibandingkan dengan kopi asal Wamena Papua, Flores, dan Toraja. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan kafein pada kopi asal Kintamani Bali merupakan yang terendah, sedangkan kopi asal Wamena Papua, Flores, dan Toraja memiliki kandungan kafein yang relatif sama [15].

Wilayah serapan $1755\text{--}1650\text{ cm}^{-1}$ yang terkorrelasi dengan asam karboksilat dan ketone pada wilayah serapan ($1725\text{--}1700$), gugus ether pada wilayah spektra $1000\text{--}1300\text{ cm}^{-1}$, gugus asam aromatik pada wilayah spektra $1680\text{--}1700\text{ cm}^{-1}$, gugus ester vinil dan lactone pada wilayah spektra $1762\text{--}1780\text{ cm}^{-1}$, gugus aldehida $1724\text{--}1739\text{ cm}^{-1}$, gugus ester alifatik $1740\text{--}1755\text{ cm}^{-1}$, gugus asam alifatik $1705\text{--}1714\text{ cm}^{-1}$, dan gugus ketone pada wilayah spektra $1705\text{--}1725\text{ cm}^{-1}$ juga terlihat mengalami penurunan intensitas

transmitansi. Senyawa ini penting untuk menentukan kualitas organoleptik dari kopi.

Spektra IR menunjukkan bahwa terjadi penurunan intensitas transmitansi pada wilayah serapan ini, penurunan ini mengindikasikan bahwa terjadi perubahan kimia setelah dilakukan proses penyangraian yang menstimulasi munculnya senyawa-senyawa aromatik yang memberi aroma khas. Kelompok ester merupakan senyawa yang memberikan aroma *fruity*, aldehida/ketone memberikan range aroma *woody*, timun, buah yang telah matang, dan kacang-kacangan. Sementara itu asam berkontribusi dalam memberikan aroma yang mirip dengan vinegar, coklat, dan karamel yang dipanggang [16]. Penelitian menunjukkan bahwa volatil seperti aldehida dan keton yang sebagian besar terkait dengan aroma earthy dan aroma green ditemukan pada tingkat yang lebih tinggi diantara sampel kopi yang berasal dari perkebunan dengan suhu yang lebih tinggi. Pada penelitian ini, kopi asal Kintamani Bali memiliki intensitas transmitansi yang lebih tinggi di bagian *fingerprint* jika dibandingkan dengan kopi asal Wamena Papua, Flores, dan Toraja. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan senyawa aromatik pada kopi asal

Kintamani Bali merupakan yang terendah, sedangkan kopi asal Wamena Papua, Flores, dan Toraja memiliki kandungan sukrosa yang relatif sama [17]. Sukrosa, merupakan karbohidrat sederhana yang paling banyak terdapat dalam biji kopi hijau. Senyawa ini bertindak sebagai prekursor aroma selama proses penyangraian, menghasilkan beberapa golongan senyawa seperti asam karboksilat, furan, dan aldehida yang akan mempengaruhi cita rasa kopi. Sukrosa berubah menjadi asam alifatik dan senyawa aroma selama penyangraian biji kopi. Melalui reaksi model, telah dikonfirmasi bahwa sukrosa adalah sumber utama asam alifatik (format, asetat, glikolat, dan laktat) yang dihasilkan selama proses penyangraian kopi. Hal ini sejalan dengan penurunan intensitas transmitansi pada wilayah $1400\text{-}900\text{ cm}^{-1}$. Senyawa ini ditemukan mengalami kerusakan di tahap awal penyangraian. Sukrosa ditemukan rusak dengan cepat pada tahap awal penyangraian [18].

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses penyangraian mempengaruhi gugus fungsi dan kemunculan senyawa cita rasa pada biji kopi yang telah disangrai. Terdapat kemunculan gugus ether pada wilayah spektra $1000\text{-}1300\text{ cm}^{-1}$, gugus asam aromatik pada wilayah spektra $1680\text{-}1700\text{ cm}^{-1}$, gugus ester vinil dan lactone pada wilayah spektra $1762\text{-}1780\text{ cm}^{-1}$, gugus aldehida $1724\text{-}1739\text{ cm}^{-1}$, gugus ester alifatik $1740\text{-}1755\text{ cm}^{-1}$, gugus asam alifatik $1705\text{-}1714\text{ cm}^{-1}$, dan gugus ketone pada wilayah spektra $1705\text{-}1725\text{ cm}^{-1}$. Karbohidrat pada wilayah $1400\text{-}900\text{ cm}^{-1}$ terlihat mengalami penurunan transmitansi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada KEMENRISTEKDIKTI atas hibah WORLD CLASS RESEARCHER Tahun 2021 sebagai penyandang dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Yusibani, R. I. Putra, A. Rahwanto, M. S. Surbakti, Rajibussalim, dan Rahmi, "Physical properties of Sidikalang robusta coffee beans medium roasted from various colors of coffee cherries," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 2243, no. 1, pp. 1-8, Juni 2022.
- [2] U. H. Hasbullah, Y. Nirwanto, E. Sutrisno, Lismaini, M. M. Simarmata, dan Nurhayati, *Kopi Indonesia*, Medan, Yayasan Kita Menulis, 2021.
- [3] S. Rao, *The Coffee Roaster's Companion*, 1st ed., New York, Scott Rao, 2014.
- [4] I. Santoso, S. A. Mustaniroh, and A. Choirun, "Methods For Quality Coffee Roasting Degree Evaluation: A Literature Review on Risk Perspective," *IOP Conference Series Earth Environmental Science*, vol. 924, no. 1, pp. 1-8, November 2021.
- [5] M. T. Pamungkas, M. Masrukan, dan K. SAR, "Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian (Roasting) Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Pada Seduhan Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) Dari Kabupaten Gayo, Provinsi Aceh," *Agrotech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 3, no. 2, pp. 1-10, April 2021.

- [6] S. Agustini, "Perubahan Sifat Fisika Kimia Kopi Robusta Asal Semendo Pada Berbagai Level Penyangraian," *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, vol. 31, no. 1, pp. 79-86, Juni 2020.
- [7] V. Belchior, B. G. Botelho, L. S. Oliveira, dan A. S. Franca, "Attenuated Total Reflectance Fourier Transform Spectroscopy (ATR-FTIR) and Chemometrics For Discrimination of Espresso Coffees With Different Sensory Characteristics," *Food Chem*, vol. 273, pp. 178–185, Februari 2019.
- [8] G. Hu, X. Peng, Y. Gao, Y. Huang, X. Li, H. Su, and M. Qio, "Effect of Roasting Degree of Coffee Beans on Sensory Evaluation: Research From The Perspective of Major Chemical Ingredients," *Food Chem*, vol. 331, pp. 178-185, November 2020.
- [9] Y. Fernando Barrios-Rodriguez, G.-A. Cordoba-Salazar, A.-F. Bahamón-Monje, and N. Gutiérrez-Guzmán, "Effect of Roast Degree, Preparation Method, and Variety in The Sensory And Chemical Characteristics of Coffee (Coffea Arabica): A Mid-Infrared Spectrum Analysis," *Coffee Science*, vol. 16, pp. 1–12, Desember 2021.
- [10] K. Otsogile, E. Seifu, and G. Bultosa, "Physicochemical Properties And Sensory Quality of Motlopi (Boscia Albitrunca) Coffee Prepared Using Different Temperature-Time Combinations", *Heliyon*, vol. 8, no. 10, pp. 1-10, Oktober. 2022.
- [11] V. Fontes, D. C. Pereira, L. F. Lyra, and K. K. Sakane, "Application of Mid-Infrared Vibrational Spectroscopy With Fourier Transform (FTIR) in Quality Evaluation In Commercial Coffees," *Research, Society and Development*, vol. 11, no. 9, pp. 1-14, Jul. 2022..
- [12] W. Edison, *Master Roasting Coffee*. Jakarta: Kepustakaan Populer Gramedia, 2019.
- [13] E. Yusibani, P. L. Woodfield, A. Rahwanto, M. S. Surbakti, R. Rajibussalim, and R. Rahmi, "Physical and Chemical Properties of Indonesian Coffee Beans for Different Postharvest Processing Methods," *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 55, no. 1, pp. 1–11, Maret 2023
- [14] M. A. Abdalla, "Determination of Caffeine, the Active Ingredient in Different Coffee Drinks and Its Characterization by FTIR/ATR and TGA/DTA," *International Journal of Engineering and Applied Sciences*, vol. 2, no. 12, pp. 85-89, Desember 2015.
- [15] A. F. Hidayatullah, "Pengaruh Lingkungan dan Elevasi Terhadap Kualitas Fitokimia dan Cita Rasa Kopi Robusta Muria Kudus," *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, vol. 8, no. 3, pp. 17–32, Desember 2020..
- [16] N. Wang and L.-T. Lim, "Fourier Transform Infrared and Physicochemical Analyses of Roasted Coffee," *J Agric Food Chem*, vol. 60, no. 21, pp. 5446–5453, May 2012.
- [17] P. D. C. Mancha Agresti, A. S. Franca, L. S. Oliveira, and R. Augusti, "Discrimination between defective and non-defective Brazilian coffee beans by their volatile profile,"

- Food Chem*, vol. 106, no. 2, pp. 787–796, Januari 2008.
- [18] F. Wei and M. Tanokura, “Chemical Changes in the Components of Coffee Beans during Roasting,” in *Coffee in Health and Disease Prevention*, Elsevier, 2015, pp. 83–91, Desember 2015.

Nurul Mafazi: Karakterisasi Kopi Unggulan Indonesia Jenis Arabika Sangrai *Medium To Dark*
Menggunakan Fourier Transform Infra Red