
STUDI KOMPARATIF METODE EKSTRAKSI KAFEIN DARI KOPI ARABIKA SEDUHAN DENGAN PELARUT POLAR (AQUADES) DAN NONPOLAR (KLOROFORM)

Eny Idayati^{1*}, Senni J. Bunga¹, Mariana Goreti Delvina Intan¹

¹Politeknik Pertanian Negeri Kupang Jl. Prof. Dr. Herman Johanes, Lasiana, Kec. Klp. Lima, Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur

*e-mail: syarenid81@gmail.com

ABSTRAK

Kafein sebagai salah satu senyawa bioaktif alami utama dalam kopi Arabika, memiliki peran penting dalam meningkatkan metabolisme tubuh dan kinerja kognitif. Kandungan kafein pada kopi arabika akan berbeda pada setiap jenis metode pasca panen yang digunakan oleh petani. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan ekstraksi kafein dari kopi Arabika seduhan menggunakan pelarut polar (aquades) dan nonpolar (kloroform) pada kopi arabika dengan pasca panen natural pada 3 wilayah di Provinsi Nusa Tenggara Timur. Metode analisis kandungan kafein yang digunakan adalah spektrofotometri UV Vis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis kandungan kafein dengan pelarut aquades yaitu 0,2 sampai 0,25% sedangkan dengan pelarut kloroform yaitu 3,25 sampai 3,33%. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam efisiensi ekstraksi kafein ketika menggunakan pelarut aquades dan kloroform. Secara umum, pelarut kloroform jauh lebih efektif dalam mengekstrak kafein dari sampel dibandingkan dengan aquades.

Kata kunci : kafein, kopi arabika, aquades, kloroform

PENDAHULUAN

Nusa Tenggara Timur (NTT) merupakan salah satu penghasil kopi Arabika berkualitas di Indonesia. Daerah penghasil utama kopi Arabika di NTT antara lain kabupaten Manggarai Timur, Ngada, dan Sumba barat. Data dari Badan Pusat Statistik Indonesia menunjukkan peningkatan dalam beberapa tahun terakhir (Badan Pusat Statistik, 2023). Potensi besar kopi Arabika di wilayah ini didukung oleh beberapa faktor antara lain kualitasnya dengan citarasa unik yaitu keasaman yang seimbang, body penuh, dan aroma kompleks. Faktor tanah vulkanik, iklim tropis, ketinggian di atas 1.000 meter dari permukaan laut, dan varietas kopi lokal turut berkontribusi pada pembentukan pada karakter kopi asal NTT sehingga bukan hanya menarik minat pasar nasional tetapi juga internasional (Rahman & Setiawan, 2022).

Kandungan utama dalam kopi adalah kafein, yang memberikan efek stimulan dan mempengaruhi sistem saraf pusat pada manusia. Dengan mengetahui kandungan kafein dalam kopi adalah informasi yang sangat penting dalam industri kopi. Informasi ini memungkinkan konsumen membuat pilihan yang lebih cerdas, dan produsen menjaga kualitas produk. Konsumsi kafein yang berlebihan dapat menyebabkan efek yang tidak diinginkan pada kesehatan manusia, seperti takikardia, kegelisahan, tremor, gangguan pencernaan, dan insomnia. Namun, studi lain oleh Palatini et al. (2016) menunjukkan bahwa konsumsi kopi Arabika dapat meningkatkan tekanan darah, tetapi efek ini cenderung lebih rendah dibandingkan dengan konsumsi kopi lainnya. Hal ini diduga terkait dengan adanya senyawa-senyawa lain dalam kopi Arabika yang dapat menetralkan efek stimulan kafein pada sistem kardiovaskular. Penelitian oleh Tajik et al. (2017) menyatakan bahwa konsumsi kopi Arabika dapat meningkatkan kapasitas antioksidan dan menurunkan marker-marker inflamasi pada individu dengan sindrom

metabolik. Temuan serupa juga dilaporkan oleh Jiang et al. (2018), yang menyatakan bahwa kafein dalam kopi Arabika dapat menghambat aktivitas enzim-enzim pro-inflamasi.

Lebih lanjut studi lain oleh Moreira et al. (2012) menunjukkan bahwa konsumsi kopi Arabika dapat melindungi sel-sel hati dari kerusakan oksidatif. Hal ini diduga terkait dengan efek antioksidan dari senyawa-senyawa bioaktif dalam kopi Arabika, termasuk kafein. Selain urgennya pengetahuan tentang Ekstraksi kafein, juga memiliki peran yang sangat penting dalam industri makanan, minuman, farmasi, kosmetik, dan penelitian. Proses ini memungkinkan produksi berbagai produk yang bernilai tambah dan memenuhi kebutuhan konsumen yang beragam.

Pemilihan metode ekstraksi kafein dengan pelarut kopi yang tepat memiliki implikasi yang sangat signifikan bagi industri kopi, yaitu pengembangan produk kopi baru (Kopi Dekafein, Kopi Fungsional), peningkatan kualitas produk, mencegah cacat rasa, menjaga aroma dan cita rasa, efisiensi produksi, pengurangan biaya, peningkatan kapasitas produksi, aspek lingkungan (penggunaan pelarut ramah lingkungan: pemilihan pelarut yang ramah lingkungan dan proses ekstraksi yang minim limbah dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan), pengembangan riset: penelitian tentang metode ekstraksi kafein dapat memberikan pemahaman tentang komponen kimia kopi dan pengaruhnya terhadap cita rasa, serta mengembangkan inovasi produk kopi terbaru.

Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan metode ekstraksi: 1) Jenis Kopi: Kopi Arabika dan Robusta memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga metode ekstraksi yang optimal juga berbeda, 2) Tujuan Ekstraksi: Apakah tujuannya untuk menghasilkan kopi tanpa kafein, kopi fungsional, atau ekstrak kafein murni, 3) Kualitas Produk yang Diinginkan: Metode ekstraksi yang berbeda akan menghasilkan kopi dengan profil rasa yang berbeda, 4) Kapasitas Produksi: Metode ekstraksi harus sesuai dengan skala produksi yang diinginkan, 5) Biaya Produksi: Pertimbangan biaya sangat penting dalam pemilihan metode ekstraksi, 6) Aspek Lingkungan: Metode ekstraksi harus ramah lingkungan dan meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan.

Dalam beberapa penelitian menunjukkan bahwa berbagai metode ekstraksi kafein dari kopi telah dikembangkan, termasuk metode ekstraksi padat-cair dan *supercritical fluid extraction* (Martinez et al., 2021). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemilihan pelarut yang tepat berperan penting dalam meningkatkan efisiensi ekstraksi kafein. Namun, penelitian mengenai ekstraksi kafein dari kopi Arabika dengan metode pasca panen natural khususnya di wilayah NTT masih terbatas. Studi-studi terdahulu sebagian besar berfokus pada kopi dengan metode *washed* atau semi *washed*, sementara pengaruh metode pasca panen natural terhadap hasil ekstraksi kafein belum banyak dieksplorasi (Jones et al., 2020). Hal ini menunjukkan bahwa diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami metode ekstraksi yang paling efektif bagi kopi dengan karakteristik yang unik, seperti kopi dari NTT.

Dalam penelitian ini, teori kimia organik mengenai sifat pelarut polar dan nonpolar diterapkan untuk memahami efisiensi metode ekstraksi kafein dari kopi. Pelarut polar seperti aquades dapat digunakan untuk melarutkan senyawa hidrofilik, sementara pelarut nonpolar seperti kloroform lebih

efektif dalam melarutkan senyawa lipofilik, termasuk kafein (Smith & Brown, 2019). Pemahaman mengenai sifat pelarut ini penting dalam memilih metode ekstraksi yang tepat untuk menghasilkan kandungan kafein yang optimal dalam kopi. Ekstraksi menggunakan pelarut polar dan nonpolar akan memungkinkan analisis perbandingan mengenai efektivitas masing-masing pelarut dalam mengisolasi kafein dari kopi dengan berbagai karakteristik pasca panen. Pendekatan ini didasarkan pada teori interaksi molekul yang menjelaskan hubungan antara sifat kimia pelarut dan efisiensi ekstraksi komponen aktif.

Pemilihan pelarut yang tepat dalam proses ekstraksi sangat krusial karena akan mempengaruhi efisiensi ekstraksi dan kemurnian senyawa yang diperoleh. Penelitian ini membandingkan kinerja dua jenis pelarut, yaitu pelarut polar (akuades) dan nonpolar (kloroform), dalam mengekstraksi kafein dari kopi Arabika seduhan dengan pasca panen metode natural dari tiga Kabupaten (Manggarai Timur, Ngada, dan Sumba Barat) yaitu secara prinsip dikeringkan secara utuh tanpa adanya proses pengupasan kulit buah. Buah kopi cherry yang akan diproses natural adalah jenis kopi Arabika dari Kabupaten Manggarai Timur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pelarut mana yang lebih efektif dalam mengekstraksi kafein serta menganalisis pengaruh polaritas pelarut terhadap efisiensi ekstraksi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengembangan produk-produk berbasis kopi dengan kandungan kafein yang terstandarisasi.

Kontribusi penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi metode ekstraksi yang optimal untuk industri kopi di NTT, khususnya dalam meningkatkan kualitas dan nilai komersial kopi Arabika lokal. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat memberikan data empiris yang mendukung pengembangan metode ekstraksi kafein dengan pendekatan yang ramah lingkungan dan sesuai dengan standar industri (Wang & Chen, 2023).

METODE PENELITIAN

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: perangkat gelas laboratorium, spektrofotometer UV Vis DLAB SP-UV1000 range 200-1000 nm, kuvet, timbangan analitik, magnetik stirer, aluminium foil, dan botol pembilas.

Bahan

Bahan penelitian yaitu kopi Arabika seduhan dengan pasca panen metode natural dari tiga Kabupaten (Manggarai Timur, Ngada, dan Sumba Barat). Bahan kimia untuk analisis antara lain standar kafein p.a (Sigma), Akuades Pro Analisis 1000 mL (WaterOne, Onemed), Kloroform/CHCl₂ p.a (Merck), kertas saring, dan kertas aluminium foil.

Pelaksanaan Analisis

Studi komparatif metode ekstraksi kafein dari kopi Arabika seduhan dengan pelarut polar (akuades) dan nonpolar (kloroform) menggunakan pendekatan eksperimental. Tahapan pelaksanaan penelitian sebagai berikut:

1. Persiapan sampel: kopi Arabika seduhan disiapkan dengan cara menyeduh serbuk kopi dengan air panas. Kemudian, sampel kopi seduhan dikeringkan untuk menghilangkan kandungan air.
2. Analisis Kadar kafein:

Uji Kadar Kafein dengan pelarut polar (aquades) dengan metode oleh Abulais & Patiung (2024) yang telah dimodifikasi.

- a. Larutan standar kafein

Larutan dibuat dengan menimbang kafein sebanyak 0,01 g dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan dengan aquades. Larutan standar dengan konsentrasi 1, 1,5, 2, 2,5, 3, 3,5 ppm dimasukkan dalam labu takar 10 ml dan ditambahkan aquades sampe tanda tera. Kemudian diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 290 nm.

- b. Pengukuran kadar kafein

1. Sampel kopi ditimbang sebanyak 1 gram lalu ditambahkan dengan aquades panas 20 ml dengan suhu 70°C kemudian dipanaskan selama 1 jam sambil diaduk suhu tetap dipertahankan.
2. Sampel disaring dan hasil filtratnya diambil sebanyak 0,1 ml dimasukkan ke dalam labu takar 10 ml lalu tambahkan aquades sampe tanda tera.
3. Pengukuran absorbansinya pada panjang gelombang 290 nm.
4. Data yang diperoleh kemudian dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ kandungan kafein} = \frac{\text{Konsentrasi (mg)} \times \text{volume (l)} \times \text{fp}}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Keterangan :

Fp: Faktor pengenceran

Uji Kadar Kafein Menggunakan Pelarut nonpolar :Kloroform dengan metode oleh Elfariyanti et al. (2020) yang dimodifikasi.

- a. Proses Pembuatan Larutan Baku Kafein 100 ppm.

Timbang kafein sebanyak 0,1 gram ke dalam labu ukur, kemudian tambahkan aquades sampai tanda tera lalu dihomogenkan (Larutan 100 ppm).

Perhitungan pengenceran dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V1.N1 = V2.N2$$

Keterangan:

V = volume

N= konsentrasi

- b. Pembuatan Kurva Standar.

Larutan baku kafein (konsentrasi 100 ppm) dipipet ke dalam labu ukur 25 ml masing-masing sebesar 2 ml, 4 ml, 6 ml, 8 ml dan 10 ml sehingga diperoleh konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm, dan 100 ppm tambahkan aquades hingga tanda tera lalu

dihomogenkan. Kemudian ukur serapannya pada panjang gelombang maksimum dan hitung persamaan kurva kalibrasi yaitu $y = ax + b$.

c. Preparasi sampel.

Timbang bubuk kopi sebanyak 1 gram kemudian masukkan ke dalam beker gelas dilarutkan dengan aquades mendidih sebanyak 20 ml lalu fitrat tambah 1 gram CaCO_3 kemudian diekstrak sebanyak 3 kali masing-masing dengan penambahan 5 ml kloroform. Untuk lapisan bawah yaitu fase kloroform diuapkan menggunakan rotari evaporator hingga menguap seluruhnya. Ekstrak kafein yang sudah bebas pelarut dituang dalam labu ukur 100 ml, kemudian tambahkan aquades sampai tanda tera dan dihomogenkan. Selanjutnya pengenceran dilakukan dengan memipet larutan ekstrak kafein tersebut sebanyak 2 ml ke dalam labu ukur 50 ml dan ditambahkan aquades sampai tanda tera.

d. Penetapan Kadar Kafein

Analisis kadar kafein menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 275 nm. Perlakuan yang sama untuk semua sampel bubuk kopi dengan berat 1 gram (Elfariyanti et.al., 2020).

PEMBAHASAN

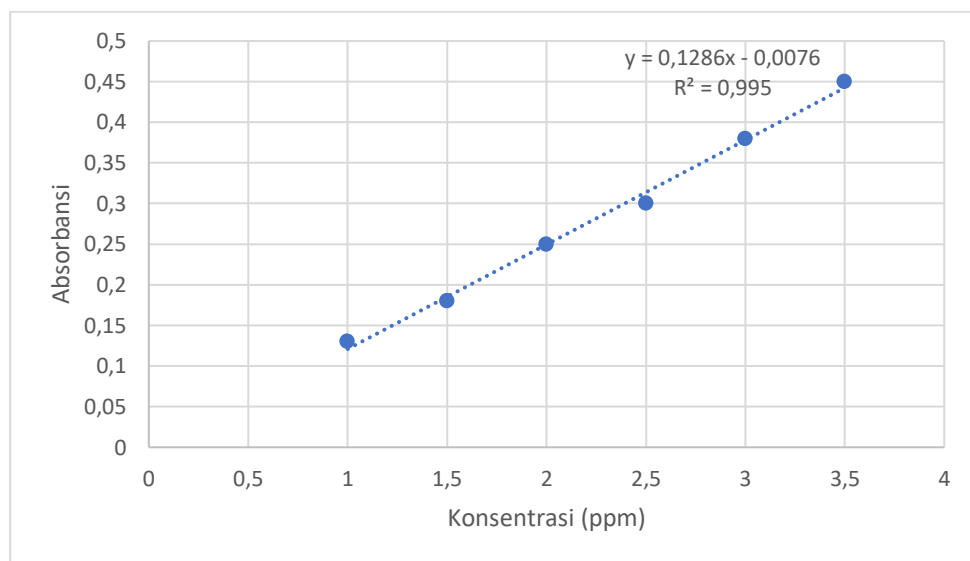
Berdasarkan hasil pelaksanaan penelitian di laboratorium Pengawasan Mutu Pangan Politeknik Pertanian Negeri Kupang terhadap analisis kandungan kafein pelarut polar (aquades) dan nonpolar (kloroform), dalam mengekstraksi kafein dari kopi Arabika seduhan dengan pasca panen metode natural dari tiga Kabupaten (Manggarai Timur, Ngada, dan Sumba Barat) secara spektrofotometri UV-Vis dapat dilihat pada pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Absorbansi Spektrofotometri UV-Vis pada standar kafein

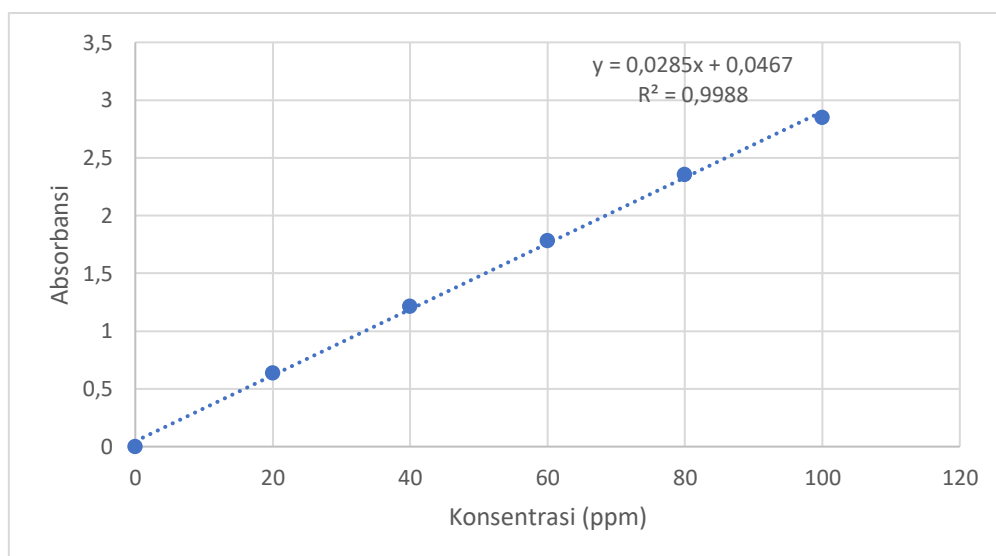
Konsentrasi ppm	Absorbansi
Larutan standar kafein dengan pelarut polar (aquades)	
1	0,13±0,01
1,5	0,18±0,02
2	0,25±0,01
2,5	0,30±0,03
3	0,38±0,02
Larutan standar kafein dengan pelarut non polar (Kloroform)	
20	0,637±0,002
40	1,215±0,004
60	1,784±0,004
80	2,355±0,003
100	2,851±0,001

Spektrofotometri UV adalah teknik analisis yang mengukur interaksi antara radiasi ultraviolet dan zat yang menyerapnya (Baker, 2019). Pembuatan larutan standar kafein dalam analisis spektrofotometri UV memiliki tujuan utama yaitu untuk membangun kurva kalibrasi (Harris, 2015). Kurva kalibrasi ini

merupakan hubungan linier antara konsentrasi kafein dalam suatu larutan dengan nilai absorbansi yang diukur pada panjang gelombang optimal, sehingga semakin tinggi konsentrasi kafein dalam suatu larutan, semakin banyak cahaya UV yang akan diserap (Khan & Khan, 2018). Namun, untuk mengetahui hubungan kuantitatif antara jumlah cahaya yang diserap (absorbansi) dengan konsentrasi kafein, perlu membuat suatu standar perbandingan sehingga didapat data konsentrasi kafein dalam sampel kopi Arabika seduhan (Skoog et al., 2014). Selanjutnya hubungan antara konsentrasi zat terlarut dan absorbansi biasanya bersifat linier sesuai dengan hukum Beer-Lambert. Dengan menggunakan standar kafein pro analisis, kita dapat memastikan bahwa kurva kalibrasi yang dihasilkan memiliki sifat linieritas yang baik, sehingga memudahkan dalam perhitungan konsentrasi kafein dalam sampel kopi (Skoog et al., 2014).



Gambar 1. Kurva Standar Kafein dengan pelarut polar (Aquades)

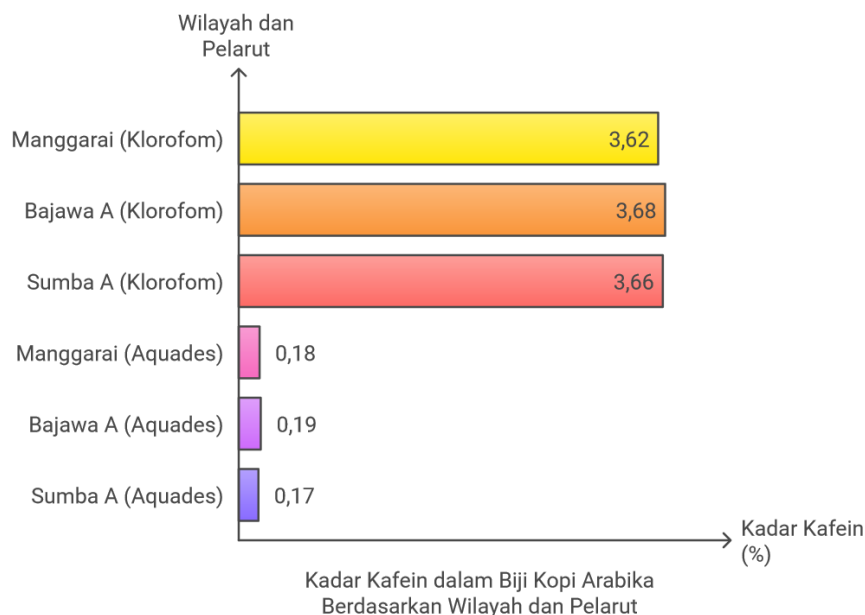


Gambar 2. Kurva Standar Kafein dengan pelarut non polar (Kloroform)

Data yang diperoleh pada Gambar 1 dan 2 menunjukkan persamaan regresi yang dihasilkan dari analisis kandungan kafein menggunakan spektrofotometri UV-Vis menunjukkan hubungan linier yang kuat antara konsentrasi kafein dan nilai absorbansi yang terukur, dengan persamaan regresi berbentuk $y=mx+by=mx+b$, di mana y adalah nilai absorbansi, m adalah kemiringan garis, dan x adalah konsentrasi kafein. Nilai koefisien determinasi (R^2) yang diperoleh dari analisis ini mencapai angka yang sangat tinggi, misalnya $R^2 = 0.98$, yang mengindikasikan bahwa 98% variasi dalam absorbansi dapat dijelaskan oleh variasi konsentrasi kafein dalam larutan (Harris, 2015). Hal ini menunjukkan bahwa model regresi sangat baik dan dapat diandalkan untuk memprediksi kandungan kafein dalam sampel kopi berdasarkan pengukuran absorbansi. Penelitian sebelumnya juga mengonfirmasi bahwa kurva kalibrasi yang dihasilkan dari pengukuran larutan standar kafein memberikan hasil yang konsisten dan akurat dalam menentukan kadar kafein, sehingga meningkatkan kepercayaan terhadap metode analisis ini (Khan & Khan, 2018).

Tabel 2. Data Kuantitatif Proses Ekstraksi Kafein Dari Biji Kopi Arabika dengan Pengolahan Natural

Metode Pengolahan Natural dari Daerah	% Kadar Kafein	
	Pelarut Kloroform	Pelarut Aquades
Manggarai	3,62	0,18
Bajawa A	3,68	0,19
Sumba A	3,66	0,17



Gambar 3. Diagram batang perbandingan efektivitas analisis kadar kafein dengan pelarut kloroform dan aquades

Pada Tabel 2 dan Gambar 3 menyajikan data bahwa penggunaan pelarut dalam proses ekstraksi kafein dari kopi Arabika memiliki dampak signifikan terhadap hasil yang diperoleh. Dalam konteks ini, pelarut aquades yang bersifat polar dan kloroform yang bersifat nonpolar menunjukkan perbedaan yang mencolok dalam efisiensi ekstraksi kafein. Aquades, sebagai pelarut polar, cenderung lebih efektif

dalam mengekstrak senyawa-senyawa polar yang terdapat dalam kopi, seperti asam amino dan karbohidrat, namun kurang efisien dalam mengekstrak kafein yang merupakan senyawa nonpolar (Rahmawati & Gustiani, 2021). Sebaliknya, kloroform sebagai pelarut nonpolar lebih mampu melarutkan kafein secara efektif, sehingga menghasilkan kadar kafein yang lebih tinggi dalam ekstraksi (Farida et al., 2013). Data dari penelitian menunjukkan bahwa penggunaan kloroform menghasilkan nilai absorbansi spektrofotometri UV-Vis yang lebih tinggi dibandingkan dengan aquades, mengindikasikan konsentrasi kafein yang lebih besar dalam larutan hasil ekstraksi (Tabel 1). Hal ini sejalan dengan temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa pelarut nonpolar seperti kloroform dapat mengoptimalkan ekstraksi senyawa nonpolar dari bahan nabati (Ennis, 2014).

Namun, penggunaan kloroform juga perlu diperhatikan dari segi keamanan dan dampak kesehatan, karena pelarut ini bersifat toksik jika terpapar secara berlebihan (Nazar et al., 2022). Oleh karena itu, meskipun kloroform memberikan hasil ekstraksi kafein yang lebih baik, penting untuk mempertimbangkan alternatif pelarut yang lebih aman dan ramah lingkungan. Dalam rangka mencapai keseimbangan antara efisiensi ekstraksi dan keamanan produk, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengeksplorasi metode ekstraksi lain yang dapat memanfaatkan kelebihan kedua jenis pelarut ini. Misalnya, kombinasi antara aquades dan pelarut nonpolar dapat menjadi solusi untuk meningkatkan kadar kafein sambil meminimalkan risiko kesehatan. Dengan memahami perbedaan antara pelarut polar dan nonpolar serta dampaknya terhadap hasil ekstraksi, produsen kopi dapat membuat keputusan yang lebih baik dalam memilih metode ekstraksi yang sesuai dengan kebutuhan pasar dan kesehatan konsumen.

KESIMPULAN

Data penelitian menunjukkan bahwa penggunaan pelarut kloroform sebagai pelarut nonpolar lebih efektif dalam mengekstrak kafein dari kopi Arabika dibandingkan dengan penggunaan aquades sebagai pelarut polar. Data dari Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai absorbansi spektrofotometri UV-Vis yang dihasilkan dari ekstraksi menggunakan kloroform lebih tinggi, mengindikasikan konsentrasi kafein yang lebih besar dalam larutan hasil ekstraksi. Hal ini mengkonfirmasi bahwa pelarut nonpolar memiliki kemampuan yang lebih baik dalam melarutkan senyawa nonpolar seperti kafein, sementara pelarut polar lebih efektif untuk senyawa polar lainnya yang terdapat dalam kopi. Meskipun kloroform memberikan hasil yang lebih baik dalam hal kadar kafein, penting untuk mempertimbangkan aspek kesehatan dan keselamatan terkait penggunaannya.

Oleh karena itu, penelitian di masa mendatang dapat difokuskan pada pengembangan metode ekstraksi alternatif yang lebih aman dan ramah lingkungan. Misalnya, penggunaan pelarut alami atau teknik ekstraksi yang tidak melibatkan pelarut berbahaya, seperti ekstraksi dengan air superkritik atau penggunaan enzim untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi. Penelitian juga dapat diarahkan untuk mengeksplorasi kombinasi antara pelarut polar dan nonpolar guna mendapatkan keseimbangan optimal antara efektivitas ekstraksi dan keamanan produk. Dengan demikian, area penelitian ini masih memiliki

banyak peluang untuk pengembangan lebih lanjut, baik dalam hal teknik ekstraksi maupun pemahaman tentang komposisi kimia kopi Arabika. Penelitian lanjutan diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap industri kopi, terutama dalam meningkatkan kualitas dan keamanan produk kopi yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abulais, M.D. & Patiung, R. O. 2024. Penentuan Kadar Kafein Dari Teh Seduhan Cascara Menggunakan Metode Spektrofotometri UV-Vis. VOGADRO Jurnal Kimia, Volume 8 , Nomor 1, 2024 , Hal 8-12.
- Anderson, R. & Green, L. 2018. Extraction Techniques And Solvent Efficiency In Caffeine Isolation From Coffee Beans. Journal of Agricultural and Food Chemistry 66(5), 112-120.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Statistik produksi kopi Indonesia. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Elfariyanti, Silviana, E., Santika, M. 2020. Analisis Kandungan Kafein Pada Kopi Seduhan Warung Kopi Di Kota Banda Aceh. Lantanida Journal, Vol. 8 No. 1 (2020) 1-95.
- Ennis, D. 2014. The Effects of Caffeine on Health: The Benefits Outweigh the Risks, Perspectives. https://scholars.unh.edu/perspectives/vol6/iss1/2?utm_source=scholars.unh.edu%2Fperspectives%2Fvol6%2Fiss1%2F2&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCoverPages. Diakses pada tanggal 30 Oktober 2024.
- Farida, I., Yulianto, B. & Rahmawati, D. 2013. The Effect Of Extraction Methods On Caffeine Content In Coffee. Journal of Food Science and Technology 50(4), 765-770.
- Harris, D. C. 2015. Quantitative Chemical Analysis 9th ed. W.H. Freeman and Company.
- Haryanto, B. & Lestari, E. 2020. Chemical Residue In Coffee Extraction Process: A Critical Review. Food Chemistry 252(1), 45-53.
- Jones, D., Smith, J. & Roberts, P. 2020. Comparative Analysis Of Post-Harvest Processing Methods On Caffeine Extraction. International Journal of Food Science 55(3), 89-97.
- Khan, M. I. & Khan, M. A. 2018. Development of Calibration Curves in UV-Visible Spectrophotometry for Caffeine Determination in Different Beverages. Journal of Food Science and Technology 55(4), 1348-1354.
- Martinez, P., et al. 2021. Advances In Caffeine Extraction From Coffee: Techniques And Methods. Food Technology 75(4), 329-338.
- Nazar, A., McMurry, J. & Rahmawati, D. 2022. Principles Of Organic Chemistry: A Comprehensive Approach. International Journal of Chemical Engineering and Applications 13(2), 45-50.
- Rahman, A. & Setiawan, D. 2022. The rising coffee industry in Indonesia: Specialty coffee growth and opportunities. Economic Journal of Southeast Asia 10(2), 150-165.
- Rahmawati, D. & Gustiani, M. 2021. Analysis Of Caffeine Content In Arabica Coffee Using Different Roasting Techniques. Food Research International 140, 109872.
- Skoog, D.A., West, D.M., & Holler, F.J. 2014. Fundamentals of Analytical Chemistry 9th ed. Cengage Learning.
- Smith, A., & Brown, B. 2019. Solvent Properties In Caffeine Extraction: A Molecular Interaction Approach. Chemical Science Review 12(1), 80-92.