

POTENSI METODE *ULTRASONIC-ASSISTED EXTRACTION* (UAE) DALAM MENGEKSTRAK SENYAWA AKTIF DARI BAHAN ALAM

Buanasari¹, Yahya Febrianto², Cholifah³, Abdul Chakim⁴

^{1,2,3,4} Akademi Farmasi Nusaputera Semarang

*Correspondence: buanasari.only@gmail.com; Telp: +628157793007

Abstrak

Teknik ekstraksi konvensional yang digunakan selama bertahun-tahun yang lalu membutuhkan banyak waktu dan pelarut, sehingga memiliki tingkat efisiensi yang rendah. Telah ditemukan beberapa metode alternatif baru, seperti ekstraksi fluida superkritik, ekstraksi solven aselerasi, ekstraksi ultrasonik dan microwave untuk mengekstrak senyawa fitokimia dari tanaman. Sejumlah hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan ultrasonik mampu mengekstrak senyawa fitokimia, seperti alkaloid, flavonoid, polisakarida, protein dan minyak esensial dari berbagai bagian tanaman dan bibit tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji potensi metode Ultrasonik-assited extraction (UAE) untuk beberapa tanaman (daun jambu air (*Syzygium samarangense*) dan daun melinjo (*Gnetum gnemon L.*)). Ekstraksi dilakukan dengan memvariasikan rasio padatan:pelarut (1: 5, -1:25 g/mL), waktu ekstraksi (10-50 menit) dan suhu (10-50°C) serta kondisi tetap pelarut etanol 70%V dan ultrasonik daya 200 W dan frekuensi 14 kHz. Respon yang diamati adalah kandungan total flavonoid dan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrillhidrazil)-SA. Hasil menunjukkan metode ini sangat efektif untuk mengekstrak kandungan zat aktif tanaman. Aktifitas antioksidan dan kandungan total flavonoid dari daun jambu air didapatkan pada kondisi operasi rasio padatan:pelarut (1:10 g/mL), waktu ekstraksi (30 menit) dan suhu (40°C) yaitu $86,17 \pm 0,00\%$ dan $4,80 \pm 0,01\%$ B. Sedangkan untuk daun melinjo pada kondisi operasi rasio padatan:pelarut (1:10 g/mL), waktu ekstraksi (10 menit) dan suhu (50°C) yaitu $55,29 \pm 0,02\%$ dan $3,99 \pm 0,01\%$ B. Kebutuhan solven didapatkan rata-rata 1:10 g/mL, waktu 10-30 menit, dan suhu 40-50 °C sudah mampu memberikan hasil optimal. Metode UAE ini sangat efektif dari segi waktu dan kebutuhan pelarut dalam mengekstrak zat aktif dari tanaman.

Kata Kunci: *Antioxidant, Daun melinjo, Daun jambu air, Flavonoid, UAE.*

PENDAHULUAN

Antioksidan adalah zat penghambat reaksi oksidasi oleh radikal bebas yang dapat menyebabkan kerusakan asam lemak tak jenuh, membran dinding sel, pembuluh darah dan DNA sehingga menyebabkan penyakit degeneratif. Antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi oleh radikal bebas atau menetralkan radikal bebas (Sie, 2013).

Tanaman melinjo (*Gnetum gnemon L.*) mempunyai banyak manfaat dalam kehidupan sehari-hari (Dewi et al., 2012). Bagian dari tanaman melinjo yang digunakan antara lain daun melinjo yang masih muda. Daun melinjo (*Gnetum gnemon L.*) mengandung tannin, saponin, flavonoid dan antioksidan (Santoso et

al., 2008). Jambu air (*Syzygium samarangense*) merupakan tumbuhan asli Indonesia yang berasal dari Jawa. Tumbuhan ini tumbuh mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1200 m diatas permukaan laut. Senyawa metabolit sekunder yang memiliki khasiat bagi kesehatan seperti : flavonoid, tanin, saponin, glikosida, kuinon, dan sebagainya. Hasil uji fitokimia penelitian sebelumnya diketahui beberapa metabolit sekunder yang ada pada daun salam dan daun jambu yang berpotensi sebagai antioksidan diantaranya: senyawa flavonoid, tanin, terpenoid, dan vitamin C (Ayyida, 2014).

Metode ekstraksi bantuan ultrasonik digunakan untuk mengambil zat aktif dari tanaman afrika bagian yang diambil adalah daunnya. Metode ini memiliki kelebihan memberikan hasil ekstrak yang optimal sehingga dapat mengefisien waktu dan pelarut yang digunakan. Keuntungan lain dari ekstraksi ultrasonik berbantu pengadukan adalah kontak permukaan antara padatan dan cairan yang lebih luas dan optimal, karena kontak langsung antara partikel dan gelombang ultrasonik. Penelitian tentang ekstraksi ultrasonik berbantu pengadukan dengan menemukan kondisi proses dalam konsentrasi pelarut, rasio ekstrak dan pelarut, waktu, pengadukan dan suhu untuk nilai tertinggi total antioksidan dan senyawa flavonoid belum pernah ditinjau sebelumnya. Ekstrak dengan kandungan flavonoid dan fenolik yang tinggi memiliki potensi antioksidan yang besar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan kandungan antioksidan antara daun melinjo (*Gnetum gnemon L.*) dan daun jambu air (*Syzygium samarangense*) terhadap perbedaan rasio sampel-pelarut (gram : mL), pengaruh lama waktu ekstraksi (menit), pengaruh suhu ekstraksi ($^{\circ}\text{C}$) terhadap aktivitas antioksidan dan flavonoid pada ekstraksi berbantu ultrasonik dan untuk mengetahui aktivitas antioksidan pada ekstraksi berbantu ultrasonik.

METODE PENELITIAN

Bahan utama

Bahan utama dari penelitian ini adalah daun melinjo (*Gnetum gnemon L.*) dan daun jambu air (*Syzygium samarangense*) yang diperoleh dari Kota Semarang, Jawa Tengah.

Bahan lain

Bahan lain yang digunakan meliputi 2,2-diphenyl-1-pikrilhidrazil (DPPH) (Sigma-177 Aldrich, Jerman), etanol (Merck, 96% kemurnian), quercetin (Merck), HCl 2N, Dragaendorf, NaOH, AlCl_3 , MgCl_2 , FeCl_3 , metanol dan distilat aqua.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan listrik (Sartorius), oven (Mettler), analisa kelembaban (Radwag MAC50), spektrofotometer UV-Vis 183 (Shimadzu 2480), centrifuge (Scilogex), kertas saring Whatman, filter 100 mesh, aluminium foil, *Moisture Tester*, pipet mikro, ayakan no.100, ayakan no.40 dan peralatan gelas lain (Pyrex) seperti beker gelas, gelas ukur, pipet ukur, labu takar, tabung reaksi, serta corong kaca.

Persiapan bahan baku

Persiapan Bahan daun jambu air (*Syzygium samarangense*) dan Daun melinjo (*Gnetum gnemon L.*) seragam dengan ukuran 100 mesh dan kadar air kurang dari 10% b / b. Daun jambu air (*Syzygium samarangense*) dibersihkan dan diangin-anginkan tanpa matahari selama 7-10 hari. Daun kering adalah dihaluskan dengan ukuran 100 mesh diikuti dengan pengeringan sampai kadar air kurang dari 10 % b/b. Ultrasonic-assisted Extraction (UAE) metode ekstraksi digunakan ekstraksi ultrasonik dibantu dengan pelarut etanol 70% (Buanasari *et al.*, 2018). Instrumen ultrasonik digunakan dengan daya 200 W dan frekuensi 14 kHz, dilengkapi dengan suhu digital dan kontrol waktu. daun jambu air (*Syzygium samarangense*) ditimbang 5 gram dengan hati-hati dalam botol kaca, kemudian ditambahkan dengan pelarut dan dihomogenisasi. Botol ditutup dan dimasukkan ke dalam air dalam pembersih ultrasonik digital yang telah diatur kondisi proses. Tahap pertama diekstraksi dengan ratio padatan:pelarut 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25 lama ekstraksi 30 menit pada suhu 30°C . Tahap kedua ekstraksi sampel menggunakan ratio terbaik tahap pertama, lama ekstraksi 10, 20, 30, 40 dan 50 menit dan dilakukan pada suhu 30°C . Tahap ketiga sampel diekstraksi

dengan ratio terbaik tahap pertama dan waktu terbaik tahap kedua dengan menggunakan suhu 10°C, 20°C, 30°C, 40°C dan 50°C. Ekstraksi dilakukan untuk menentukan hasil ekstrak dan aktivitas pemulungan yang dihasilkan oleh ekstraksi ultrasonik.

Skrining Fitokimia Flavonoid

Uji Reagen Alkalin : Sampel 100 mg dilarutkan dalam 10 mL pelarut, disaring, filtrat (2 mL) ditambahkan beberapa tetes larutan NaOH. Apabila terbentuk warna kuning dan memudar setelah ditambahkan asam berarti positif mengandung flavonoid (Tiwari *et al.*, 2011). Hasil dapat dilihat pada Tabel 1.

Saponin

Sebanyak 5 mL larutan ekstrak uji dalam tabung reaksi dikocok vertical selama 10 detik dibiarkan selama 10 detik. Pembentukan busa setinggi 1-10 cm yang stabil selama tidak kurang dari 10 menit. Menunjukkan adanya saponin. Pada penambahan 1 tetes HCl 2N busa tidak hilang (Depkes RI, 1995). Hasil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tanin

Sebanyak 2 mL larutan ekstrak uji direaksikan dengan larutan besi (III) klorida 10 %, warna biru tua atau hitam kehijauan menunjukkan adanya tannin dan polifenol (Robinson, 1991; Marliana *et al.*, 2005). Hasil dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak

Skrining	Daun Jambu air	Daun Mlinjo
Flavonoid	+	+
Saponin	+	+
Tanin	+	+

Ket + positif mengandung senyawa

Uji Aktivitas Antioksidan

Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (Banerjee *et al.*, 2005). Larutan sampel ekstrak sebanyak 1,0 ml ditambahkan 3,0 ml larutan DPPH 0,1 mM yang

dibuat baru. Absorbansi diukur dengan spektrofotometer (Shimadzu Japan) pada panjang gelombang 514 nm. Aktivitas ekstrak terhadap DPPH diekspresikan sebagai :

$$\text{DPPH SA}(\%) = \frac{A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}}{A_{\text{Blank}}} \times 100\%$$

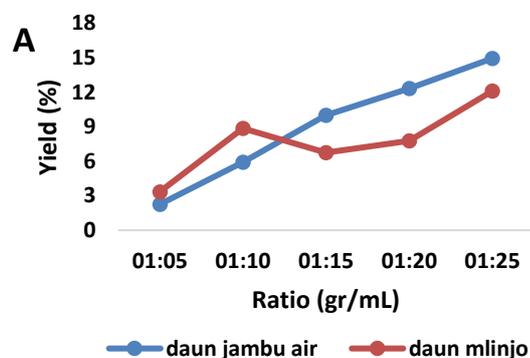
Total Flavonoid Content (TFC)

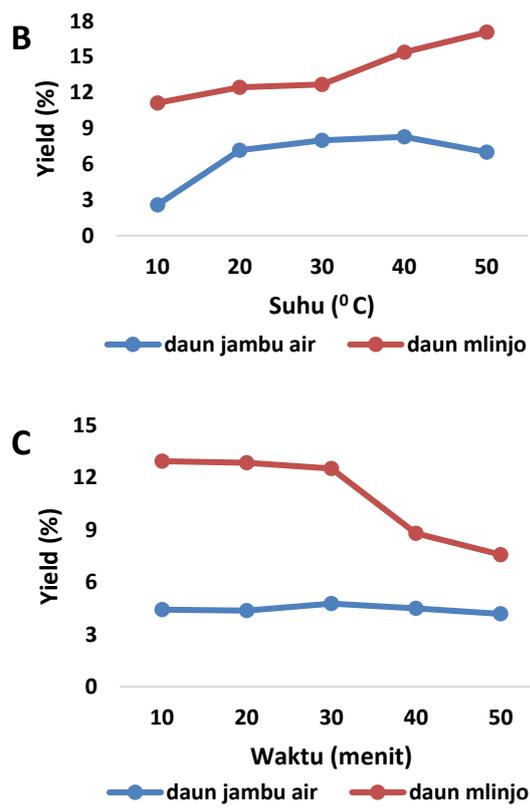
Metode kolorimetri aluminium klorida yang dimodifikasi digunakan metode Woisky & Salatino (1998) 0,5 mL larutan standar encer dan masing-masing ekstrak dicampur dengan 1,5 mL etanol (95%), 0,1 mL aluminium klorida (10%), 0,1 mL kalium asetat (1M) dan 2,8 mL air suling 2,8 mL. Setelah inkubasi pada suhu kamar selama 30 menit, absorbansi campuran reaksi diukur pada 415 nm dengan spektrofotometer. Hasilnya dinyatakan sebagai % b/b.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Rasio, Suhu, Waktu ekstraksi dari daun melinjo (*Gnetum gnemon L.*) dan daun jambu air (*Syzygium samarangense*) terhadap perolehan yield

Pengaruh variasi variabel ekstraksi terhadap yield ekstrak pada ekstraksi daun jambu air dan daun mlinjo secara bertahap yaitu rasio pelarut 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25 dengan suhu 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C dan lama waktu ekstraksi 10, 20, 30, 40, 50 menit (Gambar 1).





Gambar 1. Pengaruh Variasi Kondisi Proses Ekstraksi terhadap Yield Ekstrak(A. rasio padatan:pelarut; B. Suhu; C. Waktu)

Yield ekstrak daun jambu air tertinggi didapatkan pada percobaan ekstraksi pada variable rasio 1:25 sebesar 14,92% dengan suhu terbaik pada 40 °C sebesar 8,29 % dan waktu terbaik pada menit ke 30 dengan perolehan 4,77 % dan terendah pada ekstraksi pada variable rasio 1:5 dengan suhu 10 °C dalam 50 menit ekstraksi. (Gambar 1)

Pada Daun Mlinjo Yield tertinggi pada ratio 1: 25 sebesar 12,08% dengan suhu terbaik pada suhu 50 °C sebesar 17,08 % dengan waktu ekstraksi terbaik pada menit ke 10 sebesar 12,94 menit. Dan yang terendah pada ratio 1:5, suhu 10 °C dan menit ke 50. (Gambar 1)

Dengan semakin banyak jumlah pelarut akan menyebabkan semakin banyaknya area kontak antara bahan dengan pelarut yang akan mendorong semakin tingginya difusivitas (Maran dan Priya.,2015). Pada penelitian Xu *et al.*(2014) diperoleh hasil terbaik dengan rasio pelarut 1:50 dimana semakin besar rasio

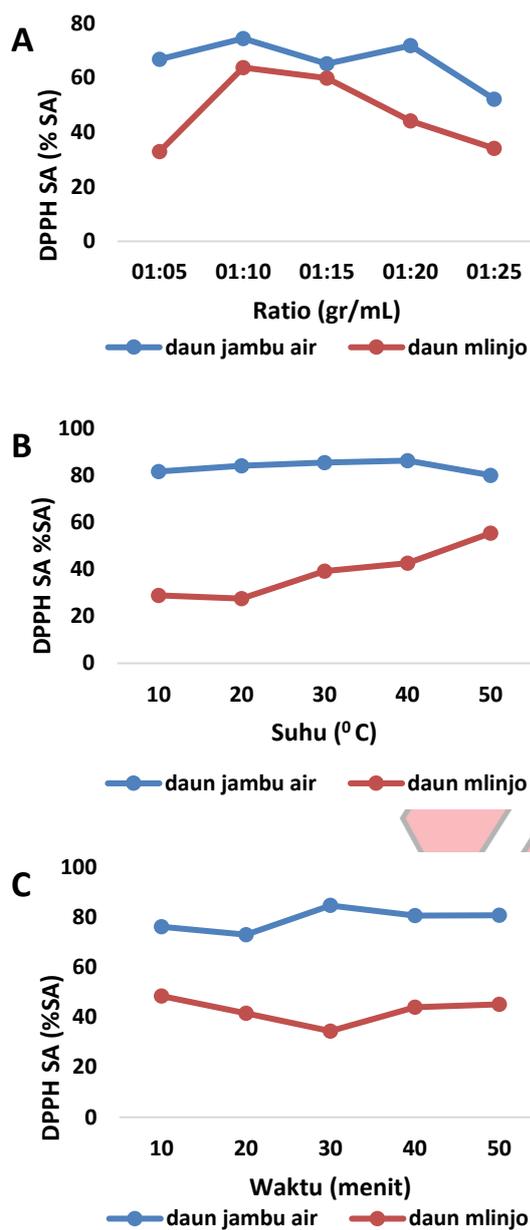
padatan:pelarut maka intensitas ultrasonik yang dikenakan pada bahan jaringan tumbuhan makin tinggi dan menyebabkan fragmentasi dari bahan.

Semakin banyak jumlah pelarut akan menyebabkan semakin banyaknya area kontak antara bahan dengan pelarut, yang akan mendorong semakin tingginya difusivitas (Maran & Priya, 2015). Namun penggunaan volume pelarut yang berlebihan perlu dihindari karena menyebabkan terhambatnya transfer energi gelombang ultrasonik akibat diserap oleh pelarut sebelum sampai ke matriks (Winata dan Yuniarta, 2015).

Waktu ekstraksi yang lebih lama akan meningkatkan jumlah ekstrak, namun akan menjadi konstan ketika kondisi kesetimbangan tercapai (Silva *et al.*,2007). Penelitian sebelumnya oleh Permana *et al.* (2017) menunjukkan bahwa suhu terbaik pada ekstraksi flavonoid dengan bantuan ultrasonik pada suhu 45°C. Gambar 1. Menunjukkan maksimal ekstraksi pada suhu 40°C.

Pengaruh Rasio, Suhu, Waktu ekstraksi dari daun melinjo (*Gnetum gnemon L.*) dan daun jambu air (*Syzygium samarangense*) terhadap perolehan Aktivitas Antioksidan % SA

Pengaruh variasi variabel ekstraksi terhadap yield ekstrak pada ekstraksi daun jambu air dan daun mlinjo secara bertahap yaitu rasio pelarut 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25 dengan suhu 10°C, 20°C, 30°C, 40°C, 50°C dan lama waktu ekstraksi 10, 20, 30, 40, 50 menit (Gambar 2).



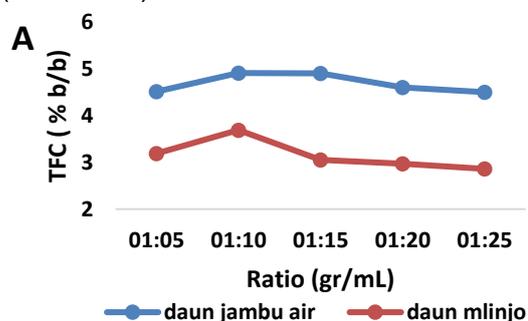
Gambar 2. Pengaruh Variasi Kondisi Proses Ekstraksi terhadap Aktivitas antioksidan Ekstrak (A. rasio pelarut; B. Suhu; C. Waktu)

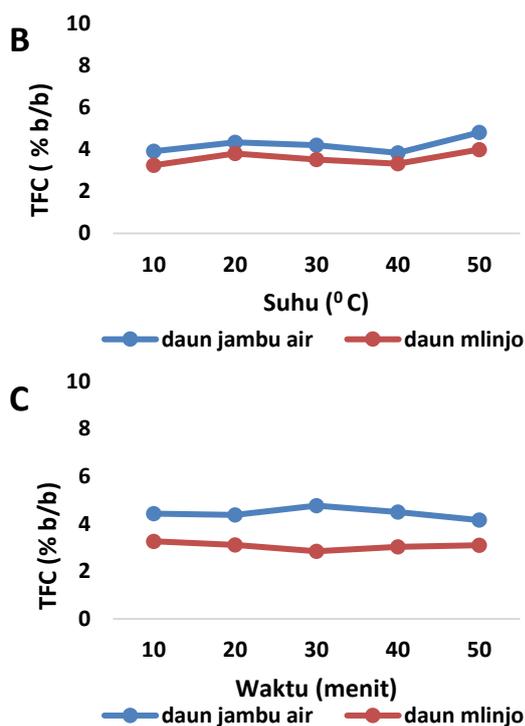
Hasil percobaan uji antioksidan dengan 3 variabel yang berbeda menghasilkan aktivitas antioksidan daun jambu biji terbaik yaitu pada pengaruh rasio pelarut 1:10 sebesar $74,38\% \pm 0,65$, pada pengaruh waktu 30 menit; $84,58\% \pm 0,58$, dan pengaruh suhu 40°C ; $86,17\% \pm 0,00$. Berbeda dengan aktivitas antioksidan daun mlinjo terbaik yaitu pada pengaruh rasio pelarut 1:10 sebesar $63,72\% \pm 0,5$, pada pengaruh waktu 10 menit; $48,42\% \pm 0,8$, dan pengaruh suhu 50°C ; $55,29\% \pm 0,10$.

Sesuai literatur yang menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan salah satunya faktor fisik yaitu tekanan oksigen yang tinggi, luas kontak dengan oksigen, pemanasan atau pun iradiasi menyebabkan peningkatan terjadinya rantai inisiasi dan propagasi dari reaksi oksidasi akan menurunkan aktivitas antioksidan yang ditambahkan dalam bahan (Medikasari, 2000). Faktor yang mempengaruhi stabilitas aktivitas antioksidan adalah pH, suhu, sinar dan oksigen, serta faktor lainnya seperti ion logam (Anggrawati dan Ramadhania, 2017). Selain itu pada ekstrak daun jambu air terdapat kandungan zat antioksidan lain yang menyebabkan pengaruh beda aktivitas antioksidan dengan kadar total flavonoid yang diperoleh.

Pengaruh Rasio, Suhu, Waktu ekstraksi dari daun mlinjo (*Gnetum gnemon L.*) dan daun jambu air (*Syzygium samarangense*) terhadap perolehan nilai TFC

Pengaruh variasi variabel ekstraksi terhadap yield ekstrak pada ekstraksi daun jambu air dan daun mlinjo secara bertahap yaitu rasio pelarut 1:5, 1:10, 1:15, 1:20, 1:25 dengan suhu 10°C , 20°C , 30°C , 40°C , 50°C dan lama waktu ekstraksi 10, 20, 30, 40, 50 menit (Gambar 3).





Gambar 3. Pengaruh Variasi Kondisi Proses Ekstraksi terhadap TFC Ekstrak (A rasio padatan: pelarut; B. Suhu; C. Waktu)

Pada Gambar 3. Variasi rasio pelarut menunjukkan nilai flavonoid tertinggi daun jambu biji pada rasio 1:10 yaitu 4,91% b/b dan mulai turun pada rasio 1:10, suhu 50°C yaitu 4,80% b/b dengan waktu 40 menit. Menunjukkan bahwa rasio maksimal yang dapat diperoleh untuk mendapatkan total flavonoid terbaik dengan rasio 1:10. Pada ekstraksi daun mlinjo ratio terbaik pada 1:10 sebesar 3,19% dengan suhu terbaik pada suhu 50°C sebesar 3,99% dengan waktu terbaik pada menit ke-20 sebesar 3,11%.

Hal ini terjadi karena ekstrak sudah berada pada titik jenuh larutan dan intensitas proses kavitasinya berkurang oleh karena itu tidak akan terjadi peningkatan hasil ekstraksi dengan penambahan pelarut (Brennan, 2006).

Variasi waktu menunjukkan total flavonoid mulai turun. Hal ini terjadi karena kadar flavonoid mengalami penurunan dengan bertambahnya waktu ekstraksi karena ekstrak sudah berada pada titik jenuh larutan. Peningkatan suhu menunjukkan pengaruh pada kadar total flavonoid yang dihasilkan.

Dari data tersebut menunjukkan bahwa ada pengaruh variasi variabel ekstraksi

terhadap total flavonoid yang dihasilkan dengan jenis pelarut dan metode ekstraksi yang sama.

KESIMPULAN

Metode UAE pada studi ini sangat efektif untuk mengekstrak kandungan zat aktif tanaman. Aktifitas antioksidan dan kandungan total flavonoid dari daun jambu air didapatkan pada kondisi operasi rasio padatan:pelarut (1:10 g/mL), waktu ekstraksi (30 menit) dan suhu (40°C) yaitu $86,17 \pm 0,00 \%$ dan $4,80 \pm 0,01 \%$. Sedangkan untuk daun mlinjo pada kondisi operasi rasio padatan:pelarut (1:10 g/mL), waktu ekstraksi (10 menit) dan suhu (50°C) yaitu $55,29 \pm 0,02 \%$ dan $3,99 \pm 0,01 \%$. Kebutuhan solven didapatkan rata-rata 1:10 g/mL, waktu 10-30 menit, dan suhu 40-50 °C sudah mampu memberikan hasil optimal. Metode UAE ini sangat efektif dari segi waktu dan kebutuhan pelarut dalam mengekstrak zat aktif dari tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggrawati, P.S., Ramadhania, Z.M. 2017. Kandungan Senyawa Kimia dan Bioaktivitas dari Jambu Air (*Syzygium aqueum* Burn. f. Alston). *Farmaka*14, 331–344.
- Ayyida, K., 2014. *Studi komparasi aktivitas antioksidan pada daun Salam (syzygiumpolyantum (wight) walp) dengan daun Jambu Air (syzygium samarangense (bl.) Merr. Perry) varietas delima (undergraduate)*. Skripsi. UIN Walisongo.
- Banerjee, A., Dasgupta, N. And Dee, B., (2005), In Vitro Study Of Antioxidant Activity of Syzygium Cumini Fruits, *Journal Food Chemistry*.
- Brennan, J.G, 2006, *Food Processing Handbook*, WILEY-VCH Verlag

- GmbH & Co. KgaA Weinheim, Germany.
- Buanasari, Eden, W.T., Solichah, A. I. 2007. *Extraction of Phenolic Compound, from Petai Leaves (Parkia speciosa Hassk.) using Microwave and Ultrasound Assisted Methods*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan.
- Buanasari, Palupi, PD, Serang. Y, & Sumardiono, S. 2018. Development of Ultrasonic-Assisted Extraction of Antioxidant Compounds from petai (Parkia speciosa Hassk) Leaves. IOP Conference Series: Mater. Sci. Eng. 349-012009.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Materia Medika Indonesia, Jilid VI*, Departemen Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta.
- Dewi, C., Utami, R., dan Riyadi, N.H. 2012. *Aktivitas Antioksidan dan Antimikroba Ekstrak Melinjo (Gnetum gnemon L.)*. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, Vol.V, No.2.
- Maran, J.P dan Priya, B. 2015. *Ultrasound-assisted Extraction of Pectin from Sisal Waste*. Carbohydrate Polymers 115 (2015) 732-738.
- Marliana, Dewi., Suryanti, Venty., & Suyono. 2005. Skringing Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (Sechium edule Jacq Swartz.) dalam Ekstrak Etanol. Biofarmasi 3 (1). 26-31.
- Medikasari. 2000. *Bahan Tambahan Makanan : Fungsi dan Penggunaannya Dalam Makanan*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Permana, IDGM., Yuliantari, NWA., Widarta, IWR. 2017. Pengaruh Suhu dan Waktu Ekstraksi Terhadap Kandungan Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona muricata L.*) menggunakan Ultrasonik. *Media Ilmiah Teknologi Pangan*. Vol 4 No 1, 35-42.
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*. Bandung: Penerbit ITB. Hal. 152-196.
- Santoso, M. 2008. *Inhibition of Fish Lipid Oxidation by the Extract of Indonesia Edible Plant Seed 'Melinjo'*. Japanese Society for Food Science and Technology. Kyoto, Jepang.
- Sie, J.O. 2013. *Daya antioksidan Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (Garcinia mangostana linn.) Hasil pengadukan dan reflux*. CALYPTRA 2, 1-10.
- Silva, E. M., Rogez, H., Larondelle, Y. 2007. *Optimization of extraction of phenolics from Inga edulis leaves using response surface methodology. Separation and Purification Technology*. 55 (3): 381-387.
- Tiwari, Prashant., Bimlesh Kumar, Mandeep Kaur, Gurpreet Kaur, Harleen Kaur. 2011. *Phytochemical Screening and Extraction : A Review*. International Pharmaceutica Scientia. 1 (1) : 98-106.
- Winata, E. W., dan Yunianta. 2015. *Ekstraksi Antosianin Buah Murbei (Morusalba L.) metode ultrasonic Bath (Kajian Waktu dan Rasio Bahan : Pelarut)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri. Vol.3 : 773-778
- Woisky, R.G., Salatino, A., 1998. Analysis of propolis: some parameters and procedures for chemical quality control. J. Apic. Res. 37, 99-105. <https://doi.org/10.1080/00218839.1998.11100961>
- Xu, Y., Zhang, L., Bailina, Y., Ge, Zhie, Ding, T., Ye, X., Liu, D. 2014. Effects of Ultrasound and/or The Extraction of Pectin from Grapefruit Peel. Journal of Food Engineering 126 (2014) 72-81.