

Review Article

Kemangi (*Ocimum basilicum* L.): Kandungan Kimia, Teknik Ekstraksi, dan Uji Aktivitas Antibakteri

Adithya Guntur, Monica Selena, Anastasia Bella, Giovanny Leonarda, Adelsiana Leda, Dewi Setyaningsih, Florentinus Dika Octa Riswanto*)

Faculty of Pharmacy, Universitas Sanata Dharma, Campus III Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta 55282 Indonesia

* Corresponding author: Florentinus Dika Octa Riswanto | Email: dikaocta@usd.ac.id

Received: 10 November 2021; Revised: 2 December 2021; Accepted: 3 December 2021; Published: 4 December 2021

Abstract: Antibiotics resistance in the case of antibacterial medicationares still often ignored. Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) was reported due to its antibacterial activity. The presence of essential oil contained in kemangi was linked to its antibacterial activity. The aim of this narrative review was to provide comprehensive information regarding chemicals, extraction techniques, as well as antibacterial assay of kemangi. Research related to the antibacterial activity of kemangi was mostly carried out using fresh samples or simplicia from kemangi leaves which were then extracted, but there were several tests that used the stem. The antibacterial activity of kemangi against several gram-positive and gram-negative bacteria was carried out using disk diffusion, paper disk diffusion, broth microdilution, microdilution in microtiter plates, well diffusion, and macro-dilution. The results of the antibacterial activity test showed that the essential oil content in kemangi had inhibitory activity against bacterial activity.

Keywords: kemangi; antibacterial; extraction; essential oil; diffusion method

Abstrak: Resistensi terhadap beberapa antibiotik disebabkan oleh adanya penggunaan antibiotik yang rasional masih sering diabaikan. Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) merupakan salah satu tanaman yang memiliki aktivitas antibakteri. Salah satu kandungan kemangi yang diduga memiliki aktivitas antibakteri yaitu minyak atsiri. Telaah pustaka ini bertujuan menyajikan informasi komprehensif terkait kandungan kimia, teknik ekstraksi, dan uji aktivitas antibakteri pada tanaman kemangi. Penelitian terkait aktivitas antibakteri pada kemangi sebagian besar dilakukan dengan menggunakan sampel segar maupun simplisia dari daun kemangi yang kemudian diekstraksi, namun ada beberapa uji yang menggunakan bagian batang. Metode uji aktivitas antibakteri kemangi terhadap beberapa bakteri gram positif dan gram negatif dilakukan dengan metode difusi cakram agar, difusi cakram kertas, mikrodilusi broth, mikrodilusi dalam *microtiter plates*, difusi sumuran agar, dan *macro-dilusi*. Hasil uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa kandungan minyak atsiri yang terdapat dalam kemangi memiliki aktivitas penghambat aktivitas bakteri.

Kata kunci: kemangi; antibakteri; ekstraksi; minyak atsiri; metode difusi

1. PENDAHULUAN

Antibakteri adalah senyawa yang dapat digunakan untuk pengobatan infeksi yang disebabkan oleh bakteri [1]. Penggunaan antibiotik yang sembarangan telah memicu munculnya resistensi bakteri terhadap obat-obatan yang umum digunakan. Seiring dengan meningkatnya resistensi bakteri di dunia kesehatan, maka perlu adanya penemuan dan pengembangan obat baru khususnya antibakteri. Sumber antibakteri baru dapat diperoleh dari senyawa bioaktif yang terkandung dalam suatu tumbuhan [2]. Produk alami telah membantu kita dalam melawan bakteri dan jamur menular.

Banyak tanaman yang telah diteliti menunjukkan aktivitas antimikroba. Selain aktivitas antimikroba, senyawa dari tanaman juga dapat digunakan untuk memodulasi aksi antibiotik. Beberapa senyawa kimia yang berasal dari sintetik, seperti *fenotiazin* atau sumber alami seperti flavonoid, terpen, dan lainnya memberikan aktivitas antibakteri dan dapat meningkatkan aktivitas antibiotik tertentu, dan membantu mengembalikan resistensi bakteri terhadap antibiotik tertentu. Penemuan produk dari bahan alam yang memiliki aktivitas antibakteri dan yang dapat digunakan dalam kombinasi antibiotik, dapat membuktikan bahwa adanya alternatif untuk obat baru yang efektif melawan mikroba dan resistensinya. Salah satu contohnya adalah kemangi (*Ocimum basilicum* L.) [3].

Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) sering disebut kemangi manis dan termasuk dalam keluarga *Lamiaceae*, tumbuhan asli daerah Indo-Melayu [4]. Kemangi termasuk salah satu tanaman lainnya yang memiliki potensi antibakteri. Secara umum, kemangi memiliki aktivitas antibakteri, antijamur, dan antioksidan [5], anti-penuaan, antiinflamasi, anti-karsinogenik, dan agen kardiovaskular [6]. Secara tradisional, telah digunakan dalam pengobatan sakit kepala, diare, sembelit, kutil, cacangan, kerusakan ginjal [7] penyakit kardiovaskular dan untuk menghilangkan stres [8]. Bagian tumbuhan kemangi yang umum digunakan yaitu bagian daun [9]. Daun kemangi memiliki aroma yang kuat sehingga dapat digunakan sebagai pengharum dan penyedap rasa agen untuk makanan, minuman, bumbu dan produk perawatan mulut [10].

Kemangi yang dikenal di Indonesia terdiri dari beberapa spesies yaitu *Ocimum americanum* L., *Ocimum basilicum* L., *Ocimum Campechianum* Mill., *Ocimum x citriodorum* Vis., *Ocimum kilimandscharicum*. Berdasarkan spesies yang telah disebutkan, telah banyak yang diteliti sebagai antibakteri *S. aureus*, *S. epidermidis*, *E. coli* dan beberapa jenis bakteri lain dalam bentuk minyak atsiri [2]. Minyak atsiri biasanya diekstrak dari daun dan tanaman pucuk kemangi yang berbunga [11]. Minyak atsiri terlibat dalam banyak proses penting yang berkaitan dengan kelangsungan hidup tanaman, memainkan peran penting dalam pertahanan melawan mikroorganisme [3].

Kemangi termasuk salah satu tumbuhan yang mudah dijumpai dan banyak dimanfaatkan dalam penyajian makanan. Kemangi dikenal juga sebagai ramuan aromatik yang digunakan secara luas karena memiliki aroma yang khas terutama untuk penyedap makanan [3]. Meskipun demikian, kemangi memiliki manfaat yang menarik untuk diteliti yaitu kegunaannya sebagai antibakteri. Oleh sebab itu tujuan dilakukan review ini adalah untuk meninjau kandungan kimia, teknik ekstraksi, dan aktivitas antibakteri tanaman kemangi yang mengandung minyak atsiri dengan berbagai metode uji antimikroba.

2. METODE

Review ini dibuat menggunakan metode berupa studi kepustakaan. Studi kepustakaan merupakan suatu studi yang biasa digunakan untuk mengumpulkan informasi dan data dengan melakukan penelusuran pustaka berupa jurnal nasional dan internasional yang sudah terindeks seperti *Google Scholar*, *PubMed*, *Elsevier*, *DOAJ*, dan *SINTA*. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian literatur yaitu "*antibacterial*", "*Ocimum basilicum* L.", "*essential oils*".

3. PEMBAHASAN

3.1. Karakteristik Tanaman Kemangi



Gambar 1. Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) [12]

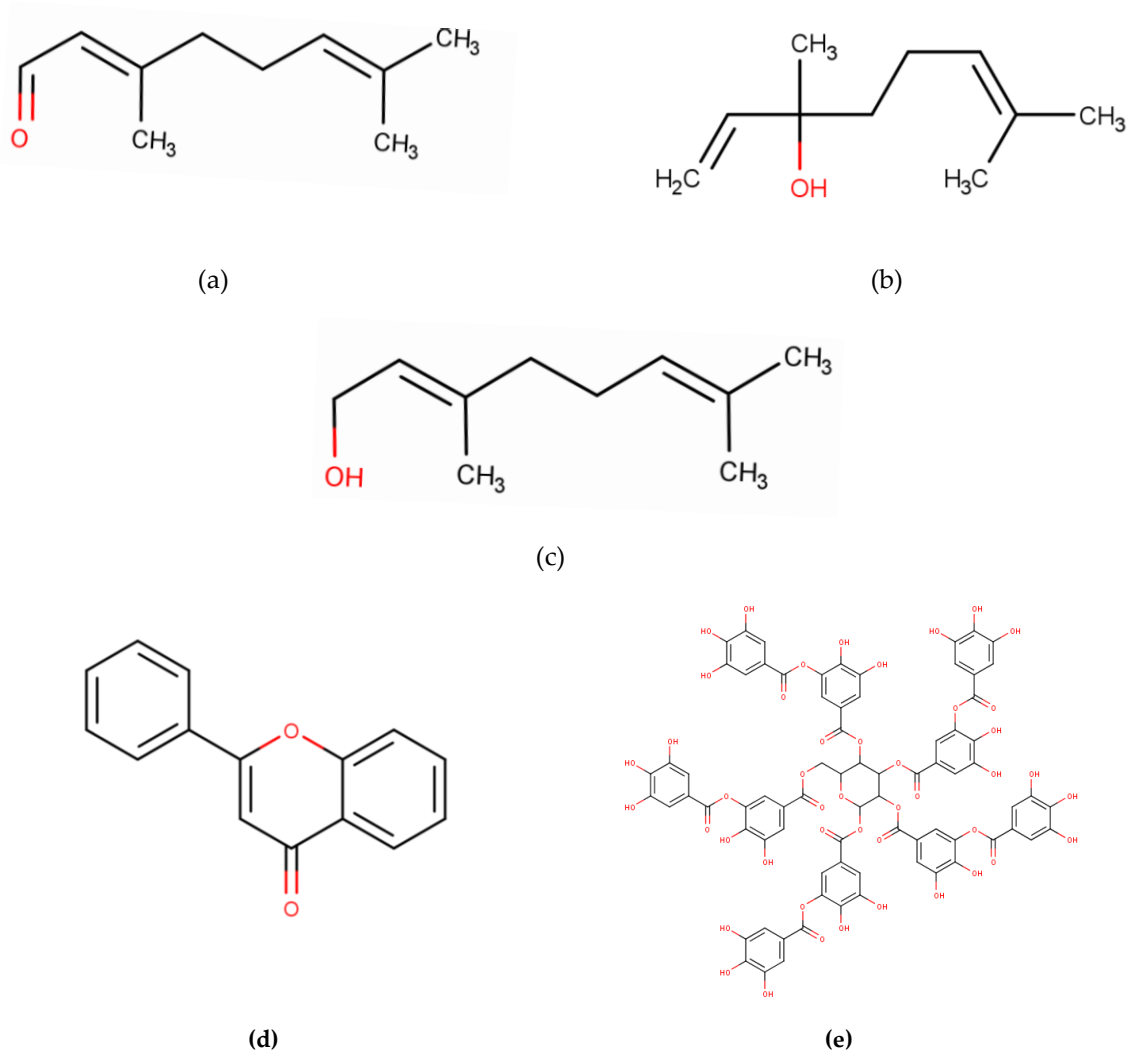
Kemangi (Gambar 1) adalah herba bercabang tegak yang tumbuh setinggi 0,3 hingga 1,3 m, dengan daun halus berwarna hijau muda. Daunnya sederhana, berhadapan, panjang 3 sampai 11 cm, lebar 1 sampai 6 cm, bulat telur, lancip dan biasanya bergigi mengandung banyak kelenjar minyak yang menyimpan minyak atsiri. Bunga kemangi berwarna putih hingga ungu dan tersusun dalam paku terminal [10]. Tanaman ini banyak ditanam sebagai tanaman aromatik untuk produksi minyak aromatik. *O. basilicum* berasal dari daerah tropis dan subtropis serta banyak ditemukan di Asia, Afrika dan Amerika Selatan. *O. basilicum* juga terkenal dengan adanya minyak aromatik dan antioksidan [13].

Bagian tanaman yang umum digunakan adalah daun kemangi. Daun kemangi mengandung senyawa metabolit di dalamnya yaitu flavonoid, tanin, steroid dan saponin [9]. Aroma dari daun kemangi dikarenakan terdapatnya minyak atsiri yang kandungannya berkisar antara 0,3% hingga 3,6% berat kering [14].

3.2. Kandungan Kimia dalam Tanaman Kemangi

Secara umum, kemangi kaya akan senyawa alami seperti: *monoterpen*, *seskuiterpen*, *phenylpropanoid*, antosianin, asam fenolik [15] dan *flavonol glikosida* [16], didalam senyawa fenolik terdapat asam *rosmarinic*, asam *caffeic*, asam *vanilat*, asam *litospermat*, asam hidroksi benzoat, asam *p-kumarat*, asam *ferulat*, dan asam *gentisat* [13]. Daun kemangi juga mengandung minyak atsiri yang efektif melawan gram positif dan gram negatif [17];[18]. Minyak atsiri adalah metabolit sekunder *volatil* yang diproduksi oleh tanaman untuk kebutuhan mereka sendiri dan digunakan sebagai perlindungan diri [19].

Hasil analisa komponen minyak atsiri menggunakan GC-MS, daun kemangi mengandung 3-heksen-1-ol,(Z)-; 5-hepten-2-one, 6-metil-; 2-furanmethanol, 5-eteniltetrahidro α,α ,5-trimetil-,*cis*-; α -metil- α - [4-metil -3-pentenil] oxirane methanol; β -linalool; α -terpineol; *cis*-geraniol; β -sitral; *trans*-geraniol; α -sitral; α bergamoten; α -kariofilen; kariofilen oksid. Komponen terbesar minyak atsiri daun kemangi yaitu α sitral dengan konsentrasi 25.62%, β -sitral 19.25%, *trans*-geraniol 14.36% dan β -linalool 13.26% [20], *estragole* 86.4%, 1,8-cineole 4.9% and *trans*- α -bergamotene 3.0%, α -Pinene 0.4%, β -Pinene 0.6%, *Myrcene* 0.2 %, *Limonene* 0.4%, *Fenchone* 0.2%, *Eugenol methyl ether* 0.5%, β -Elemene 0.3 % [21].



Gambar 2. Kandungan Senyawa Kimia dari kemangi meliputi senyawa *sitral* (a) [22]; senyawa *linalool* (b) [23]; senyawa *geraniol* (c) [24]; senyawa *flavonoid* (d) [25]; senyawa *tanin* (e) [26].

Komponen terbesar yang terkandung dalam minyak atsiri daun kemangi memiliki mekanisme antibakteri sebagai berikut:

3.2.1. Senyawa *Sitral*

Senyawa *sitral* termasuk dalam golongan dari senyawa *aldehid*. Senyawa *aldehid* merupakan antimikroba yang paling efektif. Mekanisme antibakteri senyawa *aldehid*, senyawa ini menginaktivasi protein dengan membentuk ikatan silang *kovalen* dengan beberapa gugus organik fungsional pada protein, yaitu $-NH_2$, $-OH$, $-COOH$ dan $-SH$ [20].

3.2.2. Senyawa *Linalool* dan *Geraniol*

Linalool dan *geraniol* merupakan terpenoid alkohol. Alkohol diketahui memiliki aktivitas *bakterisidal* (membunuh bakteri) pada sel vegetatif dengan adanya zona hambat radikal yaitu daerah di sekitar cakram yang sama sekali tidak ada pertumbuhan bakterinya. *Terpenoid* alkohol dapat menghambat aktivitas pertumbuhan bakteri melalui mekanisme denaturasi protein bakteri. Senyawa alkohol dapat menimbulkan denaturasi protein sel bakteri dan proses tersebut lebih efektif dengan adanya air. Selain itu, turunan alkohol juga menghambat sistem fosforilasi dan efeknya terlihat jelas pada mitokondria, yaitu hubungan substrat *nikotiamid adenine dinukleotida* (NAD) [20].

3.2.3. Senyawa *Flavonoid* dan *Tanin*

Senyawa *flavonoid* berperan sebagai antibakteri dengan cara merusak membran sel bakteri pada bagian fosfolipid sehingga mengurangi permeabilitas dan mengakibatkan bakteri mengalami kerusakan. Bakteri *S.mutans* merupakan bakteri gram positif dengan dinding sel banyak peptidoglikan, sedikit lipid, dan polisakarida (asam teikoat), asam ini merupakan polimer yang larut dalam air dan berfungsi sebagai transport ion positif untuk keluar/masuk. Sifat larut air inilah yang menunjukkan bahwa dinding sel bakteri gram positif bersifat lebih polar. Senyawa *tanin* berperan sebagai antibakteri karena memiliki kemampuan membentuk senyawa kompleks dengan protein melalui ikatan hidrogen, jika terbentuk ikatan hidrogen antara tanin dengan protein maka protein akan terdenaturasi sehingga metabolisme bakteri menjadi terganggu [9].

3.3. Teknik-teknik *Penyiapan Sampel Kemangi*

Pada penelitian-penelitian sebelumnya, beberapa metode ekstraksi telah dikembangkan untuk mempersiapkan tanaman kemangi sebelum dapat diuji aktivitas antibakterinya.

Abbasy *et al.*, [10] melakukan proses ekstraksi dengan mengumpulkan bahan segar terlebih dahulu kemudian dipisahkan bagian batang dan daunnya lalu dicuci sampai bersih. Sebanyak 200 gram bahan kering bagian batang dan daun menjadi sasaran hidrodistilasi selama 6 jam dengan menggunakan *Clevenger* (alat untuk mengisolasi minyak atsiri). Minyak atsiri kuning kehijauan dipisahkan dari lapisan berair, dikeringkan di atas natrium anhidrat sulfat, disaring dan disimpan pada suhu 4°C dalam botol coklat tua yang tertutup rapat.

Moghaddam *et al.*, [27] melakukan proses ekstraksi dengan mengumpulkan bagian batang dan daun *O. basilicum* yang dibudidayakan pada awal tahap pembungaan selama musim panas. Spesimen dikeringkan dalam suhu ruang laboratorium. Sebanyak 50 gram bahan tanaman dan 250 mL air ditempatkan dalam *Clevenger*. Minyak atsiri diisolasi dengan hidrodestilasi selama 3 jam. Minyak atsiri yang diperoleh disimpan di bawah argon dalam botol tertutup pada -20°C.

Altikatoglu *et al.*, [28] melakukan proses ekstraksi dengan mencuci daun *Ocimum basilicum* beberapa kali dengan air suling. Sebanyak 10 gram daun direbus dalam 100 ml air suling selama 10 menit. Kemudian campuran didinginkan sampai suhu kamar dan disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 1 dan disimpan dalam lemari pendingin.

Pirtarighat *et al.*, [29] melakukan proses ekstraksi dengan merendam benih *O. basilicum* dalam etanol 70% selama 1 menit untuk sterilisasi kemudian direndam dengan natrium hipoklorit 5% selama 15 menit. Setelah disterilisasi, benih ditempatkan dalam cawan petri yang berisi media dasar yang telah diautoklaf. pH media diatur menjadi 5,8 sebelum di autoklaf. Setelah berkecambah, bibit ditanam kembali dalam toples berisi media yang sama. Semua kultur diinkubasi dalam kondisi ruang pertumbuhan (pada 25 ± 2 °C). Pada 45 hari setelah inisiasi, tanaman pada tahap delapan daun dipanen. Sampel tanaman dikeringkan dalam oven pada suhu 37°C selama 48 jam, terlindung dari cahaya dan disimpan dalam botol tertutup. Untuk digunakan dalam proses biosintesis, sampel kering digiling menjadi bubuk halus. 10 mL air suling ditambahkan ke 0,2 gram sampel bubuk dan direbus selama 5 menit. Ekstrak air disaring melalui kertas saring *Whatman* No.1 setelah pendinginan. Sebanyak 9 mL larutan perak nitrat ditambahkan ke dalam 1 mL ekstrak *O. basilicum* dan disimpan pada suhu kamar di shaker. Perubahan warna larutan menunjukkan terbentuknya nanopartikel perak. Proses biosintesis nanopartikel perak dipantau terus menerus setiap 30 menit dengan spektrofotometer UV-Vis.

Khan *et al.*, [13] menjabarkan proses ekstraksi dengan memotong daun kemudian dicuci menggunakan air suling dan dikeringkan kemudian digiling menggunakan mesin penggiling listrik. Sampel uji disimpan dalam metanol selama 7 hari dan diaduk perlahan dua kali sehari. Ekstrak kental dikeringkan dalam penangas air. Pengenceran dari sampel uji dibuat dalam *Dimetil sulfoksida* (DMSO) dengan konsentrasi akhir 1, 3, 6 dan 10 mg/mL.

Radaelli *et al.*, [30] melakukan proses ekstraksi dengan mengayak daun kering kemangi yang dikeringkan menggunakan 10-20 *mesh* kemudian sampel diekstraksi dengan *hidro-distilasi* (rasio

tanaman: air 1:10, b/v) selama 3,5 jam dalam peralatan *Clevenger*. Fase minyak dihilangkan, dikeringkan di atas natrium sulfat *anhidrat*, dan disimpan dalam *freezer* pada suhu -20°C . Analisis mikrobiologi dilakukan tujuh hari setelah ekstraksi.

Nurmashita *et al.*, [9] melakukan proses ekstraksi dengan mengambil daun kemangi sebanyak 678,86 gram dicuci hingga bersih kemudian dikeringkan lalu dimaserasi dengan pelarut etanol 96% selama 3x24 jam dalam suhu kamar. Larutan etanol disaring dan diperoleh filtrat. Filtrat diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dan didapatkan ekstrak kental daun kemangi.

Sambuaga *et al.*, [31] menjelaskan tahapan mempersiapkan proses ekstraksi dengan mencuci kemangi hingga bersih dan ditiriskan, kemudian dipisahkan antara simplisia batang dan daun. Kemudian ekstraksi dilakukan dengan cara maserasi dengan pelarut alkohol 70% dan aquades. Simplisia batang dan daun ditimbang sebanyak 20 gram, lalu dihaluskan menggunakan blender setelah itu dimasukkan kedalam Erlenmeyer dan ditambahkan 100 mL pelarut. Campuran bahan pelarut dan simplisia diletakkan dalam *laminar flow* untuk proses maserasi selama 24 jam dalam suhu ruang. Selanjutnya ekstrak disaring dengan kertas *Whatman* dan hasil saringan dipekatkan menggunakan alat *rotary evaporator*.

Kusuma dan Ningrum [2] melakukan penyerbukkan daun kemangi sampai diperoleh 700 gram. Pembuatan ekstrak menggunakan metode maserasi dengan perbandingan pelarut etanol 70% dan serbuk (1:10) kemudian didiamkan selama 24 jam. Maserat disaring menggunakan kain flanel dan disaring lagi menggunakan kertas saring. Filtrat dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dan diuapkan hingga diperoleh ekstrak kental.

Nabrdalik dan Grata [32] menyatakan bahwa minyak atsiri yang digunakan pada penelitian didapatkan dari hasil penyulingan uap kemangi dan mengandung zat aktif *linalool* (sebesar 62%) sebagai komponen yang dominan, sampel kemudian disimpan dalam kondisi dingin.

Patil *et al.*, [33] menggunakan batang kemangi kering yang kemudian dipotong kecil-kecil dan dihaluskan. Serbuk dicampur dengan pelarut non-polar CCl_4 selama setengah jam kemudian direfluks selama setengah jam untuk mendapatkan ekstraksi komponen non-polar dari serbuk. Setelah diekstraksi, lapisan CCl_4 disuling untuk mendapatkan cairan berwarna coklat. Residu ekstraksi CCl_4 dicampur dengan CHCl_3 kemudian diaduk selama setengah jam selanjutnya direfluks selama 1 jam. Setelah penyaringan, filtrat didistilasi untuk mendapatkan hasil CHCl_3 berupa cairan berwarna merah kecoklatan. Kemudian residu CHCl_3 digunakan untuk ekstraksi dengan Etil asetat dan direfluks selama 1 jam kemudian disaring.

Hamad *et al.*, [34] membuat infusa kemangi menggunakan bagian batang dan daun kemangi yang masih segar dan memiliki warna hijau cerah kemudian disortasi dan dicuci sampai bersih dengan air mengalir. Selanjutnya dikeringkan dengan cara diangin-anginkan dan tidak boleh dibawah sinar matahari secara langsung selama 2-3 hari, setelah kering dilakukan sortasi kembali. Simplisia kemudian digiling menjadi serbuk dan disimpan dalam wadah tertutup pada suhu ruang (25°C). Pembuatan infusa kemangi 5% b/v dilakukan dengan menimbang sebanyak 50 gram serbuk kemangi kemudian dipanaskan dalam panci infusa yang berisi 1 L aquades selama 15 menit pada suhu 90°C . Pembuatan infusa kemangi 10% b/v dan 20% b/v dilakukan sama seperti penyiapan infusa kemangi 5% b/v dengan menimbang 100 gram dan 200 gram. Hasil rebusan kemudian disaring dengan kertas saring rangkap dibantu vakum.

Rohmani dan Kuncoro [35] melakukan proses ekstraksi dengan menyiapkan daun kemangi segar sebanyak 7 kg kemudian dicuci bersih dan ditiriskan lalu disortasi basah dan ditimbang. Kemudian daun dikeringkan menggunakan lemari pengering dengan suhu $45-55^{\circ}\text{C}$. Selanjutnya diblender menjadi serbuk dan dilakukan pengayakan dengan menggunakan ayakan no 18. Selanjutnya pembuatan ekstrak daun kemangi menggunakan metode maserasi dengan memasukkan serbuk yang telah diayak ditambahkan 5,5 liter etanol 96% dan dibiarkan selama 5 hari sambil diaduk berulang-ulang. Setelah itu hasil maserat yang diperoleh disaring dan dilakukan maserasi dengan menggunakan etanol 96%, kemudian maserat diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 50°C

sampai kandungan cairan penyari hilang. Selanjutnya hasil dari evaporasi diletakkan di *waterbath* untuk menguapkan sisa cairan dan diperoleh ekstrak kental.

Azam dan Saba [8] melakukan proses ekstraksi dengan mencuci daun kemangi dengan air mengalir untuk kemudian dibilas dengan air suling setelah itu daun dikeringkan lalu digiling dalam penggiling untuk mendapatkan serbuk halus. Sebanyak 25 gram serbuk daun kemangi direndam menggunakan 100 mL metanol dan etanol 95% selama 5 hari pada suhu kamar. Setelah 5 hari, ekstrak disaring dengan menggunakan kertas saring *Whatman* No. 1 kemudian filtratnya dikeringkan dan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator*. Setelah itu serbuk daun kemangi diekstraksi dengan metode ekstraksi *soxhlet*. Serbuk daun sebanyak 25 gram diekstraksi dengan 250 mL etanol 95% kemudian hasilnya dipekatkan dengan menggunakan *rotary evaporator* lalu disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 1 dan disimpan dalam botol steril pada suhu -20°C .

Setiawan [36] menyatakan daun kemangi (*O. americanum*) yang dikeringkan dibuat menjadi ekstrak padat kemudian dilakukan fraksinasi dengan menggunakan pelarut etanol 10% untuk menghasilkan larutan polar. Hasil fraksinasi diuji fitokimia untuk melihat kandungan yang terdapat dalam ekstrak *O. americanum*.

Hossain *et al.*, [37] melakukan proses ekstraksi dengan mengeringkan daun dan batang kemangi, lalu sebanyak 250 gram di hidrodestilasi selama 3 jam menggunakan alat tipe *Clevenger*. Selanjutnya minyak dikeringkan diatas Na_2SO_4 anhidrat dan diawetkan dalam botol yang tertutup pada 4°C . Pembuatan ekstrak metanol dilakukan dengan cara daun dan batang kemangi dikeringkan di udara dan dihaluskan menjadi serbuk. Serbuk kering sebanyak 50 gram diekstraksi tiga kali dengan 70% metanol dengan air (v/v) pada suhu kamar dan pelarut dari ekstrak gabungan diuapkan dengan vakum *rotavapor* pada suhu 50°C . Ekstrak metanol (10,5 g) disuspensikan dalam air suling (300 mL) dan diekstrak secara berturut-turut oleh heksana, kloroform, dan etil asetat.

Hapsari dan Feroniasanti [38] melakukan proses ekstraksi menggunakan minyak atsiri yang diperoleh dari bahan tanaman kemudian dikeringkan dengan metode destilasi air dan uap. Uap dari mendidihnya air melewati daun kemangi kering kemudian udara membawa komponen yang mudah menguap keluar melalui bagian atas ruangan. Uap dan komponen yang diuapkan mengembun menjadi uap air dan minyak atsiri (destilasi). Ekstraksi dilakukan selama tiga jam, kemudian destilat dikeringkan dengan segera menambahkan natrium sulfat anhidrat. Setelah natrium sulfat anhidrat ditambahkan, minyak atsiri dipisahkan dalam botol kaca tertutup pada 4°C .

3.4. Aktivitas Kemangi sebagai Antibakteri

Aktivitas antibakteri yang dimiliki kemangi dapat diketahui melalui berbagai metode uji aktivitas antibakteri yang dilakukan pada bakteri tertentu. Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan berbagai metode yang digunakan untuk uji aktivitas antibakteri kemangi.

Nguefack *et al.*, [9] melakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumur agar. Cawan petri berisi 15 ml agar dilubangi sehingga di dapat empat sumur. Sebanyak 20 μL pengenceran seri minyak atsiri ditambahkan pada setiap sumur. Cawan diinkubasi pada 37°C selama 24 jam dan diameter (mm) zona hambat yang dihasilkan oleh konsentrasi minyak atsiri terendah diukur. Aktivitas antibakteri minyak atsiri dinyatakan dalam satuan unit per mL (AU mL^{-1}).

Tantiwatcharothaia and Prachayawarakorna [39] melakukan uji zona hambat terhadap aktivitas *S.aureus* (Gram-positif) dan *E.coli* (Gram negatif). Aktivitas antibakteri yang diamati menggunakan metode cakram agar. 10 mm cakram melingkar ditempatkan pada piring agar yang diisi dengan bakteri dan diinkubasi (24 jam pada 37°C).

Snoussi *et al.*, [40] melakukan uji aktivitas antimikroba dengan metode difusi cakram. Satu *loop* penuh dari stok mikroorganisme pada tabung yang berisi 9 mL *Mueller Hinton broth*-1% NaCl diinkubasi pada 37°C selama 18-24 jam. Inokulum digoreskan pada pelat agar MH-1% NaCl kemudian *disk filter sterile* diberi 10 mg minyak atsiri. Lima antibiotik digunakan dalam penelitian ini sebagai kontrol positif untuk *Vibrio* spp. Setelah inkubasi pada 37°C selama 18-24 jam, diameter zona hambat diukur.

Silva *et al.*, [3] melakukan uji aktivitas antimikroba dengan strain bakteri yang digunakan ada 4 yaitu: dua *S. aureus* dan dua *P. aeruginosa*. Bakteri disimpan pada media NA (*nutrient agar*) kemudian diinokulasi. *Bioassay microplate* digunakan untuk penentuan konsentrasi hambat minimum. masing-masing senyawa ke dalam 6 sumuran yang berbeda, konsentrasi tertinggi (1024 mg/mL) dimasukan ke sumur pertama, dan konsentrasi terkecil (2mg/mL) di sumur kedua. Sumur sisanya diisi 200 mL NB (*nutrient broth*), kemudian masing-masing diinokulasi dengan suspensi mikroorganisme. Pelet mikro ditutup secara aseptik, dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas antibakteri dideteksi menggunakan kolorimetri dengan penambahan 200 mL *resazurin* (0,1g/100mL) sebagai pewarna dan ditambahkan pada setiap sumuran pada akhir inkubasi. KHM ditunjukkan dengan pewarnaan *resazurin* (sel mati tidak dapat mempengaruhi warna, visual, biru hingga merah).

Freitas *et al.*, [41] melakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi sumuran. Setiap sumur diisi dengan 100 L larutan *Brain Heart Infusion* (BHI) *Broth* kemudian minyak atsiri diencerkan pada konsentrasi mulai dari 512 g/mL hingga 8 g/mL. Sumur yang tidak ditambahkan minyak atsiri digunakan sebagai kontrol positif pertumbuhan bakteri. Setelah perlakuan, cawan diinkubasi pada 37°C selama 24 jam. Pertumbuhan bakteri dianalisis dengan menambahkan 20 L *resazurin* pada konsentrasi 0,04 mg/mL ke masing-masing sumur. Setelah *resazurin* ditambahkan, cawan diinkubasi selama 1 jam pada suhu kamar lalu diamati secara kolorimetri. Tidak adanya pertumbuhan bakteri di sumur jika warna tetap biru. Sebaliknya jika ada pertumbuhan bakteri, mengubah warna biru menjadi merah muda.

Shafique *et al.*, [4] melakukan uji *in-vitro* antimikroba pada enam strain bakteri yaitu: *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* dan *Enterococcus faecalis*. Kultur bakteri dimasukan ke nutrient agar dengan posisi miring dengan suhu 4°C. Uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi kertas cakram. Media agar disiapkan dan diautoklaf pada suhu 121±1°C selama 15 menit. Untuk uji antibakteri, kultur diencerkan 10⁻¹ dalam larutan steril untuk mengatur kepadatan inokulum menjadi 10⁶ CFU/mL yang digunakan dalam pengujian. 25 µL minyak murni dan pengenceran diinokulasikan ke piring berisi media agar steril menggunakan kapas steril. *Penicillin* dan *Streptomycin* digunakan sebagai kontrol positif. 25µL masing-masing larutan antibiotik diteteskan pada kertas cakram dan 10% larutan *dimetil sulfoksida* (DMSO) digunakan sebagai kontrol negatif. Kertas saring cakram masing-masing diberi 25µL konsentrasi yang berbeda dari *O.basilicum* minyak atsiri 1:1 dan 1:5 larutan encer DMSO 10%, ditempatkan pada media kultur pra-inokulasi dalam kondisi aseptik secara terpisah dan diinkubasi pada 37±1°C selama 24 jam. Zona hambat diukur sebagai diameter dari zona bening di sekitar cakram.

Pirtarighat *et al.*, [29] melakukan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram. Sekitar 25 mL media *Luria-Bertani* steril berisi agar dipindahkan secara aseptik ke dalam setiap cawan petri yang telah disterilkan. Strain bakteri ditebar pada cawan petri dengan volume yang sama. Kemudian, cakram berdiameter 6 mm direndam dengan sampel yang berbeda dan ditempatkan pada pelat agar, diikuti dengan inkubasi selama 18 jam pada suhu 37 °C. Setelah 18 jam zona hambat dibaca dengan penggaris di sekitar setiap disk dalam mm.

Abbasy *et al.*, [10] melakukan uji aktivitas antibakteri dari *O. basilicum* minyak esensial terhadap berbagai Gram-positif (*S. aureus*, *S. epidermidis*, *B. cereus*) dan bakteri patogen gram negatif (*E. coli*, *P. aeruginosa*, *S. typhimurium* dan *K. pneumonia*). Aktivitas antibakteri ditentukan menggunakan metode difusi sumur agar standar. Tiga sumur berdiameter 6 mm digali pada setiap cawan agar yang diinokulasi bakteri dengan penggerek gabus steril dan 10 L minyak basil yang diekstraksi (uji), minyak basil komersial (standar untuk perbandingan) dan minyak parafin (kontrol) ditambahkan ke dalam sumur. Plat kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam setelah itu diameter zona hambat diukur dalam mm.

Elansary *et al.*, [5] melakukan uji aktivisasi antibakteri minyak atsiri tanaman terhadap beberapa strain bakteri yaitu *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes* (isolasi klinis), *Stafilokokus aureus*

dan *Micrococcus flavus* digunakan sebagai bakteri Gram-positif lalu *Pseudomonas aeruginosa* dan *Escherichia coli* digunakan sebagai bakteri Gram-negatif. Metode mikrodilusi menggunakan pelat *microtiter* 96 sumur digunakan untuk menentukan konsentrasi penghambatan minimum (KHM) dan bakterisida minimum (KBM). Setelah inkubasi lempeng mikro pada 37°C selama 24 jam, konsentrasi terendah yang sepenuhnya menghambat pertumbuhan bakteri diukur sebagai KHM sedangkan konsentrasi terendah yang menunjukkan pembunuhan 99,5% dari inokulum asli didefinisikan sebagai KBM.

Moghaddam *et al.*, [27] metode difusi cakram digunakan untuk menentukan aktivitas antimikroba. Kultur segar mikroorganisme yang ditumbuhkan selama 24 jam digunakan dan diencerkan 10^{-1} dengan larutan garam fisiologis steril (0,85% NaCl). 100µl suspensi mikroorganisme uji yang mengandung $1,5 \times 10^8$ CFU/mL bakteri diinokulasi pada permukaan agar *Mueller Hinton*. Tiga cakram steril dengan diameter 6 mm ditempatkan pada masing-masing cawan agar yang berisi mikroorganisme. Kemudian 30 µL ekstrak dimasukkan ke cakram dalam kondisi steril dan diinkubasi pada $+37 \pm 0,1^\circ\text{C}$ selama 24 jam. Setelah inkubasi, diameter zona hambat diukur dalam milimeter di semua piring. Tetrasiklin (30µ *Disk g/disc*) (SIGMA) digunakan sebagai kontrol positif. *Disk dimetil sulfoksida* murni (DMSO) digunakan sebagai kontrol negatif.

Altikatoglu *et al.*, [28] menggunakan *E. coli* dan *S. aureus* sebagai strain referensi untuk bakteri Gram-negatif dan Gram-positif. Uji aktivitas antibakterinya dilakukan dengan metode difusi cakram standar. Pelat agar diisi dengan kultur 24 jam dari *E. Coli*. Setiap *strain* digoreskan secara seragam ke pelat menggunakan kapas steril. Sumur berdiameter 10 mm dibuat di atas nutrient agar.

Khan *et al.*, [13] melakukan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumur in vitro untuk menentukan zona hambat. Sebanyak 1 mL sampel uji dituangkan pada pelat agar lalu sumuran dibuat pada media kultur. 50 L sampel uji dimasukkan ke dalam sumur. Cakram gentamisin standar (10g) digunakan sebagai kontrol positif sedangkan DMSO digunakan sebagai kontrol negatif. Pelat uji diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Zona hambat diukur dalam milimeter menggunakan jangka sorong.

Radaelli *et al.*, [30] melakukan penentuan KHM pada 96-sumur mikro, dimana setiap minyak atsiri (200 mg) dilarutkan dalam *dimetil sulfoksida* (40 uL) dan dibuat volumenya menjadi 5 mL dengan *Reinforced Clostridial Medium* (RCM) steril yang mengandung 1% *Tween 80* untuk menghasilkan larutan stok yang mengandung 40 mg mL⁻¹ minyak. Pengenceran dua kali dibuat untuk menghasilkan konsentrasi akhir mulai dari 20 hingga 0,625 mg mL⁻¹. Sampel yang diencerkan dipindahkan ke sumur *microplate* dan dicampur dengan mikropipet. Pelat mikro yang diinokulasi diinkubasi pada suhu $36 \pm 1^\circ\text{C}$ selama 48 jam dan pertumbuhan bakteri dikonfirmasi dengan menambahkan 10 uL larutan *triphenyltetrazolium klorida* (TTC) dan inkubasi pada suhu 36°C selama 30 menit. Jumlah sel bakteri yang layak dapat mengurangi TTC kuning menjadi merah muda / merah *1,3,5-triphenyl formazan* (TPF). KBM ditentukan dengan menginokulasi campuran uji dari sumur yang menunjukkan tidak ada pertumbuhan mikroba ke permukaan media agar steril. Pelat diinkubasi selama 24 jam dalam oven dipertahankan pada $36 \pm 1^\circ\text{C}$ dan diperiksa secara visual. Adanya pertumbuhan mikroba pada media menunjukkan bahwa minyak atsiri memiliki aktivitas bakteristatik, sedangkan tidak adanya pertumbuhan menunjukkan aktivitas bakterisida dari sampel minyak.

Prisinda *et al.*, [17] melakukan uji antibakteri pada penelitian ini menggunakan metode difusi cakram dengan mengukur zona bening menggunakan kertas cakram. Kertas cakram kemudian dibagi menjadi 5 kelompok, tiga kelompok masing-masing berisi 5.000 ppm, 10.000 ppm, dan 20.000 ppm sari daun kemangi, satu mengandung 1.000 ppm klorheksidin sebagai kontrol positif, dan yang terakhir mengandung metanol sebagai kontrol negatif. Prosedur yang sama dilakukan juga pada cawan petri yang kedua lalu kedua cawan petri diinkubasi pada suhu 37°C selama 24-48 jam, dengan hasil diinterpretasikan dan diukur diameter masing-masing konsentrasi sampel.

Nurmashita *et al.*, [9] melakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi menggunakan kertas saring *Whatman* berdiameter 5mm. Media NA yang telah dipanaskan sebanyak 10 mL

dimasukan kedalam botol pengencer yang telah berisi bakteri 1:40. Larutan campuran yang telah homogen dituang ke dalam cawan petri. *Paper disk* berdiameter 5 mm direndam dalam larutan ekstrak daun kemangi selama 15 menit, kemudian diletakkan pada permukaan media yang telah memadat. Media yang telah diisi sediaan uji kemudian diinkubasi pada suhu 37°C, selanjutnya dilakukan pengamatan dan pengukuran zona bening yang terbentuk pada jam ke-24.

Kusuma dan Ningrum, [2] melakukan uji aktivitas antibakteri *S. epidermidis* dengan metode difusi cakram. Ekstrak etanol daun kemangi diencerkan dengan konsentrasi 3%, 5% dan 7% dengan menambahkan aquadest. Kemudian 100µL suspensi bakteri disebarkan kedalam media MHA yang telah padat dan diratakan, letakan cakram yang telah diisi dengan larutan konsentrasi 3%, 5% dan 7%. Cakram untuk kontrol positif klindamisin dan kontrol negatif cakram berisi aquadest. Cakram diletakkan diatas permukaan media padat yang sudah diinokulasi bakteri, kemudian diinkubasi selama 1x24 jam pada suhu 37°C kemudian diukur Diameter Daya Hambat (DDH) yang terbentuk menggunakan jangka sorong.

Verrillo *et al.*, [42] melakukan uji aktivitas antimikroba dengan mengukur konsentrasi hambat minimum (KHM) minyak atsiri terhadap mikroorganisme yang diteliti. Metode pengenceran tabung digunakan untuk melakukan uji KHM : 40 µg mL⁻¹ larutan minyak atsiri diencerkan dengan 2% *Tween 80* dalam *Mueller-Hinton broth* dengan glukosa 2% untuk mengobati isolat. Suspensi mikroba disiapkan dengan kekeruhan yang setara dengan tabung 0,5 skala *McFarland* (1×10⁸ Koloni pembentuk unit UFC mL⁻¹). Suspensi bakteri 1:10 diencerkan dengan *Mueller Hinton broth* untuk mendapatkan 1×10⁴ UFC mL⁻¹ sebagai inokulum. Suspensi (100 µL) diinokulasi dalam rangkap tiga ke setiap sumur yang mengandung konsentrasi minyak atsiri. Campuran larutan tetrasiklin dan ampisilin digunakan sebagai kontrol positif. Kombinasi kedua antibiotik ini memiliki jangkauan aktivitas antimikroba yang luas terhadap bakteri gram positif dan gram negatif. Kemudian, 1 mL masing-masing konsentrasi minyak atsiri dicampur dengan 1,0 mL sel bakteri pada suhu 10⁴ CFU mL⁻¹ konsentrasi. Tabung diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Konsentrasi terendah di mana tidak ada kekeruhan yang diamati dianggap sebagai nilai KHM.

Sambuaga *et al.*, [31] melakukan uji aktivitas antimikroba menggunakan metode difusi cakram (*disc diffusion method*). Kertas cakram berdiameter 6 mm dicelupkan dalam larutan ekstrak kemudian diletakkan dalam cawan petri yang sebelumnya telah diinokulasi dengan bakteri *A. hydrophila*. Cawan petri diinkubasi dalam inkubator pada suhu 28°C selama 24 jam.

Evangelina *et al.*, [43] melakukan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi cakram *Kirby-Bauer*. Methanol digunakan untuk mengencerkan semua sampel kecuali fraksi air dan kontrol positif (klorheksidin) diencerkan dalam air. Larutan stok untuk masing-masing ekstrak 75 mg diencerkan dengan methanol kecuali fraksi air untuk mendapatkan larutan stok 5%. Setelah itu, dibuat untuk pengujian konsentrasi 1,2,3,4, dan 5% dari semua sampel, juga konsentrasi klorheksidin 2%. Kemudian masing-masing 20 L sampel diimpregnasi ke dalam kertas cakram 6 mm dan diletakkan diatas permukaan agar. 1 ose bakteri ditumbuhkan dalam 5 mL media untuk menyiapkan bakteri. Kemudian larutan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Larutan diencerkan hingga mencapai standar 0,5 *McFarland* atau sekitar 180 CFU/mL dalam media agar (100 L). Pada permukaan media agar, biakan yang dihasilkan diusap dan diletakkan kertas cakram yang telah disediakan. Selanjutnya sampel diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Dilakukan replikasi untuk mendapatkan hasil yang lebih baik.

Naveed *et al.*, [44] melakukan uji aktivitas antibakteri dari minyak atsiri dengan uji mikrodilusi dalam *microtiter plates*. Di setiap sumur, ditambahkan 60 µL *broth* LB. Dipipet 60 µL minyak atsiri (500 mg/mL) ke dalam sumur di kolom pertama pelat selanjutnya dilakukan pengenceran dua kali, kemudian 60µL ditambahkan setiap sumuran. Pelat *mikrotiter* kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah inkubasi, sumur diperiksa untuk pertumbuhan mikroba. Konsentrasi sumur pertama tanpa kekeruhan dianggap sebagai konsentrasi hambat minimum (KHM).

Nabrdalik dan Grata., [32] melakukan uji aktivitas antibakteri minyak atsiri dari *O. basilicum* terhadap bakteri dengan metode pengenceran (*dillution*) yang dimodifikasi. Percobaan dilakukan

dengan 5 konsentrasi yaitu 0,25, 0,5, 1,0, 2,0 dan 4,0% (v/v) dan dimasukkan kedalam media agar dengan penambahan 0,05% (v/v) Tween 80. Media kultur diinkubasi pada suhu 37°C selama 4, 24, 48 dan 168 jam. Setelah waktu inkubasi, jumlah bakteri per 1 mL media kultur (cfu/mL) ditentukan untuk uji coba dan kontrol. Jumlah bakteri aktif dinilai dengan metode *culturing-plate* pada media *tryptone soya agar* (TSA). Aktivitas antibakteri minyak atsiri kemangi dinyatakan sebagai persentase penurunan pertumbuhan. Hasil yang diperoleh dihitung secara statistik varians (ANOVA) dengan uji *Duncan*. Nilai $p < 0,05$.

Patil *et al.*, [33] melakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi agar. Bakteri dikultur selama 1 malam dengan suhu 37°C pada media *Mueller Hinton Broth* 10 µl (MHB, Oxoid). Inokulum akhir, menggunakan 100 µl suspensi yang mengandung 10⁸CFU/mL bakteri yang dimasukkan pada *Mueller Hinton Agar* (MHA) dan *Potato Dextrose Agar* (PDA). Pada setiap *disk* (diameter 6 mm) ditambahkan ekstrak 75 µl /mL, 50 µl /mL, 25 µl /mL, 10 µl /mL dan 5 µl /mL dan untuk organisme dimasukkan pada masing-masing media agar. Ciprofloxacin dan Fluconazole digunakan sebagai kontrol positif bakteri dan jamur masing-masing. Pelat uji diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam untuk bakteri dan pada suhu 28°C selama 72 jam untuk jamur tergantung pada waktu inkubasi yang diperlukan untuk pertumbuhan yang terlihat.

Phanthong *et al.*, [45] melakukan uji aktivitas antibakteri dengan metode *macro-dilusi*. Larutan stok minyak atsiri dilarutkan dalam *tween 80* dan etanol 95% kemudian dilakukan pengenceran minyak atsiri dua kali dengan konsentrasi (mulai 200 g/mL hingga 1,5625 g/mL) disiapkan dalam *tryptic soy broth* (TSB). Tabung reaksi pertama berisi 1,8 mL media dan tabung yang tersisa masing-masing memiliki 1 mL. Larutan zat uji (0,2 mL) ditambahkan ke tabung pertama hingga volumenya menjadi 2 mL, kemudian 1 mL dipindahkan ke tabung berikutnya dan dilakukan pengenceran dua kali. Tabung diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Tabung uji 1 tanpa pertumbuhan mikroorganisme yang mengandung pengenceran terendah dari minyak atsiri digunakan untuk menentukan KHM. Efek bakterisida dinilai dengan penentuan KBM. Setelah inkubasi pada 37°C selama 24 jam konsentrasi minimum tanpa pertumbuhan yang terlihat dilaporkan sebagai KBM.

Hossain *et al.*, [37] melakukan uji antibakteri dengan metode difusi cakram agar. Menggunakan 100 L suspensi inokulum standar yang mengandung 10 CFU/mL bakteri. Setelah itu cakram kertas saring steril *Whatman* no 1 (diameter 6 mm) meresap dengan 10 L minyak atsiri pengenceran 1:5 (v/v) dengan methanol 10 L dan ekstrak subfraksi 30 mg/mL (300 g/cakram) dan ditempatkan pada agar yang diinokulasi. Disiapkan kontrol negatif menggunakan pelarut yang sama yang digunakan untuk melarutkan sampel. Antibiotik standar *streptomisin* (20 g/cakram), digunakan sebagai kontrol positif untuk bakteri yang diuji. Pelat diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Aktivitas antibakteri dievaluasi dengan mengukur diameter zona hambat terhadap bakteri uji.

Setiawan *et al.*, [36] melakukan uji antibakteri menggunakan metode *disc diffusion method* terhadap bakteri *E. faecalis* dengan mengencerkan larutan menggunakan aquadest steril sampai mencapai konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% yang diteteskan pada cakram dan diukur besar zona bening yang dihasilkan di area cakram tersebut. Hasil pengukuran dibandingkan dengan *Khlorheksidin* (Minosep) sebagai kontrol positif.

de Jesus *et al.*, [46] melakukan uji aktivitas antimikroba dari minyak esensial dengan metode mikrodilusi broth. Pengenceran dua kali lipat dilakukan di pelat sumur 96 yang disiapkan dengan *Mueller-Hinton broth*. Inokulum adalah kultur dari setiap spesies bakteri dalam agar *Mueller-Hinton* yang diencerkan dalam larutan garam steril. Larutan ini diencerkan 1/10 dalam larutan garam (0,45%) dan 5µL ditambahkan ke setiap sumur yang berisi sampel uji dan diinkubasi pada suhu 36°C selama 18 jam. Kemudian, 20µL larutan berair (0,5%) *trifenil tetrazolium klorida* (TTC) ditambahkan ke setiap sumur dan baki diinkubasi lagi pada suhu 36 C selama 2 jam. Pertumbuhan bakteri terjadi ketika TTC berubah dari tidak berwarna menjadi merah.

Purnamaningsih dan Supadmi., [47] melakukan uji aktivitas antibakteri menggunakan metode difusi sumuran. Suspensi bakteri uji selanjutnya diinokulasikan ke media *Mueller Hinton Agar plate*, selanjutnya dibuat lubang sumuran. cawan petri masing-masing dibuat lubang sumuran dengan

diameter 6 mm, kemudian 50 µm ekstrak dari tiap konsentrasi diinjeksikan ke lubang sumuran. Kontrol negatif yang digunakan yaitu aquadest steril, sedangkan kontrol positif menggunakan kloramfenikol. Diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat yang terbentuk diamati dan diukur menggunakan jangka sorong.

Chenni *et al.*, [48] melakukan uji aktivitas antimikroba dari minyak atsiri dengan metode difusi cakram kertas. Untuk pengujian ini, kultur mikroorganisme berikut digunakan: dua Gram-positif (*Staphylococcus aureus* dan *Bacillus subtilis*, dua Gram-negatif (*Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*), dan satu ragi (*Candida albicans*). Suspensi mikroorganisme yang diuji (107–108 unit pembentuk koloni (CFU)/mL) disebarakan pada pelat medium *Mueller-Hinton* padat. Cakram kertas saring, diameter 6 mm (Whatman No. 1), kemudian ditempatkan pada permukaan pelat yang diinokulasi. Pada akhir waktu inkubasi (24 jam pada 37°C untuk bakteri dan 25°C untuk ragi), aktivitas antibakteri dan antijamur positif ditetapkan dengan adanya zona hambat yang terukur dan dicatat dalam lebarnya (mm) yang mencakup diameter cakram.

Vardapetyan *et al.*, [49] melakukan uji aktivitas antibakteri ekstrak tumbuhan dengan metode difusi cakram (*Sigma-Aldrich*). Indikator aktivitas antibakteri zona hambat (mm) terbentuk setelah 24-48 jam bakteri *E. coli*.

Azam dan Irshad, [8] melakukan uji aktivitas antibakteri daun kemangi menggunakan metode difusi cakram. Disiapkan cakram berdiameter 6 mm menggunakan kertas saring *Whatman* No.1 dan disterilkan dengan autoklaf. Kemudian media *Luria Broth* disiapkan dan di autoklaf, setelah diautoklaf media dituangkan ke dalam cawan petri yang telah disterilkan dan dibiarkan memadat. Kultur bakteri sebanyak 100 µl ditebarkan di atas plat media yang telah dipadatkan dengan menggunakan *spreader* steril, selanjutnya forsep steril diambil untuk dipegang dan dicelupkan selama 10 detik ke dalam ekstrak yang telah disiapkan kemudian diletakkan di tengah piring agar nutrien. Prosedur yang sama diulang untuk pelat kontrol positif dan negatif dan pelat diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Rohmani dan Kuncoro, [35] melakukan uji aktivitas antibakteri ekstrak daun kemangi terhadap *S. aureus* dengan metode difusi sumuran, yaitu pada masing-masing media MHA sumuran dibuat berdiameter 6 mm lalu diisi dengan sediaan gel *hand sanitizer* ekstrak daun kemangi dan menggunakan basis gel sebagai kontrol negatif. Media mHA diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam, kemudian diameter zona radikal atau bening yang terbentuk diukur.

4. HASIL

Sampel kemangi yang digunakan sebagian besar berasal dari bagian daun tetapi ada beberapa yang menggunakan bagian batang. Daun dan batang yang masih segar dan berwarna hijau dikeringkan kemudian dijadikan serbuk dengan bantuan penggilingan. Selain itu pada beberapa jurnal juga mengatakan kemangi direndam terlebih dahulu menggunakan air suling, metanol, asam asetat, etanol dan aseton sebelum digunakan untuk preparasi sampel. Preparasi sampel kemangi yang digunakan pada uji aktivitas antibakteri dapat dilakukan dengan cara mengekstrak daunnya dengan berbagai pelarut seperti alkohol, aquadest, etanol, dan metanol. Metode yang digunakan untuk mengekstraksi kemangi sendiri dapat menggunakan metode ekstraksi maserasi dan sokhletasi. Selain itu, untuk mengisolasi minyak atsiri pada kemangi dilakukan hidrodilusi menggunakan *Clevenger* dan penyulingan uap kemangi. Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) yang memiliki kandungan minyak atsiri terbukti memiliki aktivitas antibakteri yang dinyatakan dalam 32 jurnal penelitian ilmiah. Uji antibakteri dilakukan dengan berbagai metode, antara lain: difusi cakram agar, difusi cakram kertas, *microdilusi broth*, *microdilusi* dalam *microtiter plates*, difusi sumuran agar, dan *macro-dilusi*. Uji antibakteri daun kemangi dilakukan terhadap beberapa bakteri, antara lain ; *Bacillus subtilis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Bacillus cereus*.

5. KESIMPULAN

Kemangi termasuk salah satu tanaman yang memiliki potensi antibakteri. Kandungan dari kemangi yang berpotensi sebagai antibakteri yaitu minyak atsiri. Pada beberapa jurnal penelitian disebutkan bahwa kandungan minyak atsiri pada kemangi yang diuji terhadap bakteri gram positif dan negatif menggunakan berbagai metode seperti metode difusi cakram agar, difusi cakram kertas, mikrodilusi *broth*, mikrodilusi dalam *microtiter plates*, difusi sumuran agar, dan *macro-dilusi* menunjukkan hasil positif sebagai penghambat bakteri.

Daftar Pustaka

1. Wardhani, L.K.; Sulistyani, N. Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etil Asetat Daun Binahong (*Anredera scandens* (L.) Moq.) terhadap *Shigella flexneri* Beserta Profil Kromatografi Lapis Tipis. *Pharmaciana* **2012**, *2*, doi:10.12928/pharmaciana.v2i1.636.
2. Kusuma, I.M.; Ningrum, C.W. Potensi Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kemangi (*Ocimum x africanum* Lour.) terhadap *Staphylococcus epidermidis*. *Sainstech Farma* **2021**, *14*, 87–90.
3. Silva, V.A.; Sousa, J.P.; Guerra, F.Q.S.; Pessôa, H.L.F.; Freitas, A.F.R.; Alves, L.B.N.; Lima, E.O. Antibacterial activity of *Ocimum basilicum* essential oil and linalool on bacterial isolates of clinical importance. *Int. J. Pharmacogn. Phytochem. Res.* **2015**, *7*, 1066–1071.
4. Shafique, M.; Khan, S.J.; Khan, N.H. Study of antioxidant and antimicrobial activity of sweet basil (*Ocimum basilicum*) essential oil. *Pharmacologyonline* **2011**, *1*, 105–111.
5. Elansary, H.O.; Yessoufou, K.; Shokralla, S.; Mahmoud, E.A.; Skalicka-Woźniak, K. Enhancing mint and basil oil composition and antibacterial activity using seaweed extracts. *Ind. Crops Prod.* **2016**, *92*, 50–56, doi:10.1016/j.indcrop.2016.07.048.
6. Güez, C.M.; de Souza, R.O.; Fischer, P.; Leão, M.F. de M.; Duarte, J.A.; Boligon, A.A.; Athayde, M.L.; Zuravski, L.; de Oliveira, L.F.S.; Machado, M.M. Evaluation of basil extract (*Ocimum basilicum* L.) on oxidative, anti-genotoxic and anti-inflammatory effects in human leukocytes cell cultures exposed to challenging agents. *Brazilian J. Pharm. Sci.* **2017**, *53*, doi:10.1590/s2175-97902017000115098.
7. Maggio, A.; Roscigno, G.; Bruno, M.; De Falco, E.; Senatore, F. Essential-Oil Variability in a Collection of *Ocimum basilicum* L. (Basil) Cultivars. *Chem. Biodivers.* **2016**, 1357–1368, doi:10.1002/cbdv.201600069.
8. Azam, M.; Saba, I. Phytochemical screening and antibacterial activities of essential oil, ethanolic and methanolic extracts of *Ocimum basilicum* L. *Pakistan J. Biochem. Mol. Biol.* **2016**, *49*, 36–39.
9. Nurmashita, D.; Rijai, L.; Sulistiarini, R. Pengaruh Penambahan Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Terhadap Aktivitas Antibakteri Basis Pasta Gigi. *J. Sains dan Kesehat.* **2015**, *1*, 159–167, doi:10.25026/jsk.v1i4.34.
10. Abbasy, D.W.; Pathare, N.; Al-Sabahi, J.N.; Khan, S.A. Chemical composition and antibacterial activity of essential oil isolated from Omani basil (*Ocimum basilicum* Linn.). *Asian Pacific J. Trop. Dis.* **2015**, *5*, 645–649, doi:10.1016/S2222-1808(15)60905-7.
11. Avetisyan, A.; Markosian, A.; Petrosyan, M.; Sahakyan, N.; Babayan, A.; Aloyan, S.; Trchounian, A. Chemical composition and some biological activities of the essential oils from basil *Ocimum* different cultivars. *BMC Complement. Altern. Med.* **2017**, *17*, 1–8, doi:10.1186/s12906-017-1587-5.
12. Cahyani Daun Kemangi (*Ocimum Cannum*) Sebagai Alternatif Pembuatan Handsanitizier. *Cahyani* **2014**, *9*, 136–142, doi:10.15294/kemas.v9i2.2843.
13. Khan, I.; Ahmad, K.; Khalil, A.T. alh.; Khan, J.; Khan, Y.A. I.; Saqib, M.S. haha.; Umar, M.N. avee.; Ahmad, H. Evaluation of antileishmanial, antibacterial and brine shrimp cytotoxic potential of crude methanolic extract of Herb *Ocimum basilicum* (Lamiaceae). *J. Tradit. Chin. Med.* **2015**, *35*, 316–322, doi:10.1016/s0254-6272(15)30104-7.
14. Antonescu, A.I.; Miere, F.; Fritea, L.; Ganea, M.; Zdrinca, M.; Dobjanschi, L.; Antonescu, A.; Vicas, S.I.; Bodog, F.; Sindhu, R.K.; et al. Perspectives on the combined effects of *ocimum*

- basilicum and trifolium pratense extracts in terms of phytochemical profile and pharmacological effects. *Plants* **2021**, *10*, doi:10.3390/plants10071390.
15. Szymanowska, U.; Złotek, U.; Karas, M.; Baraniak, B. Anti-inflammatory and antioxidative activity of anthocyanins from purple basil leaves induced by selected abiotic elicitors. *Food Chem.* **2015**, *172*, 71–77, doi:10.1016/j.foodchem.2014.09.043.
 16. Złotek, U.; Mikulska, S.; Nagajek, M.; Świeca, M. The effect of different solvents and number of extraction steps on the polyphenol content and antioxidant capacity of basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) extracts. *Saudi J. Biol. Sci.* **2016**, *23*, 628–633, doi:10.1016/j.sjbs.2015.08.002.
 17. Prisinda, et al Antibacterial potential of *Ocimum sanctum* oils in relation to. **2018**, *51*, 104–107, doi:10.20473/j.djmk.v51.i3.p104.
 18. Adam, Z.A.; Omer, A.F.A. Antibacterial Activity of *Azadirachta indica* (Neem) Leaf Extract against Bacterial Pathogens in Sudan. *Am. J. Res. Commun.* **2015**, *3*, 246–251.
 19. Nguetack, J.; Budde, B.B.; Jakobsen, M. Five essential oils from aromatic plants of Cameroon: Their antibacterial activity and ability to permeabilize the cytoplasmic membrane of *Listeria innocua* examined by flow cytometry. *Let. Appl. Microbiol.* **2004**, *39*, 395–400, doi:10.1111/j.1472-765X.2004.01587.x.
 20. Permatasari, A.; Kusmita, L.; Franyoto, Y.D. Uji Aktivitas Antibakteri Kombinasi Minyak Atsiri Umbi Bawang merah (*Allium Cepa* L.) dan Daun Kemangi (*Ocimum americanum* L.) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* Atcc 25923 Secara In Vitro. *Media Farm. Indones.* **2015**, *10*, 151–355.
 21. Sienkiewicz, M.; Łysakowska, M.; Pastuszka, M.; Bienias, W.; Kowalczyk, E. The potential of use basil and rosemary essential oils as effective antibacterial agents. *Molecules* **2013**, *18*, 9334–9351, doi:10.3390/molecules18089334.
 22. Pubchem Senyawa Sitral Available online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Citral>.
 23. Pubchem Senyawa Linalool Available online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Linalool>.
 24. Pubchem Senyawa Geraniol Available online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Geraniol>.
 25. Pubchem Senyawa Flavonoid Available online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Flavone>.
 26. Pubchem Senyawa Tanin Available online: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Tanin acid>.
 27. Moghaddam, A.M.D.; Shayegh, J.; Mikaili, P.; Sharaf, J.D. Antimicrobial activity of essential oil extract of *Ocimum basilicum* L. leaves on a variety of pathogenic bacteria. *J. Med. Plants Res.* **2011**, *5*, 3453–3456, doi:10.5897/JMPR.9000162.
 28. Altikatoglu, M.; Attar, A.; Erci, F.; Cristache, C.M.; Isildak, I. Green synthesis of copper oxide nanoparticles using *ocimum basilicum* extract and their antibacterial activity. *Fresenius Environ. Bull.* **2017**, *25*, 7832–7837.
 29. Pirtarighat, S.; Ghannadnia, M.; Baghshahi, S. Biosynthesis of silver nanoparticles using *Ocimum basilicum* cultured under controlled conditions for bactericidal application. *Mater. Sci. Eng. C* **2019**, *98*, 250–255, doi:10.1016/j.msec.2018.12.090.
 30. Radaelli, M.; da Silva, B.P.; Weidlich, L.; Hoehne, L.; Flach, A.; da Costa, L.A.M.A.; Ethur, E.M. Antimicrobial activities of six essential oils commonly used as condiments in Brazil against *clostridium perfringens*. *Brazilian J. Microbiol.* **2016**, *47*, 424–430, doi:10.1016/j.bjm.2015.10.001.
 31. Sambuaga, M.E.; Longdong, S.N.J.; Manoppo, H. Sensitivitas ekstrak tanaman kemangi (*Ocimum sactum*) terhadap bakteri *Aeromonas hydrophila*. *e-Journal Budid. Perair.* **2018**, *6*, 1–7, doi:10.35800/bdp.6.1.2018.19520.
 32. Nabrdalik, K.; Grata, M. Antibacterial activity of *Ocimum basilicum* L. essential oil against Gram-negative bacteria. *Post Fitorer* **2016**, *17*, 80–86.
 33. Patil, D.D.; Mhaske, D.K.; Wadhawa, G.C. Antibacterial and Antioxidant study of *Ocimum basilicum* Labiatae (sweet basil). *J. Adv. Pharm. Educ. Res.* **2011**, *2*, 104–112.

34. Hamad, A.; Jumitera, S.; Puspawiningtyas, E.; Hartanti, D. Aktivitas Antibakteri Infusa Kemangi (*Ocimum basilicum* L.) Pada Tahu dan Daging Ayam Segar. *Inov. Tek. Kim.* **2017**, *2*, 1–8.
35. Rohmani, S.; Kuncoro, M.A.A. Uji Stabilitas dan Aktivitas Gel andsanitizer Ekstrak Daun Kemangi. *JPSCR J. Pharm. Sci. Clin. Res.* **2019**, *4*, 16, doi:10.20961/jpscr.v4i1.27212.
36. Setiawan, A.S.; Fatriadi, F.; Prisinda, D. Aktivitas Antibakteri Fraksi Etanol Daun Kemangi (*Ocimum americanum*) terhadap *Enterococcus faecalis* ATCC 29212. *ODONTO Dent. J.* **2020**, *7*, 111, doi:10.30659/odj.7.2.111-116.
37. Hossain, M.A.; Kabir, M.J.; Salehuddin, S.M.; Rahman, S.M.M.; Das, A.K.; Singha, S.K.; Alam, M.K.; Rahman, A. Antibacterial properties of essential oils and methanol extracts of sweet basil *Ocimum basilicum* occurring in Bangladesh. *Pharm. Biol.* **2010**, *48*, 504–511, doi:10.3109/13880200903190977.
38. Hapsari, I.P.; Feroniasanti, Y.M.L. Phytochemical screening and in vitro antibacterial activity of sweet basil leaves (*Ocimum basilicum* L.) essential oil against *Cutibacterium acnes* ATCC 11827. *AIP Conf. Proc.* **2019**, 2099, doi:10.1063/1.5098412.
39. Tantiwatcharothai, S.; Prachayawarakorn, J. Property improvement of antibacterial wound dressing from basil seed (*O. basilicum* L.) mucilage- ZnO nanocomposite by borax crosslinking. *Carbohydr. Polym.* **2020**, *227*, 115360, doi:10.1016/j.carbpol.2019.115360.
40. Snoussi, M.; Dehmani, A.; Noumi, E.; Flamini, G.; Papetti, A. Chemical composition and antibiofilm activity of *Petroselinum crispum* and *Ocimum basilicum* essential oils against *Vibrio* spp. strains. *Microb. Pathog.* **2016**, *90*, 13–21, doi:10.1016/j.micpath.2015.11.004.
41. Freitas, P.R.; de Araújo, A.C.J.; dos Santos Barbosa, C.R.; Muniz, D.F.; Rocha, J.E.; de Araújo Neto, J.B.; da Silva, M.M.C.; Silva Pereira, R.L.; da Silva, L.E.; do Amaral, W.; et al. Characterization and antibacterial activity of the essential oil obtained from the leaves of *Baccharis coridifolia* DC against multiresistant strains. *Microb. Pathog.* **2020**, *145*, 104223, doi:10.1016/j.micpath.2020.104223.
42. Verrillo, M.; Cozzolino, V.; Spaccini, R.; Piccolo, A. Humic substances from green compost increase bioactivity and antibacterial properties of essential oils in Basil leaves. *Chem. Biol. Technol. Agric.* **2021**, *8*, doi:10.1186/s40538-021-00226-7.
43. Evangelina, I.A.; Herdiyati, Y.; Laviana, A.; Rikmasari, R.; Zubaedah, C.; Anisah; Kurnia, D. Bio-mechanism inhibitory prediction of β -sitosterol from kemangi (*Ocimum basilicum* l.) as an inhibitor of mura enzyme of oral bacteria: In vitro and in silico study. *Adv. Appl. Bioinforma. Chem.* **2021**, *14*, 103–115, doi:10.2147/AABC.S301488.
44. Naveed, R.; Hussain, I.; Tawab, A.; Tariq, M.; Rahman, M.; Hameed, S.; Mahmood, M.S.; Siddique, A.B.; Iqbal, M. Antimicrobial activity of the bioactive components of essential oils from Pakistani spices against *Salmonella* and other multi-drug resistant bacteria. *BMC Complement. Altern. Med.* **2013**, *13*, 1, doi:10.1186/1472-6882-13-265.
45. Phanthong, P.; Lomarat, P.; Chomnawang, M.T.; Bunyapraphatsara, N. Antibacterial activity of essential oils and their active components from Thai spices against foodborne pathogens. *ScienceAsia* **2013**, *39*, 472–476, doi:10.2306/scienceasia1513-1874.2013.39.472.
46. de Jesus, G.S.; Micheletti, A.C.; Padilha, R.G.; de Souza de Paula, J.; Alves, F.M.; Leal, C.R.B.; Garcez, F.R.; Garcez, W.S.; Yoshida, N.C. Antimicrobial potential of essential oils from cerrado plants against multidrug-resistant foodborne microorganisms. *Molecules* **2020**, *25*, 1–10, doi:10.3390/molecules25143296.
47. Purnamaningsih, N.; Supadmi, F.R.S. Potensi Ekstrak Daun Kemangi (*Ocimum sanctum* L.) sebagai Antibakteri Terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC 25923. *J. Ilm. PANNMED (Pharmacist, Anal. Nurse, Nutr. Midwifery, Environ. Dent.* **2020**, *15*, 522–525, doi:10.36911/pannmed.v15i3.875.
48. Chenni, M.; Abed, D. El; Rakotomanomana, N.; Fernandez, X.; Chemat, F. Comparative study of essential oils extracted from egyptian basil leaves (*ocimum basilicum* l.) Using hydro-

Distillation and solvent-Free microwave extraction. *Molecules* **2016**, *21*, doi:10.3390/molecules21010113.

49. Vardapetyan, H.; Tiratsuyan, S.; Hovhannisyan, A. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences Antioxidant And Antibacterial Activities of Selected Armenian Medicinal Plants. **2014**, *2*.



2021 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).