

ANALISA KAFEIN PADA TUMBUHAN DENGAN METODE HPLC: *LITERATURE REVIEW ARTICLE*

Himyatul Hidayah¹, Nurhalimah^{2*}, Wida Nurhamidah³, Erisa Mindawati⁴

Fakultas Farmasi, Universitas Buana Perjuangan Karawang^{1, 2, 3, 4}

*Corresponding Author : fm21.nurhalimah@mhs.ubpkarawang.ac.id

ABSTRAK

Kafein, dikenal juga sebagai trimetilksantin, merupakan senyawa golongan alkaloid dan merupakan metabolit sekunder yang terdapat pada biji tanaman, daun, dan buah-buahan tertentu. Kafein memiliki sifat sebagai stimulan saraf pusat dan diuretik. Kafein juga dikenal memiliki efek farmakologis yang signifikan, seperti meningkatkan denyut jantung, tekanan darah, dan metabolisme basal. HPLC merupakan metode yang sensitif dan akurat untuk menganalisis senyawa kompleks seperti kafein. Analisis kafein dengan menggunakan HPLC pada tumbuhan dapat digunakan untuk memastikan kualitas produk-produk yang mengandung kafein khususnya adalah kopi dan teh. Analisis kafein pada tumbuhan dapat digunakan untuk memastikan keamanan dan memastikan bahwa produk tersebut memenuhi standar yang ditetapkan oleh badan pengawas. Batas maksimum senyawa kafein berdasarkan SNI 01-7152-2006 yaitu 50 mg/sajian. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Literature Review Article* (LRA) dimana artikel rujukan yang digunakan bersumber dari jurnal yang terakreditasi/terindeks sinta, seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan ResearchGate. Berdasarkan hasil review, didapati hasil bahwa kadar kafein pada tanaman kopi dan teh sangat bervariasi. Kadar kafein kopi dan teh sangat bergantung pada jenis tanaman, suhu dan juga lokasi pertumbuhan. Lokasi pembentukan akan mempengaruhi suhu udara, intensitas cahaya matahari, kelembaban udara dan angin. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa HPLC lebih direkomendasikan karena tepat, akurat dan andal dalam menentukan kandungan kafein dalam sampel.

Kata kunci : analisa kafein, hplc, kopi, teh, tumbuhan

ABSTRACT

Caffeine, also known as trimethylxanthine, is an alkaloid compound and is a secondary metabolite found in the seeds of certain plants, leaves, and fruits. Caffeine has properties as a central nervous stimulant and diuretic. Caffeine is also known to have significant pharmacological effects, such as increasing heart rate, blood pressure, and basal metabolism. HPLC is a sensitive and accurate method for analyzing complex compounds such as caffeine. Caffeine analysis using HPLC in plants can be used to ascertain the quality of caffeine-containing products, especially coffee and tea. Analysis of caffeine in plants can be used to ensure safety and ensure that the product meets the standards set by regulatory bodies. The maximum limit of caffeine compounds based on SNI 01-7152-2006 is 50 mg / serving. The method used in this study is Literature Review Article (LRA) where the reference articles used are sourced from accredited / indexed journals, such as Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, and ResearchGate. Based on the results of the review, it was found that caffeine levels in coffee and tea plants vary greatly. The caffeine content of coffee and tea is highly dependent on the type of plant, temperature and also the location of growth. The location of formation will affect air temperature, sunlight intensity, air humidity and drafts. Thus, it can be concluded that HPLC is more recommended because it is precise, accurate and reliable in determining the caffeine content in the sample.

Keywords : analysis of caffeine, hplc, coffee, tea, plant

PENDAHULUAN

Kafein, dikenal juga sebagai trimetilksantin, merupakan senyawa golongan alkaloid dan merupakan metabolit sekunder yang terdapat pada biji tanaman, daun, dan buah-buahan tertentu. Kafein memiliki sifat sebagai stimulan saraf pusat dan diuretik. Kafein juga dikenal memiliki efek farmakologis yang signifikan, seperti meningkatkan denyut jantung, tekanan

darah, dan metabolisme basal (Listyaningrum, 2020). Metode analisis yang umum digunakan untuk mendeteksi dan mengukur kafein adalah menggunakan HPLC. HPLC merupakan metode yang sensitif dan akurat untuk menganalisis senyawa kompleks seperti kafein. Detektor UV-Vis sering digunakan dalam analisis kafein menggunakan HPLC karena kemampuannya untuk mendeteksi senyawa dengan tingkat sensitivitas yang tinggi (Lopez-Sanchez, *et al.*, 2018).

Dalam konteks aplikasi analisis industri, kafein pada tumbuhan dengan metode HPLC memiliki relevansi yang signifikan. Misalnya, analisis kafein pada tumbuhan dapat digunakan untuk memastikan kualitas produk-produk yang mengandung kafein, seperti minuman energi dan suplemen kesehatan. Selain itu, analisis kafein pada tumbuhan juga dapat digunakan untuk memastikan keamanan dan memastikan bahwa produk tersebut memenuhi standar yang ditetapkan oleh badan pengawas (Nurbaya, *et al.*, 2022) (Kalisz, *et al.*, 2023).

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk menganalisis kafein dalam berbagai produk, seperti minuman kopi (Fajara & Susanti, 2017), permen kopi (Audrey, 2012), dan bubuk kopi (Kusmiyanti, *et al.*, 2023), dan juga teh menggunakan metode HPLC. Hasil-hasil penelitian ini memberikan kontribusi yang berharga dalam pengembangan dan validasi metode analisis kafein, serta pemahaman yang lebih baik tentang kandungan kafein dalam produk-produk konsumen sehari-hari.

Kandungan kafein dalam tumbuhan dapat bervariasi tergantung pada jenis tumbuhan dan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya (Nappu & Kresna, 2016). Oleh karena itu, analisis kafein pada tumbuhan menjadi penting untuk mengetahui kadar kafein dalam sampel tumbuhan. Dalam konteks ini, tinjauan pustaka tentang analisis kafein dengan metode HPLC menjadi relevan untuk memahami perkembangan terkini dalam teknik analisis kafein. Tinjauan pustaka ini akan membahas prinsip-prinsip dasar HPLC, validasi metode analisis kafein, serta aplikasi metode HPLC dalam analisis kafein pada produk-produk konsumen. Dengan demikian, tinjauan pustaka ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif tentang analisis kafein menggunakan metode HPLC.

METODE

Penelitian ini dilakukan dengan metode *Literature Review Article* (LRA) secara digital dengan cara mengakses situs pencarian jurnal nasional maupun internasional dengan sumber yang terakreditasi/terindeks sinta, seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan ResearchGate. Kriteria inklusi pemilihan jurnal yaitu publikasi rentang tahun terbit 10 tahun terakhir (2013-2023).

Proses penelitian dalam tinjauan pustaka ini diawali dengan menentukan topik penelitian dan merumuskan masalah baru, dilanjutkan dengan tinjauan Pustaka. Selanjutnya kumpulkan data dari buku, jurnal, majalah, prosiding konferensi, dan lainnya yang memiliki topik sesuai dengan konsep yang ingin diselidiki. Analisisnya kemudian dilakukan dengan membaca rangkuman dari sumber-sumber penelitian yang semula dikumpulkan dan mencatat informasi-informasi penting yang disusun secara sistematis. Langkah terakhir adalah mendokumentasikan hasil analisis secara tertulis dan memberikan kesimpulan.

Jurnal dipilih berdasarkan kriteria yang ditetapkan selama pengumpulan data. Kriteria pengumpulan jurnal meliputi informasi literatur, informasi yang dikumpulkan pada tahun 2013 hingga 2023, kesesuaian kata kunci penelitian, serta kesinambungan penulisan dan hasil pembahasan. Strategi pengumpulan jurnal memanfaatkan situs database jurnal yang terakreditasi seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan ResearchGate. Pencarian sumber rujukan dilakukan dengan membaca abstrak jurnal yang dapat diakses secara *full text*.

Setelah mendapatkan jurnal yang memenuhi kriteria tersebut, proses pengumpulan data dilakukan dengan cara mengidentifikasi jurnal dalam bentuk tabel yang berisi gambaran

singkat berupa nama penulis, tahun terbit, metode yang digunakan dan hasil penelitian. Setelah menuliskan hasil identifikasi beberapa literatur yang dikumpulkan, penulis mulai menganalisisnya dalam bentuk argumen, dari situlah diambil kesimpulan.

HASIL

Berbagai artikel penelitian telah diterbitkan mengenai analisis kafein pada tumbuhan dengan metode HPLC. Hasil penggunaan HPLC untuk menganalisa kafein pada tumbuhan teh dan kopi dapat dibaca pada tabel 1 dan 2, sebagai berikut:

Tabel 1. Analisa Kadar Kafein Pada Teh dengan HPLC

No.	Author/Tahun	Metode	Hasil
1.	(Artanti, <i>et al.</i> , 2016)	KCKT	Kandungan kafein pada ketinggian di atas permukaan laut: 800 m : 562.20782 mg/gram 1000 m : 239.80893 mg/gram 1200 m : 185.93200 mg/gram.
2.	(Widhyani, <i>et al.</i> , 2021)	HPLC	Kadar kafein dalam sampel teh memenuhi persyaratan SNI 01-7152-2006. Namun T9 memiliki kadar kafein tertinggi sebesar 35,249 mg/5g.
3.	(Shrestha, <i>et al.</i> , 2016)	HPLC	Kandungan kafein rata-rata dalam teh dan kopi ditemukan dalam kisaran (2,5-3,53)% dan (1,17-1,34)% pada sediaan kering.
4.	(Martono & Martono, 2012)	KCKT	Kadar kafein teh celup hijau dan hitam berkisar antara 1,52-1,69%
5.	(Lestary, <i>et al.</i> , 2023)	HPLC	Kadar Kafein: Teh Hijau: 98,4278069571 mg/g Teh Putih: 136,131488681 mg/g
6.	(Zheng, <i>et al.</i> , 2023)	HPLC	Ada 18 tanaman (46% dari total tanaman) tumbuh daun dengan kandungan kafein kurang dari 5 mg / g.
7.	(Putri & Ulfin, 2015)	HPLC	Kadar Kadein Teh Hitam: 27°C: 19,305 mg/g (4 jam) 70°C: 29,403 mg/g (3,5 menit) 100°C: 31,280 mg/g (4 menit)

Keterangan: HPLC (*High performance liquid chromatography*), KCKT (Kromatografi Cair Kinerja Tinggi).

Tabel 2. Analisa Kadar Kafein Pada Kopi dengan HPLC

No.	Author/Tahun	Metode	Hasil
1.	(Sari, <i>et al.</i> , 2019)	HPLC	Pemisahan senyawa kafein yang terkandung dapat lebih selektif dengan menggunakan Resin Amberlite™ FPA900UPS Cl dan menghasilkan konsentrasi kafein yang terekstrak sebesar 345,520 mg/L.
2.	(Susanti, <i>et al.</i> , 2019)	HPLC & S. UV	Kopi Hitam: 0,421± 4,51 (HPLC), 0,696 ± 0,014 (S. UV) Kopi Hijau: 0,121 ± 4,815 (HPLC), 0,155± 0,053 (S. UV)
3.	(Ayelign Sabally, 2013)	& HPLC	Umumnya, Arebica Jimma mentah (46,144 mg / g) memiliki yang tertinggi sedangkan Arebica Jimma sekam (0,981 mg / g) memiliki konsentrasi asam klorogenat paling sedikit.
4.	(Gaibor, <i>et al.</i> , 2020)	RP-UHPLC-PDA	Ditemukan bahwa tiga dari tanaman Ethiopia ini memiliki kandungan kafein yang hampir rendah.
5.	(Rahmawati, <i>et al.</i> , 2021)	HPLC	Sebanyak 13 produk kopi asli pekalongan memenuhi syarat SNI.
6.	(Aprilia, <i>et al.</i> , 2018)	HPLC & S. UV	Kadar Kafein (HPLC): Kopi Gayo: 8,10 mg/g; Kopi Lombok: 14,07 mg/g; Kopi Kemasan: 14,08 mg/gram Kadar Kafein (UV-vis): Kopi Gayo: 9,70 mg/g; Kopi Lombok: 14,24 mg/gram; Kopi Kemasan: 14,97 mg/gram

7.	(Damaiyanti, <i>et al.</i> , 2023)	HPLC	Kadar Kafein pada Ekstrak: Kopi arabika: 29,97927 mg/g kopi robusta: 51, 42916 mg/g
8.	(Hagos, <i>et al.</i> , 2018)	HPLC	Konsentrasi kafein dalam biji kopi hijau berkisar antara 0,60-1,2% (b/b).

Keterangan: HPLC (*High performance liquid chromatography*), S. UV (*Spektrofotometri UV*), RP-UHPLC-PDA (*Reverse phase ultra-high performance liquid chromatography*)

Berdasarkan data pada tabel 1 dan 2, didapati hasil analisis kadar kafein dari teh dan juga kopi menggunakan instrument HPLC dapat berbeda-beda bergantung pada jenis tanaman, suhu dan juga lokasi pertumbuhan.

PEMBAHASAN

Kafein merupakan senyawa alkaloid yang umum terdapat dalam tumbuhan, terutama dalam biji kopi dan daun teh. Analisis kafein pada tumbuhan menjadi penting karena kandungannya dapat bervariasi tergantung pada jenis tumbuhan dan kondisi lingkungan tempat tumbuhnya (Susanti, *et al.*, 2019). Metode analisis yang umum digunakan untuk menentukan kandungan kafein dalam tumbuhan adalah menggunakan teknik Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT). Metode ini dipilih karena memiliki keunggulan dalam hal akurasi, sensitivitas, dan spesifisitas dalam senyawa kompleks seperti kafein (Listyaningrum, 2020).

HPLC atau KCKT adalah sebuah teknik analisis yang digunakan untuk pemisahan, pengidentifikasi, atau pengukur komponen dalam campuran cairan berdasarkan polaritasnya (Suprianto, *et al.*, 2017). Prinsip kerjanya adalah menggunakan tekanan tinggi untuk memaksa sampel cairan masuk ke dalam kolom yang berisi partikel kecil, yang menghasilkan komersialisasi komponen. Setiap campuran yang keluar dideteksi dan direkam dalam bentuk kromatogram. Campuran yang keluar dideteksi dan direkam dalam bentuk kromatogram (Sarmiento, *et al.*, 2020).

Selain itu, prinsip dasar HPLC juga melibatkan validasi metode analisis kafein. Validasi metode analisis kafein dengan HPLC penting untuk memastikan keakuratan dan kehandalan hasil analisis. Metode validasi HPLC untuk kafein meliputi analisis beberapa parameter seperti spesifisitas, linearitas, batas deteksi, batas kuantifikasi, presisi, akurasi, dan ketahanan (Sarmiento, *et al.*, 2020). Hasil validasi metode ini menunjukkan bahwa HPLC dapat digunakan secara efektif untuk menganalisis kafein dalam berbagai jenis sampel tumbuhan (Susanti, *et al.*, 2019) (Kusmiyanti, *et al.*, 2023).

TEH

Teh merupakan suatu tanaman yang mengandung kafein. Menurut Sudarmi (1997), kandungan kafein di dalam teh itu lebih tinggi dibandingkan kopi. Namun, kadar kafein di dalam teh ini juga bergantung pada jenis tanaman teh, proses pengolahan, dan lokasi pertumbuhannya (Wardani & Fernan, 2016).

Jenis daun teh, seperti teh hitam, teh hijau, dan teh putih, memiliki kadar kafein yang berbeda-beda. Daun teh yang dipotong, dihancurkan, atau disobek cenderung menghasilkan teh dengan kadar kafein lebih tinggi, sedangkan daun teh yang tidak dipecah cenderung menghasilkan teh dengan kadar kafein lebih rendah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Martono & Martono, 2012) dengan metode KCKT fase terbalik diperoleh hasil bahwa perbedaan kandungan senyawa kafein bergantung pada kualitas dan jenis daun teh yang digunakan. Pada hasil penelitiannya, kandungan kafein pada teh celup hijau lebih tinggi daripada kandungan kafein pada teh celup hitam. Ini terjadi ketika selama pengolahan teh mentah menjadi teh hitam. Teh hitam mengalami proses fermentasi oksidatif yang mempengaruhi warna dan rasa teh hitam. Proses fermentasi oksidatif ini terjadi ketika daun teh

teroksidasi oleh udara yang dikatalisis oleh polifenol oksidase. Proses ini terjadi pada teh hitam, sedangkan pada teh hijau, daun teh tidak mengalami proses fermentasi. Penelitian lain juga menghasilkan hasil kadar kafein yang berbeda pada teh hijau dan teh putih, dimana kadar kafein pada teh hijau sebesar 98,4278069571 mg/g, sedangkan kadar kafein pada teh putih sebesar 136,131488681 mg/g.

Wilayah penanaman, kondisi tanah, jumlah curah hujan, dan umur tanaman juga mempengaruhi kadar kafein dalam daun teh. Semakin tinggi daerah penanaman teh, kadar kafein dalam teh cenderung lebih rendah (Putri & Ulfin, 2015). Berdasarkan penelitian (Artanti, *et al.*, 2016), didapati hasil bahwa kandungan kafein pada teh akan berbeda tergantung pada ketinggian. Kandungan kafein tertinggi didapati pada ketinggian 800 m dengan kadar kafein sebesar 562.20782 mg/gram. Menurut (Ayu, *et al.*, 2012), hasil kualitas dan juga pertumbuhan suatu tanaman teh dipengaruhi oleh ketinggian. Lokasi pembentukan akan mempengaruhi suhu udara, intensitas cahaya matahari, kelembaban udara dan angin. Semakin tinggi suatu titik maka suhu akan semakin rendah, sebaliknya semakin rendah suatu titik maka suhu akan semakin tinggi (Kusumayadi, *et al.*, 2013).

Hasil diperoleh pada penelitian yang dilakukan oleh (Putri & Ulfin, 2015) yang menunjukkan bahwa suhu juga waktu ekstraksi dapat mempengaruhi hasil kadar kafein dalam teh hitam. Semakin tinggi suhu dan waktu ekstraksi semakin lama, maka kadar kafein yang terdapat di dalam teh akan semakin tinggi. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukannya dimana yang menghasilkan kadar kafein tertinggi didapati pada suhu 100°C dengan lama waktu ekstraksi selama 4 menit menghasilkan kadar kafein teh sebesar 31,280 mg/g.

KOPI

Kopi merupakan suatu tanaman yang mengandung kafein. Menurut (Farida, *et al.*, 2013), jumlah kafein dalam biji kopi berbeda-beda tergantung jenis, geografi, dan kondisi. Semakin rendahnya tempat untuk penanaman kopi, maka akan semakin tinggi kadar kafein yang dikandungnya. Suhu udara dan intensitas matahari masih tinggi pada ketinggian rendah. Jadi siklus fotosintesis akan berjalan lebih maksimal dibandingkan dengan lokasi yang berada di ketinggian yang lebih tinggi. Dosis kafein yang diperbolehkan menurut FDA (*Food and Drug Administration*) adalah 100-200 mg/hari, dan menurut SNI batas atas asupan kafein pada makanan dan minuman adalah 150 mg/hari atau 50 mg/hari (Maramis, *et al.*, 2013).

Menurut Susanti dkk (2019), penggunaan spektrofotometri UV-Vis lebih direkomendasikan untuk penentuan kadar kafein kopi dibandingkan dengan HPLC. Hal ini dikarenakan metode spektrofotometri memiliki nilai akurasi dan presisi yang lebih baik dan memenuhi syarat dibandingkan HPLC. Kemudian hasil parameter validasi yang dihasilkan oleh spektrofotometri UV-Vis lebih baik dibandingkan HPLC terutama metode akurasi. Selain itu penggunaan spektrofotometri UV-Vis juga lebih murah dan mudah.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan oleh (Aprilia, *et al.*, 2018), hasil analisis kadar kafein pada kopi dengan menggunakan UV-Vis dan HPLC berbeda-beda tergantung jenisnya. Hasil menunjukkan bahwa kadar kafein yang terdapat pada kopi kemasan lebih banyak dibandingkan dengan kadar kafein pada kopi tradisional (Gayo dan Lombok). Berdasarkan hasil analisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis didapati hasil kadar kafein pada Kopi Gayo sebanyak 9,70 mg/g, kadar kafein pada Kopi Lombok sebanyak 14,24 mg/gram dan kadar kafein pada Kopi Kemasan sebanyak 14,97 mg/gram. Berdasarkan hasil analisis menggunakan HPLC didapati hasil kadar kafein pada Kopi Gayo sebanyak 8,10 mg/gram, kadar kafein pada Kopi Lombok sebanyak 14,07 mg/gram dan kadar kafein pada Kopi Kemasan sebanyak 14,08 mg/gram. Hasil ini selain dipengaruhi oleh jenis kopi, dipengaruhi juga oleh lokasi geografis tempat penanaman kopi. Kopi gayo menghasilkan kadar kafein yang paling rendah dikarenakan kopi ini berasal dari daerah dataran tinggi, yang mana daerah ini berada pada ketinggian 1250 mdpl. Pada daerah ketinggian, suhu akan semakin dingin dan

intensitas matahari semakin rendah sehingga proses fotosintesis tidak berjalan maksimal. Kondisi inilah yang menyebabkan kandungan kafein kopi gayo lebih rendah jika dibandingkan dengan kopi Lombok dan kopi kemasan. Tidak terdapat perbedaan hasil analisis yang signifikan berdasarkan kedua metode yang digunakan. Perbedaan kadar kedua instrumen disebabkan oleh perbedaan sensitivitas dan selektivitas instrumen (Aprilia, *et al.*, 2018).

Mempertimbangkan poin-poin di atas, metode HPLC tepat, akurat dan andal dalam menentukan kandungan kafein dalam sampel kopi sedangkan spektrofotometri UV-Vis sederhana, cepat, tepat dan lebih ekonomis (Hagos, *et al.*, 2018)..

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil review, didapati hasil bahwa kadar kafein pada tanaman kopi dan teh sangat bergantung pada jenis tanaman, suhu dan juga lokasi pertumbuhan. Semakin rendah tempat penanaman kopi, semakin banyak kadar kafein didalamnya. Suhu udara dan intensitas matahari masih tinggi pada ketinggian rendah. Sehingga proses fotosintesis akan berjalan lebih maksimal dibandingkan dengan lokasi yang berada di ketinggian yang lebih tinggi. Untuk menganalisa kafein, metode HPLC lebih direkomendasikan karena tepat, akurat dan andal dalam menentukan kandungan kafein dalam sampel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan artikel ini serta kepada para pihak peneliti-peneliti sebelumnya juga pihak jurnal yang telah dijadikan sumber rujukan dalam artikel ini. Semoga dengan adanya artikel ini, dapat memberikan informasi yang berharga bagi yang membacanya.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, F. R., Ayuliansari, Y., Putri, T., Azis, M. Y., Camelina, W. D., & Putra, M. R. (2018). Analisis Kandungan Kafein Dalam Kopi Tradisional Gayo Dan Kopi Lombok Menggunakan HPLC Dan Spektrofotometri UV-Vis. *Biotika*, 16(2), 37-41.
- Artanti, A. N., Nikmah, W. R., Setiawan, D. H., & Prihapsara, F. (2016). Perbedaan Kadar Kafein Daun Teh (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) Berdasarkan Status Ketinggian Tempat Tanam Dengan Metode HPLC. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*, 37-44.
- Audrey, F. (2012). Analisis Kadar Kafein Dalam Permen Kopi Dengan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (kckt). Fakultas Farmasi UBAYA.
- Ayeln, A., & Sabally, K. (2013). Determination of Chlorogenic Acids (CGA) in Coffee Beans using HPLC. *American Journal of Research Communication*, 1(2), 78-91.
- Ayu, L., Indradewa, D., & Ambarwati, E. (2012). Pertumbuhan Hasil dan Kualitas Pucuk Teh (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) di Berbagai Tinggi Tempat. *Jurnal Vegetalika*, 1(4).
- Damaiyanti, T., Nasution, M. A., Nasution, H. M., & Yuniarti, R. (2023). Penetapan Kadar Kafein Ekstrak Daun Teh Hijau Dan Putih *Camellia sinensis* (L.) Dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *JOURNAL OF PHARMACEUTICAL AND SCIENCES*, 6(4), 1544-1552.
- Fajara, B. E. P., & Susanti, H. (2017). HPLC Determination Of Caffeine In Coffee Beverage. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*, 259, 1-6.
- Farida, A., Ristanti, E., & Kumoro, A. C. (2013). Penurunan Kadar Kafein dan Asam Total Pada Biji Kopi Robutsa Menggunakan Teknologi Fermentasi Anaerob Fakultatif dengan Mikroba Nopkor MZ-15. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(3), 70-75.

- Gaibor, J., Morales, D., & Carrillo, W. (2020). Determination of Caffeine Content in Robusta Roasted Coffee (*Coffea canephora*) by RP-UHPLC-PDA. *Asian Journal of Crop Science*, 12(2), 90-96.
- Hagos, M., Redi-Abshiro, M., Chandravanshi, B. S., Ele, E., Mohammed, A. M., & Mamo, H. (2018). Correlation Between Caffeine Contents Of Green Coffee Beans And Altitudes Of The Coffee Plants Grown In Southwest Ethiopia. *Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia*, 32(1), 13-25.
- Hendayana, S. (2006). *Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforesis Modern*. Bandung: Remaja Rosdakarya Offset.
- Kalisz, O., Studzińska, S., & Bocian, S. (2023). A Determination of the Caffeine Content in Dietary Supplements According to Green Chemistry Principles. *Foods (Basel, Switzerland)*, 12(13), 2474.
- Kusmiyanti, M., Trinovani, E., Suryaningtyas, P., & Rhamadianto, M. I. (2023). Penetapan Kadar Kafein Dalam Kopi Rempah Menggunakan Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan*, 9(2), 14-19.
- Kusumayadi, I. W., Sukewijaya, I. M., Sumiartha, I. K., & Antara, N. S. (2013). Pengaruh Ketinggian Tempat, Mulsa dan Jumlah Bibit Terhadap Pertumbuhan dan Rendemen Minyak Sereh Dapur (*Cymbopogon Citratus*). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 2(1), 49-55.
- Lestary, S., Nasution, M. A., Ridwanto, & Nasution, H. M. (2023). Penetapan Kadar Kafein Ekstrak Daun Teh Hijau Dan Putih *Camellia sinensis* (L.) Dengan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6(3), 1407-1415.
- Listyaningrum, L. (2020). *Validasi Metode Uji Kafein Dalam Minuman Kopi Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) di PT. Saraswanti Indo Genetech Bogor. Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Lopez-Sanchez, R. d., Lara-Diaz, V. J., Aranda-Gutierrez, A., Martinez-Cardona, J. A., & Hernandez, J. A. (2018). HPLC Method for Quantification of Caffeine and Its Three Major Metabolites in Human Plasma Using Fetal Bovine Serum Matrix to Evaluate Prenatal Drug Exposure. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2018, 1-11.
- Maramis, R. K., Citraningtyas, G., & Wehantouw, F. (2013). Analisis Kafein dalam Kopi Bubuk di Kota Manado menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. *Pharmakon Jurnal Ilmiah Farmasi*, 2(4), 122-128.
- Martono, Y., & Martono, S. (2012). Analisis Kromatografi Cair Kinerja Tinggi Untuk Penetapan Kadar Asam Galat, Kafein Dan Epigallocatekin Galat Pada Beberapa Produk Teh Celup. *Agritech*, 32(4), 362-369.
- Nappu, M. B., & Kresna, A. B., (2016). Karakter Agronomis dan Hasil Tanaman Kopi Arabika di Wilayah Sentra Pengembangan di Sulawesi Selatan.
- Nurbaya, S., Supartiningsih, & Hutaeruk, D. (2022). Penetapan Kadar Kafein Pada Minuman Berenergi Dalam Kemasan Sachet Yang Beredar Di Pasaran. *Jurnal Teknologi Kesehatan dan Ilmu Sosial*, 4(1), 296-299.
- Putri, D. D., & Ulfan, I. (2015). Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi terhadap Kadar Kafein dalam Teh Hitam. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2), 105-108.
- Rahmawati, A. I., Wirasti, & Rejeki, H. (2021). Analisis Kadar Kafein Pada Produk Bubuk Kopi Murni Yang Dihasilkan Di Kabupaten Pekalongan Menggunakan Metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Kajen*, 5(1), 61-78.
- Sari, M. Y., Suhartati, T., & Husniati. (2019). Analisis Senyawa Asam Klorogenat Dalam Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menggunakan HPLC. *Analytical and Environmental Chemistry*, 4(2), 86-93.

- Sarmiento, Z. L., Rangdi, O. S., Sena, B. M., & Dewi, K. N. (2020). Penetapan Kadar Parasetamol dan Kafein Dengan Metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC). *Cakra Kimia (Indoneisa E-Journal of Applied Chemistry)*, 8(2), 99-104.
- Shrestha, S., Rijal, S. K., Prashanta, & Rai, K. P. (2016). A Simple HPLC Method for Determination of Caffeine Content in Tea and Coffee. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 9, 74-78.
- Suprianto, Putra, E. D., & Sinaga, S. M. (2017). Optimization of Volume Void and Wavelengths at Simultaneous Determination Method Development of Sweeteners, Preservatives and Dyes by UFLC. *International Journal of ChemTech Research*, 10(1), 89-97.
- Susanti, H., Mujaadillah, N. P., Gunanto, D., & Kusbandari, A. (2019). Perbandingan Metode Spektrofotometri UV Dan HPLC pada Penetapan Kadar Kafein dalam Kopi. *Majalah Farmasetika*, 4(1), 28-33.
- Wardani, R. K., & Fernan, M. A. (2016). Analisis Kadar Kafein Dari Serbuk Teh Hitam, Teh Hijau dan Teh Putih (*Camellia sinensis* L.). *Journal of Pharmacy and Science*, 1(1), 15-17.
- Widhyani, R., Rahmasari, K. S., Wirasti, Kristiyanti, R., & Slamet. (2021). Penetapan Kadar Kafein Pada Teh Kering Kemasan Produksi Industri Teh di Pekalongan. *CERATA: Jurnal Ilmu Farmasi*, 12(1), 29-35.
- Zheng, X.-Q., Dong, S.-L., Li, Z.-Y., Lu, J.-L., Ye, J.-H., S.-K. T., . . . Liang, Y.-R. (2023). Variation of Major Chemical Composition in Seed-Propagated Population of Wild Cocoa Tea Plant *Camellia ptilophylla* Chang. *Foods*, 12(1), 123.