



## Identifikasi Kandungan Logam Berat dan Total Kapang Bahan Baku Kopi Buah Mangrove

### *Identification of Heavy Metal Content and Total Mold of Mangrove Coffee Raw Materials*

Diah Kartikawati<sup>1\*</sup>, Dyah Ilminingtyas WH,<sup>1</sup> Ghifar Naufal Aslam<sup>2</sup>, Nurtektio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas 17 Agustus 1945  
Semarang

<sup>2</sup>KeSEMaT (Kelompok Studi Ekosistem Mangrove Teluk Awur) Fakultas Perikanan dan Ilmu  
Kelautan UNDIP Semarang

\*Korespondensi : [diah-kartikawati@untagsmg.ac.id](mailto:diah-kartikawati@untagsmg.ac.id)

#### ABSTRAK

Kopi mangrove adalah minuman hasil seduhan buah mangrove kering yang telah disangrai dan dihaluskan menjadi bubuk serta dikombinasikan dengan bubuk kopi robusta. Jenis buah mangrove yang digunakan berasal dari tanaman *Rhizophora mucronata* Lamk. dan *Rhizophora stylosa* Griff. yang tumbuh di areal tambak ikan bandeng di Kelurahan Mangkang Wetan Kota Semarang. Minuman kopi dari biji mangrove ini perlu pengkajian lebih lanjut tentang mutu keamanan pangannya berdasarkan bahan baku. Kontaminasi secara kimia dapat berupa tercemarnya bubuk mangrove dan bubuk kopi robusta dengan beberapa jenis logam berat yang berbahaya bagi kesehatan seperti logam Cu, Pb, Zn dan Hg dan terdapatnya cemaran mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat dan cemaran mikroba pada bubuk buah mangrove dan bubuk kopi robusta. Hasil analisis menunjukkan kadar logam berat Pb, Cd, Cu, As, dan Hg pada bubuk kopi robusta berturut-turut 0,050 mg/kg; <0,005 mg/kg; 1,349 mg/kg, As <0,040 mg/kg; dan Hg <0,002 mg/kg, sedangkan pada bubuk buah *Rhizophora* sp sebesar Pb 0,210 mg/kg; Cd <0,005 mg/kg; Cu 3,204 mg/kg; As 0,040 mg/kg; dan Hg <0,002 mg/kg. Total mikroba kapang pada kopi robusta 9 koloni/g dan bubuk buah *Rhizophora* sp. 6 koloni/g. Secara keseluruhan kandungan logam berat dan total kapang pada kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp yang digunakan sebagai bahan pembuatan kopi mangrove di bawah ambang batas yang dipersyaratkan SNI kopi bubuk.

Kata kunci : kopi mangrove, bubuk buah *Rhizophora* sp., logam berat, total kapang

#### ABSTRACT

*Mangrove coffee is a brewed drink of dried mangrove fruit that has been roasted and mashed into powder and combined with robusta coffee powder. The type of mangrove fruit used comes from plants *Rhizophora mucronata* Lamk. and *Rhizophora stylosa* Griff. which grows in milkfish pond area in Mangkang Wetan Village, Semarang City. Coffee drinks from mangrove seeds need further study of the quality of food safety based on raw materials. Chemical contamination can be in the form of contamination of mangrove powder and robusta coffee powder with several types of heavy metals that are harmful to health such as Cu, Pb, Zn and Hg metals and microbial contamination. This study aims to determine the content of heavy metals and microbial contamination in mangrove fruit powder and robusta coffee ground. The results of the analysis showed heavy metal levels of Pb, Cd, Cu, As, and Hg in robusta coffee powder respectively 0.050 mg / kg; <0.005 mg/kg; 1,349 mg/kg, As <0,040 mg/kg;*



and Hg <0.002 mg/kg, while in *Rhizophora sp* fruit powder of Pb 0.210 mg/kg; Cd <0.005 mg/kg; Cu 3.204 mg/kg; As 0.040 mg/kg; and Hg <0.002 mg/kg. Total microbial molds in robusta coffee 9 colonies/g and *Rhizophora* fruit powder 6 colonies/g. Overall, the heavy metal content and total mold in robusta coffee and *Rhizophora sp* fruit powder used as material for making mangrove coffee are below the threshold required by SNI ground coffee.

**Keywords :** : mangrove coffee, *Rhizopohora sp.* fruit powder, heavy metal, total mold

## PENDAHULUAN

Beberapa inovasi pembuatan minuman kopi analog (minuman kopi yang tidak terbuat dari biji tanaman kopi) sudah banyak dicoba dan diproduksi, mulai dari kopi yang dibuat dari biji jagung (Wijaya dkk., 2019), biji salak (Adikristya, 2017), biji pepaya (Mariati, 2015; Sutanto dkk., 2023), biji alpukat (Puşcaş et.al., 2022), biji kecipir (Tropicalselfsufficiency (2016) ke hingga biji asam jawa (Amalia dkk., 2021). Biji-bijian tersebut dapat diolah menjadi kopi analog baik digunakan sebagai bahan dasar utama maupun sebagai bahan substitusi biji kopi. Biji merupakan bagian dari buah yang dianggap sebagai limbah, namun dari beberapa penelitian tentang kandungan biji dari buah-buahan masih mengandung serat, protein, lemak, vitamin, mineral, antioksidan dan memiliki efek farmakologis bagi tubuh manusia karena adanya kandungan senyawa kompleks di dalamnya seperti tanin, flavonoid, saponin dan alkaloid yang dikenal sebagai komponen bioaktif. Kandungan alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, antrakuinon, dan antosianidin telah terbukti secara signifikan dapat menurunkan kadar kolesterol serta berfungsi sebagai antioksidan yang ada di dalam darah (Khairi dkk., 2019). Pemanfaatan buah mangrove sebagai bahan pembuatan minuman kopi dan teh sudah dilakukan oleh masyarakat sekitar hutan mangrove, namun hanya dilakukan di wilayah tertentu dan oleh sebagian kecil masyarakat (Sukma dan Zahro, 2020). Buah bakau jenis *Rhizophora sp.* sangat potensial sebagai antioksidan, bionutrisi dan sumber bahan baku pangan fungsional (Basyuni et al., 2021). Buah dari *Rhizophora mucronata* memiliki kandungan komponen bioaktif seperti saponin, fenolik, tanin, flavonoid dan triterpenoid. Komponen tanin berpotensi digunakan sebagai minuman, contohnya teh dan kopi, karena tanin dapat memberikan rasa yang spesifik pada teh dan kopi, selain itu tanin memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Hardoko et al., 2020). Penelitian yang dilakukan oleh Nusaibah dkk. (2022) menunjukkan bahwa kopi dari buah bakau *Rhizophora sp* dan *Sonneratia sp.* memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi jika dibandingkan dengan bubuk kopi komersial dan memiliki karakteristik yang tidak jauh berbeda dengan kopi komersial pada umumnya dan disukai oleh panelis. Hasil uji proksimat dari kedua kopi tersebut telah sesuai dengan standar SNI kopi bubuk. Hasil uji fitokimia dengan teknik maserasi dalam pelarut etanol 70% menunjukkan hasil positif adanya kandungan alkaloid, steroid, flavonoid, dan tanin pada kopi mangrove yang terdiri dari campuran kopi robusta dan bubuk mangrove (Kartikawati dan Yunita, 2021). Kopi mangrove dipercaya memiliki khasiat menjaga

imunitas tubuh, menyeimbangkan hormon, dan meningkatkan stamina dan vitalitas tubuh (Makkatutu, 2019). Bubuk buah mangrove sebagai bahan substitusi kopi robusta dalam penelitian ini dibuat dari propagul buah bakau jenis *Rhizophora* sp. matang yang berwarna coklat sempurna atau berumur 3-4 bulan diolah melalui tahapan pemetikan, sortasi, pemotongan, pencucian, perendaman, pengeringan, penyangraian, penggilingan, penghalusan, dan pengayakan hingga menjadi bubuk *Rhizophora* sp. (Komunikasi pribadi dengan Bapak Ferry A. Istiasmara, 2021). Kopi mangrove juga dapat dibuat dari serbuk bubuk mangrove, jahe (*Zingiber officinale*), dan cabe jawa (*Piper retrofractum*), dan semua bahan disiapkan melalui proses pengeringan matahari, pemangangan dan penggilingan (Miranti *et. al.* 2018). Penelitian pengolahan kopi mangrove dari jenis *Rhizophora stylosa* yang dilakukan oleh Marctyas dkk. (2022) menghasilkan kopi mangrove rendah kafein, yaitu 0,814% dengan waktu roasting selama 55 menit. Berdasarkan SNI 01-3542-2004, kadar minimum kafein sebesar 0,9% dan maksimum 2%.

Minuman kopi dari buah mangrove *Rhizophora* sp masih perlu pengkajian lebih lanjut tentang keamanan pangan bahan bakunya. Ekosistem kawasan mangrove rentan tercemar oleh logam berat baik yang berasal dari laut maupun daerah darat, dan dapat terakumulasi dalam sedimen mangrove. Sedimen umumnya berbentuk butiran halus, digenangi oleh air yang bersumber dari sungai, estuari dan samudera serta menerima bahan organik alokton yang berasal dari daratan (Lestari, 2018). Ekosistem mangrove berfungsi sebagai penghalang baik secara fisika, maupun biogeokimia terhadap transportasi kontaminan (Lestari, 2018), sehingga berpotensi terakumulasi di dalam jaringan tumbuhan mangrove seperti akar, daun, dan buah. Kontaminasi secara kimia dapat berupa tercemarnya bahan utama yang digunakan dalam pembuatan kopi mangrove dengan beberapa jenis logam berat yang berbahaya bagi kesehatan, yaitu logam Cu, Pb, Zn dan Hg. Unsur-unsur ini paling berpotensi dalam pencemaran lingkungan yang berdampak bagi kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya. Pencemaran logam dalam bahan pangan dapat menyebabkan kerusakan jaringan pada organ hati dan ginjal serta sifat karsinogenik dan teratogeniknya dapat menyebabkan kerusakan syaraf apabila dikonsumsi berlebihan oleh manusia (Widowaty dkk., 2020). Penggunaan bahan baku yang tercemar dapat berpengaruh terhadap keamanan pangan produk kopi mangrove. Apakah bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kopi mangrove mengandung kontaminan logam berat? Tujuan penelitian untuk mengetahui keberadaan logam berat dalam bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan kopi mangrove dengan menganalisis kandungan logam berat dan cemaran mikroba pada bubuk kopi robusta dan bubuk buah mangrove.

## **METODE PENELITIAN**

### **A. Bahan dan Alat**

Sampel bubuk kopi Robusta dari Doesoen Kopi Sirap, Kecamatan Jambu, Kabupaten Semarang dan bubuk buah mangrove jenis *Rhizophora mucronata* dan *Rhizophora stylosa*, hasil olahan

Kelompok Tani Mangrove Tunas Harapan Kelurahan Mangkang Wetan, Kecamatan Tugu Kota Semarang (Binaan KeSEMaT UNDIP Semarang).



Gambar 1. Lokasi Pengambilan buah *Rhizophora* sp. dan Buah *Rhizophora* sp.

## **B. Prosedur Penelitian**

### **Deskripsi Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode analisis deskriptif untuk memperoleh fakta bertujuan memberikan deskripsi secara sistematis mengenai fakta, sifat dan hubungan antara fenomena yang diteliti (Cahyani et al., 2012) dengan mengetahui kandungan logam berat pada bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp. Bahan yang digunakan adalah bubuk kopi robusta yang diperoleh dari Dusun Sirap, Kecamatan Jambu, Kabupaten Semarang, dan bubuk buah *Rhizophora* sp. olahan Kelompok Pengolah Kopi Mangrove Arjuna Berdikari Semarang. Parameter uji dalam penelitian ini adalah cemaran logam timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), tembaga (Cu), dan arsen (As).

### **Uji Laboratorium**

Sampel bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp. dilakukan destruksi sesuai ketentuan SNI 01- 2891-1992. Sampel tersebut selanjutnya dilakukan pengujian logam Pb, Cd, Hg, Cu, dan As di Balai Besar Teknologi dan Pencegahan Pencemaran Industri (BBTPPI), Kementerian RI, Semarang. Pengujian logam berat menggunakan alat spektrometri emisi optik plasma induksi (*mass spectrometry Inductively Coupled Plasma/ICP*), sedangkan analisis raksa (Hg) menggunakan alat *mercury analyzer*. Data pengukuran logam berat pada bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp. selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu batas cemaran logam berat yang dapat ditoleransi boleh berada pada sampel tersebut berdasarkan SNI 01-3542-2004 untuk kopi bubuk. Prinsip analisis mikrobiologis menggunakan metode horizontal untuk enumerasi kapang adalah menumbuhkan mikroorganisme sehingga dapat tumbuh dan membentuk koloni dengan masa inkubasi 5 hari pada 25 °C. Pengamatan dilakukan secara kualitatif (apakah ada pertumbuhan) dan kuantitatif (berapa jumlah yang tumbuh). Data diperoleh dengan cara menghitung koloni kapang sesuai SNI ISO 21527-2: 2012 dan dinyatakan sebagai jumlah koloni/g.



Gambar 2. Bubuk Kopi Robusta dan Bubuk Buah *Rhizophora* sp (Kartikawati dan Yunita, 2021)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Logam Berat pada Bubuk Kopi Robusta dan Bubuk Buah *Rhizophora* sp.

Keberadaan unsur logam dalam bahan pangan umumnya merupakan residu karena metode pengolahan yang tidak baik, penggunaan peralatan logam yang tidak sesuai dengan kondisi bahan, dan karena pencemaran lingkungan yang menyebabkan menjadi tercemar logam berat (Hadiwiyoto, 2014). Beberapa jenis bahan cemaran unsur logam berat yang sering dijumpai dalam bahan pangan adalah tembaga (Cu), timah (Sn), timbal (Pb), merkuri (Hg), seng (Zn), dan arsen (Ar) (Mulato, S. 2020). Proses pengolahan biji kopi dan buah mangrove menjadi bubuk membutuhkan tahapan yang memungkinkan adanya kontaminasi unsur-unsur tersebut, disamping dapat juga berasal dari bahan baku yang telah terkontaminasi. Pengujian kandungan unsur-unsur logam berat dalam bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp sangat penting untuk menjamin keamanan pangan kopi mangrove yang diproduksi. Kandungan cemaran Pb, Cd, Hg, Cu, dan Ar pada bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp. berdasarkan pembacaan ICP dan *mercury analyzer* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Laboratorium Sampel Bubuk Kopi Robusta dan Bubuk Buah *Rhizophora* berdasarkan SNI 01-3542-2004.

Parameter	Satuan	Baku Mutu SNI	Hasil Uji Bubuk Kopi Robusta	Hasil Uji Bubuk Buah <i>Rhizophora</i> sp
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 2,0 mg/kg	0,050 mg/kg	0,210 mg/kg
Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,03 mg/kg	<0,005 mg/kg	<0,005 mg/kg
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks. 0,03 mg/kg	<0,002 mg/kg	<0,002 mg/kg
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks. 30,0 mg/kg	1,349 mg/kg	3,204 mg/kg
Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,25 mg/kg	<0,040 mg/kg	<0,0040 mg/kg

Keberadaan unsur logam berat dalam sampel bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp dapat disebabkan dari bahan baku yang sudah tercemar atau dapat pula terkontaminasi logam selama proses pengolahan. Hasil pengujian pada sampel bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp. terdeteksi adanya unsur logam berat, namun masih berada di bawah kadar maksimal yang dipersyaratkan SNI 01-3542-2004 (Tabel 2). Batas maksimal untuk cemaran logam pada bubuk kopi, yaitu berturut-turut Pb; Cu; Hg; dan As sebesar 2,0; 30,0;0,03; dan 1,0 mg/kg. Pemeriksaan cemaran logam Pb dan Cu untuk bubuk kopi robusta dan bubuk *Rhizophora* sp. menunjukkan terdapat perbedaan, yaitu bubuk *Rhizophora* sp mempunyai kandungan Pb dan Cu lebih tinggi dibandingkan kopi robusta. Unsur Pb dapat berasal dari asap kendaraan bermotor yang dengan mudah ditangkap dari udara oleh stomata pada daun mangrove, kegiatan industri, sedimen dasar perairan, dan pestisida yang semuanya dapat memberi peluang adanya Pb di wilayah tumbuhan mangrove (Khairuddin dkk., 2018). Cemaran unsur Cu dapat berasal dari insektisida, fungisida, penggunaan peralatan tembaga untuk preparasi dan pengolahan (Hadiwiyoto, 2014), Berdasarkan SNI untuk bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp., kandungan logam Pb maksimal yang diperbolehkan sebesar 2 mg/kg dan Cu sebesar 30 mg/kg (BSN, 2020).

Kawasan pesisir Semarang dan Demak merupakan wilayah dengan tekanan ekologis yang besar dimana suplai bahan pencemar (termasuk logam) cukup tinggi yang disebabkan oleh pemanfaatan kawasan daratan sebagai kawasan industri dan pemukiman (Hastuti dkk., 2013). Tumbuhan mangrove *Rhizophora* memiliki kemampuan rhizofiltrasi, yaitu mekanisme yang dilakukan tumbuhan untuk mengurangi kandungan logam berat di lingkungan dengan cara penyerapan oleh akar dan mengakumulasi polutan (logam berat) pada bagian akar dan menjaganya tetap berada di zona perakaran (Mentari dkk., 2022). Mekanisme yang terjadi pada *Avicennia marina* untuk mengurangi toksisitas logam berat adalah menyimpan banyak air sehingga dapat mengencerkan konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuhnya (Supriyantini dkk., 2015), sedangkan *Rhizophora* sp. mempunyai kemampuan yang rendah dalam mengakumulasi logam Pb dengan nilai *bioconcentration factor*/BCF pada akar (0,02) dan pada daun (0,01) (Supriyantini, 2017). Pengenceran dengan penyimpanan air di dalam jaringan biasanya terjadi pada daun dan diikuti dengan terjadinya penebalan daun (sukulensi). Ekskresi juga merupakan upaya yang mungkin terjadi, yaitu dengan menyimpan materi toksik logam berat di dalam jaringan yang sudah tua seperti daun yang sudah tua dan kulit batang yang mudah mengelupas, sehingga dapat mengurangi konsentrasi logam berat di dalam tubuhnya (Mulyadi *et al.*, 2017). Metabolisme atau transformasi secara biologis (biotransformasi) logam berat dapat mengurangi toksisitas logam berat dengan melibatkan konversi bentuk logam yang beracun menjadi tidak beracun melalui reaksi oksidasi-reduksi atau reaksi mineralisasi-demineralisasi (Saeid *et.al.*, 2021). Logam berat yang masuk ke dalam tubuh akan mengalami pengikatan dan penurunan daya racun, karena diolah



menjadi bentuk-bentuk persenyawaan yang lebih sederhana (Setiawan, 2015). Unsur logam sebenarnya diperlukan tubuh untuk memperlancar metabolisme, terutama dalam sistem enzim sebagai kofaktor dan berperan dalam reaksi oksidasi reduksi (redoks) (Tchounwou *et.al.*, 2012), seperti besi (Fe), seng (Zn), tembaga (Cu), kromium (Cr), kobalt (Co), molibdenum (Mo), nikel (Ni), selenium (Se) dan mangan (Mn). Enzim dan koenzim tertentu baru akan aktif jika terdapat logam, namun diperlukan dalam jumlah sangat sedikit dan biasanya dalam bentuk garam mineral runutan/trace mineral (Hadiwiyoto, 2014). Logam berat arsen (As), merkuri (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), aluminium (Al), tembaga (Cu) dan nikel (Ni) perlu mendapat perhatian lebih disebabkan memiliki derajat toksik yang tinggi (Hadiwiyoto, 2014; Liu and Bomke, 2004 *dalam* Karamina dkk., 2018).

Dosis maksimum konsumsi harian logam berat dalam tubuh menurut ketentuan ADI (*Accept Daily Intake*) berdasarkan USEPA dan WHO, yaitu Pb 0.025, Cd 0.007, Fe 0.7, Cu 3.5, Co 0.005-1.8, Mn 0.4-1.0, dan Zn 7 mg/kg/hari (Gambar 2). Angka toleransi batas konsumsi Pb per minggu sebesar 25 µg/kg berat badan dan Cu 3500 µg/kg berat badan (Cahyani dkk., 2016). Penanganan bahan pangan yang baik mampu menurunkan cemaran logam pada bahan pangan (Widowati et al., 2017). Salah satu teknik pengolahan bahan pangan hewani dari keong mas yang sering dilakukan masyarakat adalah dengan cara perebusan. Menurut hasil penelitian yang dilakukan Budiari *et al.* (2016) diketahui pencucian sebanyak 3 kali dan perebusan selama 3 menit dapat mengurangi kadar logam berat Pb dan Cd sawi hijau (*Brasica rapa* L.). Proses pemanasan dengan cara merebus dapat menyebabkan rusaknya membran organel dan membran plasma sehingga logam berat yang terakumulasi di dalam organ dapat dengan mudah terurai dan keluar dari jaringan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Gunawan dkk. (2022) pada daging keong emas yang mengalami tahap pencucian 3 kali dan perebusan menurunkan kandungan Pb sebesar 49,96%. Beberapa penelitian dilakukan dalam upaya menurunkan kandungan logam berat pada makanan antara lain dengan penambahan bahan sekuestran (*chelating agents*), yaitu senyawa organik seperti asam sitrat, EDTA, maupun senyawa anorganik seperti polifosfat. Sekuestran ini akan mengikat ion logam membentuk ikatan kompleks sehingga meningkatkan stabilitas dan kualitas pangan serta dapat mengurangi dampak buruk logam tersebut (Nurhayati dan Navianti, 2017). Penelitian skala laboratorium penggunaan arang aktif dari ampas kopi sebagai agen pengadsorpsi logam Cu yang pernah dilakukan oleh Samosi dkk. (2019) menunjukkan persentase logam Cu yang mampu diserap arang aktif ampas kopi rata-rata diatas 95%. Pemeriksaan cemaran logam pada kedua sampel menunjukkan bahwa bubuk kopi robusta dan bubuk buah mangrove *Rhizophora* sp. tergolong aman digunakan untuk diolah menjadi produk kopi mangrove.

## Cemaran Mikroba

Mikroorganisme akan selalu ada bahkan dalam makanan sekaligus, namun jumlah yang ada harus seminimal mungkin. Oleh karena itu, standar dibuat untuk menjamin keamanan pangan dan harus dipenuhi sebelum dipasarkan ke konsumen. Pemerintah menetapkan regulasi untuk mempersyaratkan kriteria mikrobiologi yang boleh ada dalam sebagian besar bahan dan produk pangan, bergantung pada jenis bahan dan produk pangan (Yoni, 2016). Secara umum analisis yang digunakan untuk mengukur cemaran mikroba melalui angka lempeng total (ALT) dan jumlah kapang/khamir yang tumbuh dalam kopi bubuk (Mulato, 2020). Kopi bubuk paling mudah terkena kontaminasi mikroba karena prosesnya langsung dan tidak memerlukan sterilisasi, dan proses *roasting* dapat memperpanjang waktu penyimpanan biji kopi sebagai bahan pangan yang baik selama 2-6 bulan bila dikemas vakum, namun biji kopi akan mengalami penurunan kualitas citarasa dan aroma memunculkan bau apek (*stinky*) jika disimpan lebih dari 9 bulan. (Sumantri dkk., 2021). Pemeriksaan cemaran mikroba dilakukan sepuluh hari setelah proses *roasting*, baik untuk bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp yang disimpan menggunakan kemasan *standing pouch* berbahan kertas dengan bagian dalamnya terbuat dari aluminium foil.

Tabel 2. Cemaran Total Angka Kapang/khamir pada Sampel Bubuk Kopi Robusta dan Bubuk Buah

<i>Rhizophora</i> sp			
Sampel	Jumlah Koloni Kapang/khamir (koloni/g)	Syarat Mutu Kopi Bubuk SNI 01-3542-2004	Batas Maksimum Cemaran Mikroba dalam Pangan SNI 7388:2009
Bubuk Kopi Robusta	9,0	$1 \times 10^4$ koloni/g	$1 \times 10^4$ koloni/g
Bubuk Buah	6,0		

Pemeriksaan Angka Kapang Khamir (AKK) merupakan salah satu uji yang dilakukan untuk melihat kualitas bahan pangan dari aspek mikrobiologi. Total koloni kapang dari sampel bubuk kopi Robusta sebanyak 9 koloni per gram dan 6 koloni per gram pada bubuk buah *Rhizophora* sp (Tabel 2). Angka kapang/khamir koloni kapang kedua sampel di bawah  $10^4$  koloni per gram. Angka kapang/khamir ini kurang dari yang ditetapkan oleh SNI ISO 21527:2012 ( $\leq 10^4$  koloni/g), sehingga bubuk kopi robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp. aman untuk diolah menjadi kopi mangrove. Batas cemaran mikroba dalam pangan untuk kapang adalah  $1 \times 10^4$  koloni/g (SNI 7388:2009).

## KESIMPULAN

Kandungan cemaran logam Pb, Cd, Hg, Cu, dan As pada Kopi Robusta, bubuk buah *Rhizophora* sp. dan kopi mangrove masih di bawah ambang batas maksimal cemaran logam pada kopi





bubuk SNI 01-3542-2004. Berdasarkan hasil uji cemaran logam Pb, Cd, Hg, Cu, dan As serta cemaran total kapang/khamir, Kopi Robusta dan bubuk buah *Rhizophora* sp. aman sebagai bahan baku pembuatan kopi mangrove.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada KeSEMaT UNDIP Semarang dan Ketua Kelompok Pengolah Kopi Mangrove Arjuna Berdikari Semarang Bapak Ferry Agung Istiasmara atas kerjasamanya sehingga penelitian ini dapat diselesaikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adikristya, A. 2017. Kopi biji Salak Mencoba Sensasi Berbeda. <https://ottencoffee.co.id/majalah/kopi-biji-salak-mencoba-sensasi-berbeda>. Diakses 15 Juni 2023.
- Amalia, N.M., Meilia Wulandari, Sri Indah Hati, dan Iffah Muflihati. 2021. Karakteristik kopi analog biji asam jawa dengan variasi waktu penyangraian. *JITEK (Jurnal Ilmiah Teknosains)* Vol 7, No 1/Mei: 17-21.
- BSN (Badan Standarisasi Nasional). 2020. Panduan Penerapan dan Sertifikasi SNI Produk Kopi Bubuk.
- Basyuni, M., Yusraini, E., Susilowati, A., Hayati, R., Siregar, E. S., Desrita, Susetya, I. E., & Kajita, T. (2021). Bioprospecting of Selected Mangrove Fruits Based Nutritional, Antioxidant, and Element Properties to Support Functional Food Materials for Pulau Sembilan Coastal Communities, Indonesia. *International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 11(4), 1661–1667. <https://doi.org/10.18517/ijaseit.11.4.13643>
- Budiari, D.A.T., I.G.A.L. Triani dan A. Hartati. 2016. Pengaruh frekuensi pencelupan dan lama perebusan terhadap kadar logam berat dan mutu sensoris sawi hijau (*Brassica rapa* L. Subsp. *Perviridis* Bayley). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* 4: 52-61.
- Cahyani, N., Djamar T. F Lumban Batu dan Sulistiono. 2016. Kandungan logam berat Pb, Hg, Cd, dan Cu pada daging ikan rejang (*Sillago sihama*) di estuari sungai Donan Cilacap, Jawa Tengah. *JPHPI Masyarakat Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* Volume 19 Nomor 3: 267-276.
- Deka, A. Kalita, Kushwaha Jashvant Kumar and Sunshri Basumatary. 2023. Monitoring strategies for heavy metals in foods and beverages: Limitations for human health risks. <https://www.intechopen.com/online-first/86538>.
- Gunawan, A., Agus Sutanto, Hening Widowati, Mia Cholvistaria. 2022. Pengolahan daging keong emas untuk menurunkan kadar logam berat timbal (Pb). *BIOLOVA Journal of Science and Biology Education* 3(2): 102-108.
- Hadiwiyoto, S. 2014. Keracunan, Alergi, dan Intoleran Makanan. Gadjah Mada University Press. Hal. 129.
- Hardoko, Evi K. Harisman and Yunita E. Pustitasari. 2020. Kombucha from *Rhizophora mucronata* Lam. Herbal tea: Characteristics and the potential as an antidiabetic beverage. *Journal of Pharmacy & Pharmacognosy Research*. 8(5): 410-421.



- Hastuti, E.D., Sutrisno Anggoro, dan Rudhi Pribadi. 2013. Pengaruh jenis dan kerapatan vegetasi mangrove terhadap kandungan Cd dan Cr sedimen di Wilayah Pesisir Semarang dan Demak. Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan 2013: 331-336. ISBN 978-602-17001-1-2.
- Istiasmara, F.A. Wawancara pribadi. 7 Juni 2021.
- Karamina, H., A.T. Murti, dan T. Mudjoki. 2018. Analisis kandungan logam berat aluminium (Al), dan timbal (Pb) pada buah jambu biji varietas kristal (*Psidium guajava* L.) dan tanah di desa Bumiaji, Kota Batu. *Jurnal Kultivasi* Vol. 17(3): 744-749.
- Kartikawati, D. dan Yunita Indah Sari. 2021. Analisis awal skrining fitokimia ekstrak bubuk kopi mangrove. Prosiding Seminar Nasional dan Call for Paper Konsorsium UNTAG se-Indonesia 2021 “Inovasi Perguruan Tinggi Mewujudkan Indonesia Tangguh dan Tumbuh Menuju Indonesia Emas 2045 Berbasis Kebangsaan” pada tanggal 26-27 November 2021 di Semarang. Penerbit UNTAG PRESS:586-597.
- Khairi, N.A., N. S. Rhamadhia, dan T. Juwitaningtyas. 2019. “Pelatihan pembuatan kopi biji pepaya sebagai upaya pemanfaatan limbah industri di Desa Tirtonirmolo, Kasihan, Bantul,” Seminar Nasional Hasil Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Ahmad Dahlan, September, pp. 335–340.
- Khairuddin, M. Yamin dan Abdul Syukur. 2018. Analisis kandungan logam berat pada tumbuhan mangrove sebagai bioindicator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, Januari-Juni, Volume 18(1): 69-79.
- Kumar A. and A. L. Ramanathan. 2015. Speciation of selected trace metals (Fe, Mn, Cu and Zn) with depth in the sediment of Sundarnban mangroves: India and Bangadesh. *J Soils Sediments*. DOI 10.1007/ s11368-015-1257-5.
- Lestari. 2018. Polutan logam berat dalam ekosistem Mangrove. *Oseana*, Volume XLIII, Nomor 3: 40 – 51. ISSN 0216-1877
- Marctyas, S.A., D.Y. Pujiastuti dan E. Saputra. 2022. Utilization of mangrove fruit (*Rhizophora stylosa*) as an alternative to low caffeinated drinks. IOP Publishing conf. Series: Earth and Environmental Science 1036 (2020) 012029: 1-4.
- Mentari, R. J., Nirwani Soenardjo, dan Bambang Yulianto. 2022. Potensi fitoremediasi mangrove *Rhizophora mucronata* terhadap logam berat Tembaga (Cu) di Kawasan Mangrove Park, Pekalongan. *Journal of Marine Research* Vol 11, No. 2 Mei 2022, pp. 183-188.
- Miranti, D.I., Hideaki Ichiura and Yoshito Ohtani. 2018. The Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Food Products of *Rhizophora stylosa* Fruit (Coffee and Tea Mangrove). *Hindawi International Journal of Forestry Research* Vol. 28: 1-6.
- Mulato, S. 2020. Jabaran Kriteria Mutu SNI Kopi Bubuk.
- Nurhayati dan Diah Navianti. 2017. Pengaruh konsentrasi perendaman air perasan belimbing wuluh (*Averrhoa blimbi*) terhadap penurunan kadar cadmium pada ikan laut yang dijual di pasar tradisional Palembang tahu 2015. *Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Palembang*. 12(1): 51-58.



- Nusaibah, Putri C. M., Pangestika W., & Luthfiyana, N. (2022). Pemanfaatan Buah Bakau *Rhizophora* sp. dan *Sonneratia* sp. sebagai bahan baku kopi analog. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 25(2): 185-201. [http://dx.doi.org/ 10.17844/jphpi.v25i2.39852](http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v25i2.39852)
- Pangestu, M. Bayu Aji, Salsabillah Alif Rizkyah, Anggi Radzma Fidayanti, Septia Annisa Isnaini, Ida Syamsu Roidah, dan Laksmi Diana. 2022. Pengembangan limbah biji alpukat sebagai inovasi produk minuman Kesehatan (Studi Kasus KWT Mekar Sentosa). *KARYA Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2(3): 87-90.
- Purwaningsih, S., Ella Salamah, Aditya Yudha Prawira Sukarno, dan Eka Deskawati. 2013. Aktivitas antioksidan dari buah mangrove (*Rhizophora mucronata* Lamk.) pada suhu yang berbeda. *JPHPI (Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan)*. 16(3): 199-203.
- Purbalisa, S.W., C.O. Handayani, dan E.S. Harsanti. 2019. Penilaian resiko kontaminasi logam berat di lahan sawah dan tanaman padi di DAS Brantas, Kabupaten Jombang. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 6(1) : 1033-1042.
- Puşcaş, A., Anda E. Tanislav, Romina A. Marc, Vlad Mureşan, Andruţa E. Mureşan, Eموke Pall, and Constantin Cerbu. 2022. Cytotoxicity evaluation and antioxidant activity of a novel drink based on roasted avocado seed powder. *Plants (Basel)*. 11(8): 1083.
- Samosir, A.F., B. Yulianto and C. A. Suryono. 2019. Arang Aktif dari ampas kopi sebagai absorben logam Cu terlarut dalam skala laboratorium. *Journal of Marine Research*. 8(3): 237-240.
- Saeid A., Cepoi L., M. Jastrzębska, and P.N. Nomngongo. 2021. Bioremediation of heavy metal ions contaminated soil. *Soil Bioremediation*. 2021:87–114.
- Setiawan K. 2015. Karakteristik tanaman *Avicennia Marina* dalam proses fitoremediasi. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. 3(2):23–26.
- Sukma, R.N. dan Mahfudlotus Zahro. 2020. Effect utilization mangrove *Rhizophora* sp.. Fruit extract in production of water content and organoleptic test. *AQUASAINS (Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan)*. 9(1): 881-886.
- Sumantri, S. A., Hendro Sudjono Yuwono, dan Ihsan. 2021. Identifikasi bakteri yang dapat tumbuh pada bubuk kopi robusta. *Prosiding Kedokteran*. 7(1): 400-402.
- Supriyantini, E. dan Nirwani Soenardjo. 2015. Kandungan logam berat Timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar dan buah mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis* September Vol. 18(2):98–106.
- Supriyantini, E., R.A.T. Nuraini, dan C.P. Dewi. 2017. Daya serap mangrove *Rhizophora* sp. terhadap logam berat Timbal (Pb) di Perairan Mangrove Park, Pekalongan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1):16–24.
- Sutanto, C.A., Trivena Frisdayanti, Rosiana, Albertus Jiwo Kunadi Putra, Fransisca Nadita Laura Krisna, Nadia Sastrivia Eka Christy, Ari Jeremy Williams Situmeang, Lauw, Vanessa Irene Natalie, Yohanes Krisostomus Farih Lintang Jati, Budianto Parulian Lumbantoruan, Putri Nastiti. 2023. Pemanfaatan limbah biji pepaya menjadi olahan kopi di Desa Donomulyo, Kulon Progo. *Jurnal Atma Inovasia (JAI)*. 3(2): 166-201.



- Tchounwou, Paul B., Clement G. Yedjou, Anita K. Patlolla and Dwayne J. Sutton. 2012. Heavy metals toxicity and the environment. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4144270/#R12>
- Tropicalselfsufficiency. 2016. Winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus*) <https://tropicalselfsufficiency.com/winged-bean-psophocarpus-tetragonolobus/>. Diakses 3 Juli 2023.
- Wang Y., Q. Qiu, G. Xin, Z. Yang, J. Zheng, Z. Ye, and S. Li. 2013. Heavy metal contamination in a vulnerable mangrove swamp in South China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185: 5775–5787.
- Widowati, H., W.S. Sulistiani dan A. Sutanto. 2017. Pengaruh proses pengolahan terhadap kadar logam berat dan kadar gizi pada kacang panjang. *BIOEDUKASI Jurnal Pendidikan Biologi* 8: 171-175.
- Widowaty, W., Akhmad Zakaria dan Tia Yura Nurfiiana. 2020. Analisis cemaran logam (Cu dan Zn) pada kopi bubuk. *Agroscience*. 10(1): 79-83.
- WHO/FAO/IAEA. World Health Organization. Switzerland: Geneva; 1996. Trace Elements in Human Nutrition and Health.
- Wijaya, M.C., Bangsa, P.G. and Malkisedek, M.H., 2019. Perancangan rebranding produk "Kopi Jagung Sidomukti" Kota Malang. *Jurnal DKV Adiwarna*, 1(14): 1-9.
- Yoni, A. (2016). Angka Lempeng Total (ALT), Angka Paling Mungkin (APM), dan Total Kapang Khamir Sebagai Metode Analisis Sederhana untuk Menentukan Standar Mikrobiologi Pangan Olahan Posdaya. *Jurnal Teknologi: Univeristas Muhammadiyah Jakarta*. 8(2): 77-83.