

EKSTRAKSI DAUN TEMBAKAU DAN KOPI MENGGUNAKAN METODE VACUUM MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION DENGAN VARIASI DAYA MICROWAVE

Angely Luviana¹, Muchamad Raihan Surya Rusmana², Muhammad Syahrul Ramadhan³, Naufal Syakir Munggaran⁴, Calvin Aditya Renata⁵, Rony Pasonang Sihombing⁶

^{1,2,3,4,5,6}Politeknik Negeri Bandung

e-mail :¹angely.luviana.tkpb20@polban.ac.id,²muchamad.raihan.tki20@polban.ac.id,

³muhammad.syahrul.tkpb20@polban.ac.id,⁴naufal.syakir.tkpb21@polban.ac.id,⁵calvinaditya@gmail.com,⁶rony.pasonang.sihombing@polban.ac.id

ABSTRACT

Indonesia, which has a tropical climate can be a very high commodity of tobacco and coffee, amounting to 236.900 tons tobacco and 774.600 tons coffee in 2021. It is a very big potential for Indonesia, but the use of coffee and tobacco so far, the majority are only used as ingredients for making cigarettes and coffee for making drinks. Research on the extraction of tobacco and coffee is expected to encourage opportunities for the use of tobacco and coffee for other purposes such as corrosion inhibitors. This study aims to determine the operating conditions of the extraction and yield obtained. The method is using VMAE (Vacuum Microwave Assisted Extraction) with variations in microwave power specifically 150 W and 300 W. The solvent is methanol and the extraction time is 10 minutes. The analysis carried out is the analysis of density, yield, and GC-MS. The results of the extract using methanol as a solvent reached a density 0,902 gram/mL of tobacco sample at 150 W and 0,909 gram/mL of tobacco sample at 300 W. For coffee samples, the density at 150 W is 0,855 gram/mL and the density at 300 W is 0,862 gram/mL. The yield is higher at 150 W with a tobacco samples of 16,94% and coffee samples of 12,90%. Based on the results of the GC-MS analysis, the highest component in tobacco extract is nicotine at 150 W which is equal to 92,85% and in coffee extract is caffeine at 300 W with a large of 100%.

Keywords : Coffee, methanol, tobacco, VMAE

INTISARI

Daerah Indonesia yang beriklim tropis dapat menjadi negara penghasil komoditas tembakau dan kopi yang sangat tinggi, yaitu sebesar 236.900 ton untuk tembakau dan 774.600 ton untuk kopi pada tahun 2021. Hal tersebut adalah potensi yang sangat besar, namun pemanfaatan tembakau dan kopi sejauh ini mayoritas hanya digunakan sebagai bahan pembuat rokok dan kopi untuk dibuat minuman. Penelitian mengenai ekstraksi tembakau dan kopi diharapkan mampu mempromosikan peluang pemanfaatan tembakau dan kopi untuk keperluan lain seperti menjadi inhibitor korosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi operasi ekstraksi dan hasil rendemen yang didapatkan. Metode ekstraksi yang digunakan adalah VMAE (Vacuum Microwave Assisted Extraction) dengan variasi daya mikrowave yaitu sebesar 150 W dan 300 W. Pelarut yang digunakan berupa metanol dan waktu ekstraksi yang digunakan adalah 10 menit. Analisis yang dilakukan adalah analisis densitas, rendemen, dan GC-MS. Hasil ekstrak menggunakan pelarut metanol didapatkan densitas sampel tembakau pada daya 150 W sebesar 0,902 gram/mL sedangkan densitas pada daya 300 W sebesar 0,909 gram/mL. Untuk sampel kopi didapatkan densitas pada daya 150 W sebesar 0,855 gram/mL sedangkan densitas pada daya 300 W sebesar 0,862 gram/mL. Rendemen yang didapat lebih tinggi pada daya 150 W dengan sampel tembakau sebesar 16,94% dan sampel kopi sebesar 12,90%. Berdasarkan hasil analisis GC-MS komponen tertinggi dalam ekstrak tembakau yaitu kadar nikotin pada daya 150 W dengan besar 92,85% dan dalam ekstrak kopi yaitu kadar kafein pada daya 300 W dengan besar 100%.

Kata kunci : Kopi, metanol, tembakau, VMAE

1. PENDAHULUAN

Indonesia yang dikenal sebagai negara agraris dan beriklim tropis menyebabkan Indonesia menjadi negara yang kaya akan rempah-rempah. Indonesia juga menjadi salah satu negara penghasil komoditas tanaman

yang cukup besar seperti tembakau dan kopi. Menurut Badan Pusat Statistika, jumlah produksi tembakau di Indonesia pada tahun 2021 mencapai 236.900 ton sedangkan jumlah produksi kopi pada tahun yang sama mencapai 774.600 ton. Proses pemisahan solut yang terkandung dalam daun tembakau dan kopi dapat dilakukan dengan metode ekstraksi padat cair (*leaching*). Ekstraksi padat cair (*leaching*) adalah proses pemisahan suatu zat terlarut yang terdapat dalam suatu padatan dengan mengontakkan padatan tersebut dengan pelarut (*solvent*) sehingga padatan dan cairan bercampur dan kemudian zat terlarut terpisah dari padatan karena larut dalam pelarut. Terdapat dua fase dalam *leaching* yaitu fase *overflow* (ekstrak) dan fase *underflow* (rafinat/ampas). Pemisahan dapat terjadi karena adanya *driving force* yaitu perbedaan konsentrasi solute di padatan dengan pelarut dan adanya perbedaan kemampuan melarut komponen dalam campuran.

Ekstraksi adalah metode pemisahan satu atau lebih komponen dari suatu bahan padat ataupun cair dengan bantuan pelarut (Devi, 2018). Nikotin dan kafein merupakan senyawa polar sehingga dapat digunakan pelarut polar dan pelarut organik seperti etanol, metanol, dan air (Nugraheni, Dewi, dan Septiyana, 2017). Maka pada riset ini digunakan pelarut metanol dimana metanol ini masuk dalam alkohol yang merupakan pelarut polar maupun pelarut organik. Selain itu, metanol juga memiliki kepolaran yang lebih tinggi dibandingkan dengan etanol dan titik didih yang lebih rendah daripada etanol sehingga mengurangi kerusakan senyawa nikotin maupun kafein akibat pemanasan.

Terdapat beberapa metode ekstraksi berbasis pelarut salah satunya adalah *Vacuum Microwave Assisted Extraction* (VMAE). VMAE merupakan proses ekstraksi dengan mikrowave sebagai sumber panas dalam kondisi vakum menggunakan bantuan energi gelombang mikro. Gelombang mikro adalah radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang antara 1 cm – 1 m dengan frekuensi antara 0,3 – 30 GHz (Ristianti, 2019). Pada metode ini, titik didih ekstraksi pelarut lebih rendah daripada titik didih pada tekanan udara. Pompa vacuum yang digunakan pada metode ini berfungsi untuk menjaga kestabilan suhu selama ekstraksi dan menghasilkan rendemen yang lebih besar (Megawati dan Kurnia, 2015).

Menurut Faadilah (2019), beberapa faktor yang mempengaruhi ekstraksi yaitu bahan baku, persiapan bahan baku berupa pengeringan, ukuran bahan, waktu ekstraksi, polaritas pelarut, pengadukan, suhu ekstraksi, dan rasio pelarut.

Dalam operasi ekstraksi berikut ini faktor-faktor yang mempengaruhinya (Reza, 2009):

a. Preparasi bahan baku

Pengeringan bahan baku perlu dilakukan untuk memudahkan proses ekstraksi. Dengan pengeringan yang baik maka kadar air dalam bahan baku akan berkurang dan memiliki kemurnian yang lebih tinggi.

b. Ukuran partikel

Pengecilan ukuran partikel dilakukan agar perolehan ekstrak meningkat. Hal ini dikarenakan dengan mereduksi ukuran partikel maka akan memperluas permukaan kontak pelarut terhadap bahan baku. Akan tetapi perlu diperhatikan juga biaya proses tersebut dan juga apabila ukuran partikel sangat kecil maka akan lebih sukar dalam pemisahannya terhadap larutan.

c. Waktu ekstraksi

Faktor waktu ekstraksi merupakan perbandingan senilai dengan perolehan ekstrak. Pada saat presentase ekstrak yang diperoleh telah konstan pada jangka waktu tertentu maka dapat dikatakan telah mencapai

kesetimbangan. Apabila waktu ekstraksi terlalu lama terdapat risiko kemungkinan kerusakan senyawa yang diinginkan. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian waktu ekstraksi optimum terhadap jenis bahan baku yang akan digunakan.

d. Karakter pelarut

Pemilihan pelarut memegang peranan vital untuk mencapai ekstraksi optimal. Salah satu karakteristik utama dalam pemilihan pelarut adalah kepolarannya. Derajat kepolaran memiliki hubungan yang linear terhadap kapasitas pelarut dalam menyerap gelombang mikro. Dibutuhkan pelarut dengan polaritas yang sesuai terhadap senyawa yang akan diekstrak sehingga pelarut polar sesuai dengan senyawa polar dan juga pelarut non polar sesuai dengan pelarut non polar.

e. Rasio pelarut dan bahan baku

Semakin banyaknya volume pelarut yang digunakan dalam jumlah bahan baku yang akan diekstrak maka perolehan rendemen meningkat. Jumlah pelarut menunjukkan kapasitas pelarut untuk melarutkan solute dalam bahan baku. Apabila perolehan ekstrak sudah tidak bertambah lagi maka larutan sudah dalam kondisi jenuh.

f. Daya oven gelombang mikro

Pada umumnya, efisiensi ekstraksi meningkat seiring kenaikan daya oven. Ekstraksi dengan daya yang tinggi dan waktu yang lama menimbulkan risiko kerusakan sehingga kemurnian ekstrak berkurang. Hal ini disebabkan oleh suhu yang lebih tinggi maka dinding sel rusak dengan sangat cepat. Akibatnya, nikotin dan kafein yang diinginkan akan keluar bersamaan dengan zat pengotor menuju pelarut. Oleh karena itu, pemilihan daya dilakukan dengan cermat untuk menghindari suhu yang berlebih sehingga dinding sel akan rusak perlahan sehingga terjadinya ekstraksi yang selektif.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Satuan Proses, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung. Tahapan penelitian dijelaskan pada poin berikut:

a. Persiapan alat dan bahan

Bahan baku utama yang digunakan adalah daun tembakau kering dan kopi. Selain itu bahan baku pendukung lainnya adalah metanol 95% dan kertas saring. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah seperangkat alat VMAE, *sizer*, dan botol kaca.

b. Pengeringan daun tembakau

Daun tembakau dikeringkan dengan oven bersuhu 50°C selama 5 jam 30 menit untuk mengurangi kadar airnya. Alasan penggunaan oven adalah untuk mendapatkan suhu dan kondisi operasi yang stabil, karena apabila pengeringan dilakukan dengan dijemur cuacanya tidak teratur sehingga suhunya senantiasa berubah karena faktor cuaca. Daun tembakau yang telah kering diletakkan di wadah hampa udara. Untuk sampel kopi tidak dilakukan pengeringan dikarenakan sampel kopi yang didapatkan sudah dalam bentuk *roasted*. Daun tembakau yang telah dikeringkan diuji kadar airnya dengan metode gravimetri yang dinyatakan dengan rumus % kadar air = $(w_b - w_k)/w_b \times 100\%$. Dengan keterangan W_b adalah berat sampel basah (g) dan W_k adalah berat sampel kering (g)

c. Reduksi ukuran daun tembakau dan kopi

Daun tembakau kering dan kopi dihaluskan dengan *grinder*, kemudian diayak dengan *sizer* berukuran 45 mesh selama 10 menit. Tujuan dari reduksi ukuran adalah untuk memperbesar luas permukaan kontak antara serbuk tembakau dan pelarut, sehingga pelarut yang berdifusi kedalam serbuk tembakau semakin banyak dan solut yang terekstrak semakin meningkat.

d. Ekstraksi dengan VMAE

Ekstraksi menggunakan VMAE dilakukan dengan daya mikrowave 150 W dan 300 W, serta pelarut yang digunakan berupa metanol. Rasio *feed to solvent* yang digunakan adalah 1:10 (b/v). Pelarut dan serbuk daun tembakau dicampurkan dalam gelas kaca, dimasukkan dalam mikrowave dan diatur daya serta waktu ekstraksinya sebesar 10 menit. Gelas kaca yang merupakan tempat peletakkan sampel dihubungkan dengan kondensor yang terhubung dengan pompa vakum sehingga kondisi operasi ekstraksi berjalan secara vakum.

e. Filtrasi

Filtrasi bertujuan memisahkan antara cairan (filtrat) dan padatan hasil ekstraksi menggunakan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan akan ditampung di botol kaca.

f. Pemekatan Ekstrak

Pemekatan ekstrak dilakukan menggunakan *rotary vacuum evaporator* dengan kondisi operasi tekanan sebesar 400 milibar, suhu 55°C, dan waktu 45 menit. Pemekatan ini bertujuan untuk mengurangi pelarut yang terkandung sehingga perbandingan komponen senyawa yang diinginkan yaitu berupa nikotin dan kafein semakin besar.

g. Analisis dan Perhitungan

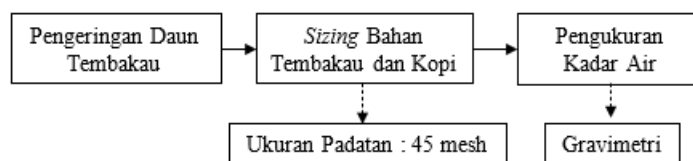
Ekstrak akan dianalisis untuk mengetahui karakteristik dan hubungannya terhadap variabel bebas. Indikator yang dianalisis adalah densitas, rendemen, serta kadar nikotin dan kafein yang terkandung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Preparasi Daun Tembakau dan Kopi

Proses ekstraksi dimulai dari pengeringan bahan baku daun tembakau dengan oven pada suhu 50°C selama 5 jam 30 menit. Proses pengeringan dapat meningkatkan rendemen ekstrak yang dihasilkan. Kadar air pada daun tembakau sebelum pengeringan mencapai 12,35% dan setelah pengeringan kadar air turun menjadi 4,7%, artinya setelah proses pengeringan selama 5 jam 30 menit terjadi penurunan kadar air sebesar 61,94%. Daun tembakau kering memiliki warna coklat yang lebih cerah dibanding daun tembakau yang belum dikeringkan. Bau tembakau yang kering lebih menyengat serta teksturnya lebih ringkih dibanding daun tembakau yang belum dikeringkan.

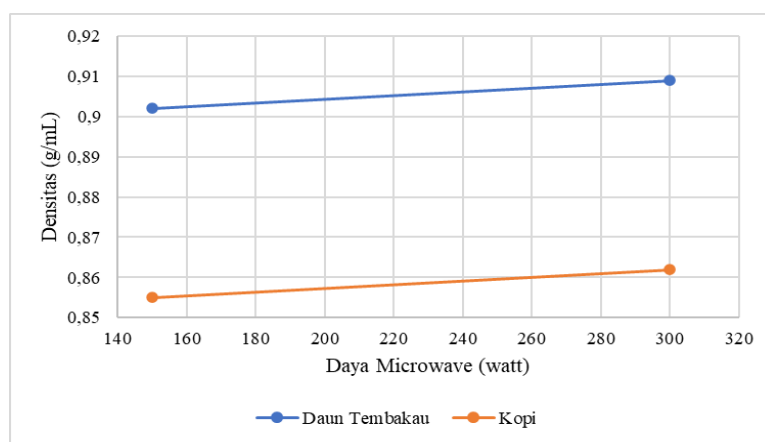
Hasil pengeringan daun tembakau kering dan kopi direduksi ukurannya dengan menggunakan *grinder*. Reduksi permukaan guna memperbesar luas kontak antara bahan dengan pelarut, sehingga ekstraksi dapat berjalan dengan lebih optimal. Daun tembakau dan kopi halus diayak menggunakan *sizer* dengan ukuran 45 mesh. Hasil ayakan menghasilkan serbuk tembakau yang siap diekstrak. Preparasi bahan baku digambarkan melalui gambar 1 berikut.



Gambar 1. Alur Preparasi Daun Tembakau dan Kopi

3.2 Pengaruh Daya Mikrowave Terhadap Densitas Ekstrak

Ekstrak ditentukan densitasnya menggunakan piknometer untuk setiap variabel. Densitas ekstrak untuk sampel daun tembakau dan kopi disajikan pada Gambar 2.



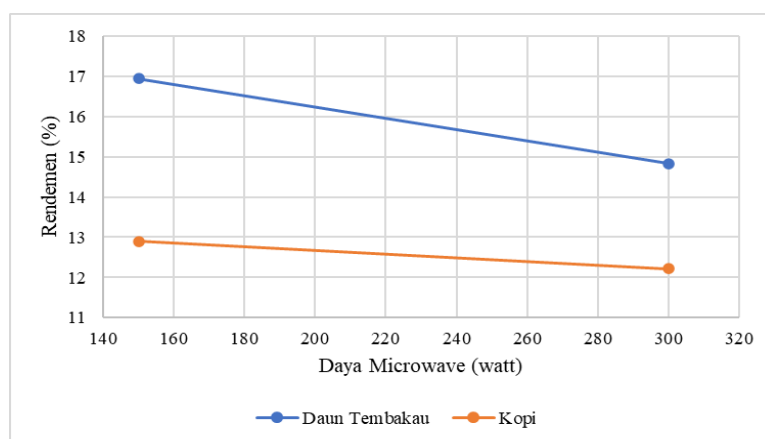
Gambar 2. Hubungan densitas ekstrak sampel dalam pelarut metanol dengan variasi daya mikrowave

Pada sampel daun tembakau menunjukkan bahwa densitas yang didapat pada daya 150 W sebesar 0,902 gram/mL dan densitas pada daya 300 W sebesar 0,909 gram/mL. Sedangkan pada sampel kopi, densitas yang didapat pada daya 150 W sebesar 0,855 gram/mL dan pada daya 300 W sebesar 0,862 gram/mL. Hal ini sesuai atau dapat dibuktikan dengan hasil penelitian dari Erliyanti dkk, mengenai ekstraksi minyak astiri bahwa semakin meningkatnya daya operasi maka densitas yang dihasilkan cenderung meningkat. Densitas ekstrak yang dihasilkan dari proses ekstraksi menunjukkan bahwa densitas pada daya 300 W lebih besar dibandingkan dengan daya 150 W baik di sampel tembakau maupun kopi. Hal ini dikarenakan pada daya 300 W suhu yang dihasilkan lebih tinggi sehingga lebih cepat untuk menguapkan larutan dalam proses ekstraksi. Dalam hal ini dikarenakan titik didih pelarut yang digunakan yaitu metanol (64°C) lebih rendah daripada titik didih nikotin (247°C) dan kafein (178°C) sehingga pelarut akan menguap terlebih dahulu. Hal itu dibuktikan dengan adanya uap yang naik dan terbentuk di dalam kondensor pada saat proses ekstraksi yang selanjutnya terkondensasi menjadi air dan kembali turun ke bawah tetapi ada juga naik dan tersedot karena adanya pompa vakum.

3.3 Pengaruh Daya Mikrowave Terhadap Rendemen Ekstrak

Rendemen adalah perbandingan berat kering produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku (Yuniarifin, Bintoro, dan Suwarastuti, 2006). Perbandingan rendemen antara sampel tembakau dan kopi

menunjukkan bahwa semakin tinggi daya maka rendemen yang dihasilkan akan semakin kecil. Rendemen yang didapat sampel daun tembakau pada daya 150 W sebesar 16,94% dan 14,83% untuk daya 300 W. Sedangkan pada sampel kopi, didapat rendemen pada daya 150 W dan 300 W secara berturut-turut yaitu sebesar 12,90% dan 12,22%. Hal ini dikarenakan semakin tinggi daya yang digunakan maka pelarut akan semakin cepat menguap sebelum proses ekstraksi berlangsung secara optimal. Sehingga rendemen yang dihasilkan akan semakin berkurang seiring dengan kenaikan daya mikrowave. Menurut Pamungkas (2021) turunnya rendemen seiring kenaikan suhu ini disebabkan karena terjadinya penguapan air atau pelarut yang digunakan dan semakin banyak terbentuknya senyawa volatil yang menguap sehingga rendemen menjadi turun. Hubungan antara daya mikrowave terhadap rendemen ekstrak sampel daun tembakau maupun kopi disajikan dalam Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Hubungan rendemen ekstrak sampel dalam pelarut metanol dengan variasi daya mikrowave

3.4 Senyawa Kimia Dalam Ekstrak Daun Tembakau dan Kopi

Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS) digunakan dalam menganalisis kandungan kimia dalam ekstrak daun tembakau. Pada analisis GC-MS diketahui bahwa kandungan kimia pada ekstrak daun tembakau dan kopi dengan pelarut metanol ditampilkan dalam Tabel 3.1 sampai Tabel 3.4

Tabel 3.1 Hasil analisis GC-MS ekstrak daun tembakau pada daya 150 W

Peak	R.Time	Area	%Area	Height	A/H	Name
1	1,425	22119	1,68	24861	0,89	Acetic acid, anhydride (CAS) Acetic oxide
2	1,585	72194	5,47	44996	1,60	Acetaldehyde, hydroxy-(CAS) Glycolaldehyde
3	11,677	1225026	92,85	524927	2,33	Pyridine, 3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl)

Tabel 3.2 Hasil analisis GC-MS ekstrak daun tembakau pada daya 300 W

Peak	R.Time	Area	%Area	Height	A/H	Name
1	1,587	19692	1,32	16072	1,23	Acetaldehyde, hydroxy-(CAS) Glycolaldehyde
2	1,763	1023818	68,57	919914	1,11	Chloroform

3	10,386	82370	5,52	36864	2,23	Cyclohexasiloxane, dodecamethyl-(CAS) Dodecamethylcyclohe
4	11,674	367237	24,60	177805	2,07	Pyridine, 3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl)

Tabel 3.3 Hasil analisis GC-MS ekstrak kopi pada daya 150 W

Peak	R.Time	Area	%Area	Height	A/H	Name
1	1,763	31239	5,83	28595	1,09	Chloroform
2	18,838	501553	94,14	173346	2,89	Caffeine

Tabel 3.4 Hasil analisis GC-MS ekstrak kopi pada daya 300 W

Peak	R.Time	Area	%Area	Height	A/H	Name
1	18,840	746778	100	275806	2,71	Caffeine

Pada hasil analisis GC-MS sampel daun tembakau pada daya mikrowave 150 W terbentuk puncak dengan waktu retensi 11,667 menit yang mengindikasikan senyawa Pyridine, 3-(1- methyl-2-pyrrolidinyl) atau senyawa nikotin. Sedangkan pada daya mikrowave 300 W terbentuk puncak dengan waktu retensi 11,674 menit yang mengindikasikan senyawa Pyridine, 3-(1- methyl-2-pyrrolidinyl). Berdasarkan hasil dari pengujian GC-MS pada sampel daun tembakau menunjukkan bahwa semakin tinggi daya yang digunakan maka kadar senyawa nikotin atau senyawa Pyridine, 3-(1-methyl-2-pyrrolidinyl) yang terekstraksi dalam sampel akan semakin kecil. Sedangkan hasil analisis GC-MS untuk sampel kopi pada daya mikrowave 150 W terbentuk puncak dengan waktu retensi 18,838 menit yang mengindikasikan senyawa *caffeine*. Sedangkan pada daya mikrowave 300 W terbentuk puncak dengan waktu retensi 18,840 menit yang mengindikasikan senyawa *caffeine*. Berdasarkan hasil pengujian sampel kopi menunjukkan bahwa kandungan kafein bertambah seiring dengan kenaikan daya mikrowave yang digunakan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Densitas ekstrak berbanding lurus dengan daya mikrowave yang digunakan dalam proses ekstraksi, semakin tinggi daya mricowave maka densitas yang dihasilkan akan semakin tinggi, dimana pada sampel daun tembakau didapatkan densitas tertinggi sebesar 0,902 gram/mL dan 0,862 gram/mL untuk densitas tertinggi pada sampel kopi.
- 2) Rendemen ekstrak tertinggi pada sampel daun tembakau dan kopi masing-masing pada daya mikrowave 150 W dalam waktu ekstraksi selama 10 menit, dengan rendemen tertinggi sampel daun tembakau dan kopi berturut-turut sebesar 16,94% dan 12,90%.
- 3) Kandungan kimia terbesar dalam ekstrak daun tembakau berdasarkan hasil GC-MS adalah senyawa Pyridine, 3-(1- methyl-2-pyrrolidinyl) atau senyawa nikotin pada daya 150 W dengan kadar 92,95%. Sedangkan kandungan kimia terbesar dalam ekstrak kopi adalah kafein pada daya 300 W dengan kadar 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Bandung yang telah mendukung dan mendanai penelitian ini, sehingga penelitian ini dapat terlaksana dan terselesaikan dengan baik

DAFTAR PUSTAKA

- Megawati., Kurnia, R. D. (2015). Ekstraksi Minyak Atsiri Kulit Jeruk Manis dengan Metode Vacuum Microwave Assisted Hydrodistillation. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4, 61-67.
- Nugraheni, F. T., Dewi, M., Septiyana, R. (2017). Perbandingan Rendemen Kristal Kafein pada Biji Kopi dan Coklat dengan Menggunakan Metode Refluks. *Cendekian Journal of Pharmacy*, 1, 41-48.
- Pamungkas, M. T. (2021). Pengaruh Suhu dan Lama Penyangraian (Roasting) terhadap Sifat Fisik dan Kimia pada Seduhan Kopi Arabika (*Coffea Arabica L*) dari Kabupaten Gayo, Provinsi Aceh. *Agrotech*, 3, 1-10.
- Yuniarifin, H., Bintoro, V. P., Suwarastuti, A. (2006). Pengaruh berbagai konsentrasi asam fosfat pada proses perendaman tulang sapi terhadap rendemen, kadar abu dan viskositas gelatin. *Journal Indon Trop Anim Agric*, 31(1),55-61.
- Badan Pusat Statistika. (2022). *Produksi Tembakau Indonesia Turun 9,37% pada 2021*. Diakses tanggal 30 Juli 2022, dari <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-tembakau-indonesia-turun-937-pada-2021>
- Badan Pusat Statistika. (2022). *Produksi Kopi Indonesia Naik 2,8% pada 2021*. Diakses tanggal 30 Juli 2022, dari <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/produksi-kopi-indonesia-naik-28-pada-2021>
- Reza, Ahmad. (2009). Pemanfaatan Gelombang Mikro Dalam Proses Ekstraksi Daun Simpup (*Dillenia indica*) Untuk Memperoleh Senyawa Antioksidan [skripsi]. Depok: Universitas Indonesia.
- Devi, V. R. (2018). Optimasi Konsentrasi Asam Oksalat dan Waktu Ekstraksi dengan Vacuum Microwave Extraction terhadap Rendemen dan Total Pektin Kulit Jeruk Manis menggunakan Metodologi Permukaan Respon [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.
- Faadilah, A. (2019). Optimasi Microwave Assited Extraction Terhadap Senyawa Bioaktif Antioksidan dari Sarang Semut Papua (*Myrmecodia pendans*) dengan Variasi Konsentrasi Etanol, Suhu, dan Lama Ekstraksi [skripsi]. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Risianti, A. (2019). Optimasi Ekstraksi Rosella dengan Metode Vacuum Microwave Extraction (Kajian Konsentrasi Asam Sitrat dan Lama Waktu Ekstraksi) [skripsi]. Malang: Universitas Brawijaya.