

The Sensory Profile of 5 Types of Sumatran Forest Honey

Diki Danar Tri Winanti*

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia;

Article History

Received : June 21th, 2024

Revised : July 20th, 2024

Accepted : August 06th, 2024

*Corresponding Author:

Diki Danar Tri Winanti,

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia;

Email:

dikiwinanti@fp.unila.ac.id

Abstract: Sumatra has a very large forest area so it has great potential to become a place for honey bee cultivation. The various honey produced has different characteristics depending on the source of the nectar. Research on sensory testing of Sumatran forest honey appears limited, with studies focusing more broadly on honey quality and properties. It is necessary to collect data on the sensory profile of Sumatran forest honey as a database that will help control the quality and ensure the authenticity of the honey. The purpose of this study is to determine the sensory profile of five types of Sumatran forest honey traded around Lampung Province. The method used a scoring test on color, aroma, taste, and viscosity. 30 trained panelists were used who had been selected and trained before conducting sample assessment. Data processing using ANOVA and further test Duncan Multiple Range Test (DMRT) with SPSS 27.0 software. The results showed that the five types of Sumatran forest honey tested had the same viscosity but had different color, aroma, and taste profiles. These distinctive and unique characteristics can enrich the biodiversity in Indonesia so it needs to be optimized for its benefits and preserved.

Keywords: authenticity, nectar, scoring test, sensory profile, Sumatran forest honey.

Pendahuluan

Madu adalah bahan pangan yang terdiri dari kombinasi gula yang berbeda khususnya fruktosa dan glukosa, serta zat lain seperti asam organik, enzim, dan partikel padat hasil dari pengumpulan nektar oleh lebah madu (FAO, 2019). Madu hutan adalah madu yang dihasilkan oleh lebah bersengat maupun lebah tanpa sengat (trigona) yang mengambil nektar dari tanaman multiflora maupun poliflora. Madu hutan di Indonesia biasanya bersifat heterogen (Suranto, 2004) dari pohon karet, kelapa, kopi, dan kaliandra. Pulau Sumatra memiliki lahan hutan yang luas sehingga berpotensi menjadi penghasil madu dengan nektar dari tanaman bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*), randu alas (*Bombax ceiba* L.), cempaka (*Magnolia liliifera* (L.) Baill.), meranti (*Shorea leprosula* Miq.), and dammar (*Agathis dammara* (Lamb.) Rich.) (Nawansih, 2018). Karena terbuat dari nektar yang berbeda, setiap jenis madu memiliki ciri khas dan karakteristik tersendiri. Hal tersebut

membuat keanekaragaman hayati di Indonesia.

Madu hutan Indonesia biasanya memiliki karakteristik berupa kadar air sekitar 16,6%, pH 3,00 – 4,65, serta berwarna kuning cerah hingga coklat gelap (Riswahyuli *et al.*, 2020). Warna madu adalah parameter yang paling mudah diamati dan menentukan keputusan pembelian dari konsumen. Warna madu banyak dipengaruhi oleh komponen polifenol yang terkandung di dalamnya (Escuredo *et al.*, 2021). Madu memiliki aroma dan rasa yang bervariasi karena berasal dari berbagai jenis nektar dengan perbedaan kadar enzim diastase (α - dan β -glukosidase), invertase (α -glukosidase), glukosa oksidase, katalase, peroksidase, asam fosfatase, dan lipase (Huang *et al.*, 2019). Dalam SNI 8664:2018 tentang Madu, kadar enzim diastase yang dipersyaratkan yaitu lebih dari 1 dan kadar sukrosa kurang dari 5% (BSN, 2004). Identifikasi asal dan keaslian madu hutan juga dapat dilakukan dengan meninjau kekentalan yang dipengaruhi oleh struktur kristal dan sifat reologinya (Żak & Wilczyńska, 2023).

Penelitian di Indonesia pada umumnya mengulas madu hutan dari sisi karakteristik fisikokimia dan mikrobiologi (Marwah, 2022; Krisyanella *et al.*, 2021). Melina *et al.* (2023) melakukan uji sensori terhadap madu komersil dan madu trigona untuk mengetahui perilaku konsumen. Namun secara umum, belum banyak penelitian yang mengulas profil sensori madu hutan sebagai identifikasi awal terhadap mutu dan keaslian madu. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik lima jenis madu hutan Sumatra menggunakan analisis sensori. Harapannya, masyarakat mendapatkan wawasan baru yang dapat digunakan sebagai panduan dalam mengidentifikasi mutu dan keaslian madu hutan Sumatra dengan memanfaatkan indera perasa.

Bahan dan Metode

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Uji Sensori dan Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada bulan Juli 2023.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain wadah sampel berbentuk cup, sendok, borang kuesioner, dan alat tulis. Bahan yang dibutuhkan yaitu sampel lima jenis madu hutan Sumatra (sialang Lampung, gelam Lampung, hitam sialang Jambi, kuning manis Jambi, dan hitam pahit Jambi) yang dibeli dari beberapa produsen madu hutan di wilayah Provinsi Lampung.

Tahapan Penelitian

Analisis sensori dilaksanakan di Laboratorium Uji Sensori Analisis Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

Preparasi sampel

Sampel berupa lima jenis madu hutan Sumatra ditempatkan pada suhu ruang tanpa diberi perlakuan khusus. Sesuai pedoman SNI 01-3545-2004, sampel madu hanya boleh dipanaskan di atas penangas air pada suhu 60-65°C selama 30 menit jika terdapat bagian yang menggumpal. Apabila terdapat lilin lebah, harus dipanaskan

40°C dan disaring dengan kain saring dengan corong panas. Sampel madu hanya boleh diberi perlakuan penyaringan, pengadukan, dan pengocokan apabila sangat diperlukan.

Analisis Sensori

Tahapan analisis sensori dimulai dengan seleksi panelis yang memiliki sensitifitas terhadap perbedaan sampel. Panelis berjumlah 30 orang diambil dari hasil seleksi *threshold*. Para panelis diberi pelatihan tentang prosedur penilaian sampel dan standar yang perlu diperhatikan. Kemudian dilakukan analisis terhadap lima jenis madu yang disajikan kepada 30 orang panelis terlatih. Parameter yang dinilai antara lain warna, aroma rasa, dan kekentalan. Setiap panelis memberi skor 1 sampai 4 tergantung dari kriteria pada setiap parameter.

Analisis Data

Data diolah menggunakan ANOVA dengan uji lanjut Duncan Multiple Range Test (DMRT) menggunakan software SPSS 27.0.

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji sensori dengan metode skoring menunjukkan bahwa lima sampel madu hutan Sumatra memiliki ciri khas masing-masing tergantung dari sumber nektar dan asal daerah. Secara umum, madu hutan Sumatra berwarna kekuningan hingga gelap, aroma segar, rasa manis dan pahit, serta bertekstur agak kental. Hasil tersebut dapat divalidasi dengan alat seperti polarimeter maupun sensor warna (Wibowo, 2016).

Warna

Tabel 1. Profil sensori warna dari lima jenis madu hutan Sumatra

| No | Jenis Madu | Warna |
|----|---------------------|-------------------|
| 1. | Sialang Lampung | 2,43 ^a |
| 2. | Gelam Lampung | 3,26 ^c |
| 3. | Hitam Sialang Jambi | 4,00 ^d |
| 4. | Kuning Manis Jambi | 2,70 ^b |
| 5. | Hitam Pahit Jambi | 4,00 ^d |

*keterangan: 1 = bening atau tidak berwarna; 2 = agak kuning; 3 = kuning; 4 = hitam atau gelap.

Lima sampel madu memiliki warna agak kuning hingga gelap. Madu yang warnanya paling gelap adalah madu hitam sialang Jambi dan madu

hitam pahit Jambi. Keduanya tidak berbeda nyata. Warna yang lebih cerah menuju kuning adalah madu gelam Lampung. Sedangkan madu sialang Lampung dan madu kuning manis Jambi berwarna kuning cerah. Ketiganya berbeda nyata.

Aroma

Tabel 2. Profil sensori aroma dari lima jenis madu hutan Sumatra

| No | Jenis Madu | Aroma |
|----|---------------------|--------------------|
| 1. | Sialang Lampung | 2,33 ^{ab} |
| 2. | Gelam Lampung | 2,56 ^b |
| 3. | Hitam Sialang Jambi | 2,40 ^{ab} |
| 4. | Kuning Manis Jambi | 2,00 ^a |
| 5. | Hitam Pahit Jambi | 2,00 ^a |

*)keterangan: 1 = seperti wangi obat (*chemical*); 2 = segar (*floral/fruity*); 3 = agak asam; 4 = asam.

Secara umum, panelis menilai aroma semua sampel madu memiliki aroma segar. Tampak dari hasil uji sensori di Tabel 2 yang menunjukkan bahwa setiap sampel madu tidak berbeda nyata dengan yang lain. Namun secara statistik, aroma madu gelam Lampung berbeda nyata dengan madu kuning manis Jambi dan madu hitam pahit Jambi.

Rasa

Tabel 3. Profil sensori rasa dari lima jenis madu hutan Sumatra

| No | Jenis Madu | Rasa | After Taste |
|----|---------------------|-------------------|-------------|
| 1. | Sialang Lampung | 2,30 ^c | Manis |
| 2. | Gelam Lampung | 2,60 ^c | Manis |
| 3. | Hitam Sialang Jambi | 1,86 ^b | Manis |
| 4. | Kuning Manis Jambi | 2,40 ^c | Manis |
| 5. | Hitam Pahit Jambi | 1,06 ^a | Pahit |

*)keterangan: 1 = pahit; 2 = mani; 3 = asam; 4 = sangat asam.

Lima sampel madu memiliki rasa manis dan menimbulkan *after taste* manis. Rasa madu sialang Lampung, gelam Lampung, serta kuning manis Jambi tidak berbeda nyata. Sedangkan madu hitam sialang Jambi dan madu hitam pahit Jambi dinilai pahit oleh para panelis namun keduanya berbeda nyata. Rasa yang paling pahit dan menimbulkan *after taste* pahit ada pada madu hitam pahit Jambi.

Pembahasan

Hasil analisis sensori terhadap lima jenis madu hutan Sumatra menunjukkan bahwa setiap jenis madu memiliki profil sensori yang khas dan unik. Hal tersebut dipengaruhi oleh jenis asal

nektar, jenis tanah, iklim, dan kondisi geografis dari tempat produksi madu (Evahelda *et al.*, 2017). Menurut Stolzenbanch *et al.* (2011), pada musim yang sama, madu dari lokasi yang berbeda memiliki karakteristik sensori yang tidak sama karena memiliki serbuk sari yang berbeda pula. Warna, aroma, dan rasa madu dipengaruhi oleh jenis tanaman sumber nektarnya (Evahelda *et al.*, 2017).

Warna

Warna madu dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada madu. Kandungan mineral ini dapat berasal dari tanah tempat tumbuh tanaman dan juga pengaruh kontaminan cemaran (Bogdanov *et al.*, 2007). Madu yang berwarna cerah mengandung lebih banyak gula dibandingkan madu yang berwarna gelap. Warna gelap madu karena mengandung banyak komponen fenolik dibandingkan madu yang cerah (Eleazu *et al.*, 2013). Madu yang berwarna gelap cenderung mengandung mineral lebih banyak dibandingkan yang berwarna terang. Warna madu juga dipengaruhi oleh pH dan reaksi enimatis (de Sousa *et al.*, 2016). Madu biasanya diklasifikasikan menjadi tujuh warna mulai dari putih transparan seperti air sampai gelap (Evahelda *et al.*, 2017). Biasanya, madu dengan warna yang lebih gelap mempunyai flavor yang kuat dibandingkan madu yang berwarna terang. Madu yang berwarna terang, umumnya mempunyai rasa yang kurang enak. Warna juga dapat menjadi indikator mutu karena madu menjadi semakin gelap dengan semakin lama penyimpanan dan suhu yang tinggi. Selain itu juga warna madu dipengaruhi oleh nektar yang menjadi sumber madu, lama penyimpanan dan proses pengolahan atau pemanasan (Eleazu *et al.*, 2013).

Aroma

Aroma madu hutan Sumatra dipengaruhi oleh senyawa volatil dengan 22 jenis senyawa aromatik khas dari sumber nektarnya (Tian *et al.*, 2018; Štefániková *et al.*, 2021). Kadar senyawa aromatik aldehid, herbal, sulfur, dan keton menyebabkan madu beraroma asam seperti obat (da Costa *et al.*, 2018). Tngginya kadar air juga menyebabkan madu mudah terfermentasi oleh khamir dari genus *Zygosaccharomyces* sehingga terjadi pembentukan aroma (Guerzou, 2021). Khamir akan mendegradasi gula menjadi alkohol. Apabila alkohol bereaksi dengan oksigen, alkohol tersebut akan membentuk asam bebas seperti asam

asetat dan asam oksalat yang dapat mempengaruhi kadar keasaman, rasa, dan aroma madu (Savitri *et al.*, 2017).

Rasa

Menurut Danggi (2023), Rasa manis atau pahit disebabkan oleh kadar gula total pada madu. Semakin tinggi kadar gula totalnya maka rasanya akan semakin manis. Madu pahit biasanya memiliki kadar gula total yang rendah sehingga menimbulkan rasa pahit. Rendahnya kadar gula tersebut akibat tingginya kadar air sehingga kadar gula totalnya mudah terfermentasi. Rasa pahit madu juga dipengaruhi oleh kandungan alkaloid. Semakin tinggi kadar alkaloidnya maka rasa madu akan semakin pahit (Mahani *et al.*, 2022). Cara penyimpanan juga mempengaruhi rasa madu. Penyimpanan pada suhu 22°C akan memicu perubahan aroma dan rasa pada madu. Pada suhu 30°C, aroma dan rasa madu akan hilang (Kulici *et al.*, 2023).

Kekentalan

Kadar air adalah faktor utama yang mempengaruhi kekentalan madu. Besaran viskositasnya yaitu pada kisaran 0,421-23,40 Pas (Yanniotis *et al.*, 2006). Kadar gula total (fruktosa, glukosa, sukrosa) yang mempengaruhi total padatan terlarut juga mempengaruhi kekentalan madu (Danggi, 2023; Oroian *et al.*, 2014); Mossel *et al.*, 2003). Kekentalan madu akan meningkat apabila disimpan pada suhu rendah (Oroian *et al.*, 2013; Gomez Diaz *et al.*, 2009; Sopade *et al.*, 2003).

Kesimpulan

Hasil penelitian membuktikan bahwa berbagai jenis madu hutan Sumatera masing-masing memiliki karakteristik yang khas dan unik sehingga memperkaya keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia. Lima sampel madu hutan Sumatra menunjukkan profil sensori warna yaitu kuning hingga gelap, aroma segar, rasa manis hingga pahit, kekentalan cair hingga agak kental, dan memiliki *after taste* manis dan pahit. Perlu kajian metabolomik lebih lanjut tentang karakteristik kimia, mikrobiologi, sensori, hingga kajian *supply chain management* agar kekayaan hayati tersebut dapat dioptimalkan manfaatnya dengan kualitas produk yang konsisten serta dapat dijaga kelestariannya.

Referensi

- Bogdanov, S., Haldimann, M., Luginbuhl, W. & Gallmann, P. (2007). Mineral in Honey Environmental Geographical and Botanical Aspects. *Journal Apicultural Research and Bee World*, 46 (4): 269–275. DOI: 10.3896/IBRA.1.46.4.11
- BSN. (2004). SNI 01-3545-2004 Madu. www.bsn.go.id. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- BSN. (2018). Standar Nasional Indonesia SNI 8664:2018 Madu. www.bsn.go.id. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Costa, A., Sousa, J., Silva, M., Garruti, D., & Madruga, M. (2018). Sensory and volatile profiles of monofloral honeys produced by native stingless bees of the brazilian semiarid region. *Food research international*, 105: 110-120. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.10.043>.
- Danggi, E. (2023). Analisis Kualitas Madu Produksi Kelompok Peternak Lebah Trigona di Desa Watabenua Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sultra Sains*, 5 (1): 20-08. <https://jurnal-unsultra.ac.id/index.php/sultrasains/article/download/575/337/>
- de Sousa, J.M.B., de Souza, E. L., Marques, G., Benassi, M. de T., Gullon, B., Pintado, M.M., & Magnani, M. (2016). Sugar Profile, Physicochemical and Sensory Aspects of Monofloral Honeys Produced by Different Stingless Bee Species in Brazilian Semi-arid Region. *LWT - Food Science and Technology*, 65: 645-651. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2015.08.058>
- Eleazu, C.O., Iroaganachi, M.A., Eleazu, K.C. & Okoronkwo, J.O. (2013). Determination of the Physicochemical Composition Microbial Quality and Free Radical Scavenging Activities of Some Commercially Sold Honey Samples in Aba Nigeria. the Effect of varying Colours. *International Journal of Biomedical Research*, 4 (1): 32–41. DOI: 10.4172/2155-9600.1000189
- Escuredo, O., Rodríguez-Flores, M.S., Míguez, M., Seijo, M.C. (2023). Multivariate

- Statistical Approach for the Discrimination of Honey Samples from Galicia (NW Spain) Using Physicochemical and Pollen Parameters. *Foods*, 12 (1493):, 1-16. <https://doi.org/10.3390/foods12071493>
- Evahelda, E., Pratama, F., Malahayati, N., Santoso, B. (2017). Sifat Fisik dan Kimia Madu dari Nektar Pohon Karet di Kabupaten Bangka Tengah. *AGRITECH*, 37 (4): 363-368. DOI: <http://doi.org/10.22146/agritech>.
- FAO. (2019). Codex Alimentarius Standard for Honey (Amended). Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. United States.
- Gómez-Díaz, D., Navaza, J., & Quintáns-Riveiro, L. (2009). Effect of Temperature on the Viscosity of Honey. *International Journal of Food Properties*, 12: 396 - 404. <https://doi.org/10.1080/10942910701813925>.
- Guerzou, M., Aouissi, H.A., Guerzou, A., Burlakovs, J., Doumandji, S., & Krauklis, A.E. (2021). From the Beehives: Identification and Comparison of Physicochemical Properties of Algerian Honey. *Resources*, 10 (94): 1-11. <https://doi.org/10.3390/resources10100094>
- Krisyanella, Muslim, Z., Meinisasti, R., Irawan, P.A., (2021). Screening Fitokimia Dan Penetapan Potensi Madu Hutan Sebagai Agen Antibakteri Terhadap Bakteri Propionibacterium Acne dan Staphylococcus aureus. *Jurnal Farmasi Higea*, 13(1): 23-29. <http://dx.doi.org/10.52689/higea.v13i1.327>
- Kuliçi, M., & Hasani, A. (2023). Is the consumption time of honey important to preserve its quality?. *All Sciences Abstracts*. 1(2): 17. <https://doi.org/10.59287/as-abstracts.1207>.
- Mahani, M., Wulandari, E., Lembong, E., & Adela, L. (2022). CORRELATION OF ALKALOID CONTENT AND TASTE OF HONEY FROM VARIOUS PROVINCES IN INDONESIA. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 14(12): 17-21. <https://doi.org/10.22159/ijpps.2022v14i12.46169>.
- Marwah, F., Julyani, S., Rasfayanah, Abdi, D.A., & Sodikah, Y. Uji Sensitivitas Madu Lebah Hutan (Apis Dorsata) Terhadap Bakteri Propionibacterium Acnes Penyebab Acne vulgaris. *Jurnal Mahasiswa Kedokteran*, 2(8): 578-584. <https://fmj.fk.umi.ac.id/index.php/fmj>
- Melina, Adawiyah, D.R., & Hunaefi, D. (2023). Indonesian Honey Consumers' Behavior and Sensory Preference for Commercial Trigona Honey. *J. Teknol. dan Industri Pangan*, 34(1): 86-97. <https://doi.org/10.6066/jtip.2023.34.1.86>
- Mossel, B., Bhandari, B., D'Arcy, B., & Ciffin, N. (2003). Determination of Viscosity of Some Australian Honeys Based on Composition. *International Journal of Food Properties*, 6: 87 - 97. <https://doi.org/10.1081/JFP-120016626>.
- Nawansih, O., Nurainy, F., Rangga, A., & Anisa, N. H. T. F. (2018). Pengujian Mutu Madu yang Beredar di Bandar Lampung Secara Kimia dan Secara Sederhana. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Pangan Lokal untuk Mendukung Ketahanan Pangan*. Apr, 28, Universitas Mercubuana. Yogyakarta.
- Oroian, M. (2013). Measurement, prediction and correlation of density, viscosity, surface tension and ultrasonic velocity of different honey types at different temperatures. *Journal of Food Engineering*, 119: 167-172. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2013.05.029>.
- Oroian, M., Amariei, S., Escriche, I., Leahu, A., Damian, C., & Gutt, G. (2014). Chemical Composition and Temperature Influence on the Rheological Behaviour of Honeys. *International Journal of Food Properties*, 17: 2228 - 2240. <https://doi.org/10.1080/10942912.2013.791835>.
- Riswahyuli, Y., Rohman, A., Setyabudi, F., & Raharjo, S. (2020). Characterization of Indonesia Wild Honey and Its Potential for Authentication and Origin Distinction. *Journal of Food Science*, 4: 1670-1680. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(5\).105](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(5).105)

- Savitri, P.T., Hastuti, E.D., dan Suedy, S.W.A. 2017. Kualitas Madu Lokal dari Beberapa Wilayah di Kabupaten Temanggung. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2 (1): 58 - 66. DOI: <https://doi.org/10.14710/baf.2.1.2017.58-66>
- Sopade, P., Halley, P., Bhandari, B., D'Arcy, B., Doebler, C., & Caffin, N. (2003). Application of the Williams–Landel–Ferry Model to the Viscosity–Temperature Relationship of Australian Honeys. *Journal of Food Engineering*, 56, 67-75. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00149-8](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00149-8).
- Štefániková, J., Martišová, P., Šnirc, M., Šedík, P., & Vietoris, V. (2021). Screening of the Honey Aroma as a Potential Essence for the Aromachology. *Applied Sciences*. 11(8177): 1-9. <https://doi.org/10.3390/app11178177>.
- Stolzenbach, S., Byrne, D.V., & Bredie, W.L.P. 2011. Sensory Local Uniqueness of Danish Honey. *Food Research International*, 44 (9): 2766-2774. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.006>
- Suranto, A. (2004). *Khasiat & Manfaat Madu Herbal*. Agro Media Pustaka. Tangerang. Hlm. 23
- Tian, H., Shen, Y., Yu, H., & Chen, C. (2018). Aroma Features of Honey Measured by Sensory Evaluation, Gas Chromatography-Mass Spectrometry, and Electronic Nose. *International Journal of Food Properties*, 21: 1755 - 1768. <https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1213744>.
- Yanniotis, S., Skaltsi, S., & Karaburnioti, S. (2006). Effect of Moisture Content on the Viscosity of Honey at Different Temperatures. *Journal of Food Engineering*, 72: 372-377. <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2004.12.017>.
- Žak, N., Wilczyńska, A. 2023. The Importance of Testing the Quality and Authenticity of Food Products: The Example of Honey. *Foods*, 12(17): 3210. <https://doi.org/10.3390/foods12173210>