

Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Antioksi Dan Ekstrak Buah Sirih (*Piper Betle L.*) Asal Pulau Timor

Eduardus Edi^{1*}, Novriana Bete¹⁾

¹⁾Program Studi Kimia, Fakultas Pertanian, Sains Dan Kesehatan, Universitas Timor

*,*Corresponding author* : edieduardus@gmail.com

Abstrak

Tumbuhan merupakan organisme multiseluler yang berperan penting dalam kehidupan. Tumbuhan obat adalah tumbuhan yang mengandung senyawa yang bermanfaat mencegah atau dapat mengobati suatu penyakit. Salah satu tanaman obat yang tumbuh dan diketahui secara empiris memiliki khasiat dalam menyembuhkan berbagai penyakit adalah sirih (*Piper betle L.*). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan komposisi kimia pada ekstrak buah sirih dan mengetahui aktivitas antioksidan ekstrak buah sirih. Tahapan penelitian ini adalah: preparasi sampel, ekstraksi maserasi, analisis *Gas Chromatography And Mass Spectroscopy* (GC-MS) dan uji aktivitas antioksidan. Ekstraksi dilakukan secara maserasi menggunakan pelarut etanol dan uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (2,2-difenil-1 pikrilhidrazil). Hasil penelitian analisis GC-MS ekstrak etanol buah sirih (*Piper betle L.*) terdapat 8 puncak area yang paling tertinggi dari senyawa lainnya yaitu senyawa *Hydroxychavicol* dengan waktu retensi 5.332 menit yang memiliki luas area tertinggi sebesar 78.05%. Tanaman buah sirih memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 105,6718057 $\mu\text{g/mL}$ menunjukkan ekstrak etanol tergolong dalam kategori antioksidan sedang. Untuk kontrol positif pada vitamin C nilai IC_{50} sebesar 5,55533169 $\mu\text{g/mL}$ yang menunjukkan bahwa vitamin C merupakan antioksidan sangat kuat.

Kata kunci: Tanaman Sirih (*Piper betle L.*) Ekstraksi maserasi, GC-MS, Antioksidan, DPPH.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu wilayah yang kaya akan sumber daya alam dengan berbagai macam jenis tumbuhan. Tumbuhan merupakan organisme multiseluler yang berperan penting dalam kehidupan, karena memberikan berbagai manfaat seperti sandang, pangan, dan papan. Selain itu, tumbuhan juga dimanfaatkan sebagai bahan baku obat-obatan. Pemanfaatan tumbuhan obat untuk menyembuhkan suatu penyakit didasarkan pada pengalaman dan keterampilan masyarakat yang secara turun-temurun diwariskan oleh generasi terdahulu kepada generasi berikutnya (Sri Eni *et al.*, 2019). Tumbuhan obat adalah tumbuhan yang mengandung senyawa yang bermanfaat mencegah atau dapat mengobati suatu penyakit. Pemanfaatan tumbuhan yang digunakan sebagai bahan berkhasiat obat berkaitan erat dengan kandungan kimia yang terdapat didalamnya terutama senyawa bioaktif (Angriani & Albayudi, 2022). Senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung dalam tumbuhan tergolong dalam senyawa metabolit sekunder (Gultom *et al.*, 2020). Metabolit sekunder adalah senyawa-senyawa biosintesis turunan dari metabolit primer yang dihasilkan oleh organisme hidup melalui metabolisme sekunder dan berfungsi sebagai pelindung tumbuhan dari gangguan hama penyakit untuk tumbuhan itu sendiri atau lingkungannya. Contoh dari metabolit sekunder adalah flavonoid, alkaloid, terpenoid, steroid, tanin, saponin, dan lain-lain yang berpotensi sebagai obat (Ningsih *et al.*, 2023).

Salah satu tanaman obat yang tumbuh dan diketahui secara empiris memiliki khasiat dalam menyembuhkan berbagai penyakit adalah sirih (*Piper betle* L.). Tanaman sirih ini merupakan tanaman hijau yang tumbuh merambat atau bersandar pada batang pohon lain dengan daun yang berbentuk hati dan termasuk dalam famili *Piperaceae* (Ramdhani *et al.*, 2024). Tanaman *Piper betle* L. dalam bahasa Inggris dikenal dengan *betle* yang merupakan tanaman obat yang dapat mengobati berbagai penyakit (Sahara, 2021). Secara tradisional bagian dari tanaman ini digunakan sebagai obat pembersih mata, menghilangkan bau badan, menghilangkan bau mulut, mimisan, sariawan, pendarahan, gusi, batuk, rematik, gangguan saraf, *bronchitis*, keputihan dan obat kulit sebagai perawatan untuk kecantikan atau kehalusan kulit (Malik *et al.*, 2017).

Penelitian terdahulu yang sudah dilakukan oleh (Christiani *et al.*, 2023) dengan judul penentuan aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dan kandungan fenol total dalam minyak atsiri daun sirih hijau, hasil menunjukkan aktivitas antioksidan yang dimiliki minyak atsiri dengan nilai IC_{50} sebesar 5,67 $\mu\text{g/mL}$. Selanjutnya (Situmeang *et al.*, 2023) mengekstrak bagian daun sirih kuning tanaman *Piper betle* L. dengan pelarut n-heksana dan etil asetat dan mempunyai aktivitas antioksidan yang termasuk dalam kategori nilai IC_{50} yang dihasilkan dari ekstrak etil asetat yaitu 35,490 ppm dengan kategori sangat kuat dan nilai IC_{50} yang dihasilkan dari ekstrak n-heksana yaitu 1.106,015 ppm dengan kategori sangat lemah. (Pratiwi & Muderawan, 2016) menganalisis kandungan kimia dari daun sirih hijau dengan metode GC-MS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak sirih hijau mempunyai tiga puluh satu senyawa yang komponen utamanya yaitu eugenol (25.03%); asam 2,5- dimetilbenzoat (12.08%); dekahidro-4a-metil-1-metilenyl naftalena (7.18%); 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oktahidro-7-metil naftalena (8.36%); dan 1,2,3,4, 4a,5,6,8a-oktahidro4a-metilnaftalena (13.43%). Hasil ini menunjukkan bahwa mayoritas senyawa aktif dari ekstrak sirih hijau adalah golongan fenolik yang mempunyai aktivitas antibakteri. Berdasarkan hasil eksplorasi dan identifikasi tanaman oleh (Tae *et al.*, 2017). Tanaman sirih (*Piper betle* L.) daerah pulau Timor, khususnya Desa Tunmat, masyarakat setempat umumnya memanfaatkan Tanaman sirih (*Piper betle* L.) sebagai keperluan upacara adat atau ritual keagamaan. Selain itu tanaman sirih bagian daun di olah menjadi obat untuk menyembuhkan keputihan. Pemanfaatan tanaman ini masih terbatas pada beberapa bagian saja, hal ini dikarenakan keterbatasan pemahaman mengenai kandungan senyawa yang terdapat pada bagian lain seperti buah sirih yang juga memiliki manfaat. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk menguji ekstrak buah sirih sebagai aktivitas antioksidan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai bulan Maret-Mei 2024. Tahapan penelitian ini meliputi: Pengambilan sampel, preparasi sampel, karakterisasi ekstrak dan uji aktivitas antioksidan. Pengambilan sampel di Desa Tunmat, Kecamatan Io Kufeu, Kabupaten Malaka. Preparasi dan ekstrak sampel dilakukan di Laboratorium Kimia, Universitas Timor. Analisis kimia dilakukan di Laboratorium PT. Gelora Djaja Surabaya dan uji aktivitas antioksidan dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas Pertanian Sains Dan Kesehatan Universitas Timor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Buah sirih (*Piper betle* L.), pelarut organik yang digunakan antara lain: Etanol p.a, Etanol 96%, Aquadest, DPPH (2,2-diphenyl-1-pikrilhidrazil) dan Vitamin C.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Erlenmeyer, tabung reaksi, gelas ukur, pipet tetes, batang pengaduk, kaca arloji, pipet kapiler, pinset, spatula, botol vial, kertas saring,

aluminium foil, blender, ayakan 40 mesh, neraca analitik, Seperangkat alat maserasi: *rotari evaporator*, alat pemanas (hot plate), labu takar, Spektrometer UV-Vis, Instrumen *Gas Chromatography and Mass Spectroscopy* (GC-MS).

Prosedur Penelitian

1. Pengumpulan dan Preparasi Sampel

Buah sirih (*Piper betle* L.) diambil dari pohon, kemudian dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, selanjutnya dicuci hingga bersih dengan air mengalir. Buah sirih yang sudah bersih selanjutnya ditimbang kemudian dipotong kecil-kecil, sampel yang sudah dipotong kecil-kecil kemudian dikeringkan di udara pada suhu ruangan tanpa paparan sinar matahari langsung selama (3×24 jam) dengan cara diangin-anginkan pada suhu kamar hingga kering, sampel kering kemudian digiling untuk mendapatkan serbuk halus.

2. Teknik Ekstraksi Secara Maserasi Tanaman Buah Sirih (*Piper betle* L.)

1. Serbuk halus buah sirih sebanyak 300 g dimaserasi menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 1 L.
2. Maserasi dilakukan selama 2×24 jam pada suhu kamar
3. Maserasi diaduk sebanyak 1 kali dalam 24 jam selama 5 menit
4. Hasil maserasi disaring menggunakan corong bucher dan filtrat yang dihasilkan ditampung
5. Filtrat yang diperoleh diuapkan secara vakum menggunakan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak kental.

Perhitungan rendemen ekstrak menggunakan rumus:

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak kental akhir}}{\text{Berat awal sampel}} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

3. Karakterisasi Analisis GC-MS (*Gas Chromatography and Mass Spectroscopy*)

Menurut (Pratiwi & Muderawan, 2016) Ekstrak daun sirih hijau dianalisis menggunakan kromatografi gas-spektroskopi massa ketentuan GCMS-QP2010 Ultra dengan kondisi sebagai berikut: kolom RTX5-MS panjang 30 m dan diameter 0,25 mm, suhu injektor 200°C, sampel yang diinjeksikan sebanyak 0,5 L, suhu oven 70°C selama dua menit kemudian dinaikkan pada 20°C/menit hingga mencapai 180°C selama 3 menit kemudian dinaikkan pada 20°C/menit hingga mencapai 250°C dan dipertahankan selama 16 menit. Tekananya adalah 100 kPa. Gas pembawanya adalah helium dengan kecepatan alir 1.53 mL per menit. Spektrum massa dari senyawa tersebut dibandingkan dengan standar yang ada pada database NIST27 (*National Institute Standard and Technique*).

4. Uji Aktivitas Antioksidan (Sakka & Muin, 2022)

a. Pembuatan Larutan Sampel

Ditimbang sebanyak 25 mg sampel ekstrak etanol buah sirih, dimasukkan kedalam labu ukur 25 mL. Larutan dicukupkan volumenya dengan etanol p.a hingga tanda, diperoleh larutan sampel dengan konsentrasi 1000 ppm. Kemudian larutan diukur masing-masing sebanyak 1,25 mL; 2,5 mL; 3,75 mL dan 5 mL. Dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL dan dicukupkan volumenya dengan etanol p.a hingga tanda, diperoleh larutan dengan konsentrasi 50 ppm; 100 ppm; 150 ppm; dan 200 ppm.

b. Pembuatan Larutan DPPH di Timbang

c. Sebanyak 4 mg DPPH dilarutkan dalam etanol p.a secara bertahap hingga mencapai volume 100 mL dalam labu ukur, sehingga diperoleh larutan peraksi dengan konsentrasi 40 ppm.

d. Pembuatan Larutan Pembanding Vitamin C

Vitamin C sebanyak 10 mg, dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, dilarutkan dan dicukupkan volumenya dengan etanol p.a sampai tanda batas, sehingga dihasilkan larutan baku pembanding vitamin C 40 ppm. Larutan ini kemudian di teteskan menggunakan pipet tetes masing-masing 0,5 mL; 1 mL; 1,5 mL; dan 2 mL, kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, diencerkan dan dicukupkan volumenya sampai tanda, sehingga diperoleh larutan dengan konsentrasi masing-masing 2 ppm; 4 ppm; 6 ppm; dan 8 ppm.

e. Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Untuk mengukur aktivitas antoksidan dapat dilakukan dengan menggunakan 1,0 ml larutan uji dari masing-masing konsentrasi yaitu 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm dan larutan vitamin C 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, dan 8 ppm kemudian ditambahkan 4,0 ml larutan DPPH dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit (dalam vial yang ditutupi aluminium foil).

Sebagai blanko diukur 1,0 ml etanol, kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang 515 nm.

f. Perhitungan Nilai IC₅₀

Inhibiton Concentration atau IC₅₀ merupakan suatu gambaran konsentrasi senyawa uji yang mampu meredam radikal bebas sebesar 50%. Hasil IC₅₀ dimasukkan kedalam persamaan regresi dengan nilai presentasi inhibisi sebagai sumbu y dan konsentrasi sampel yang digunakan sebagai sumbu x. Semakin kecil nilai IC₅₀ aktivitas peredaman radikal bebas semakin tinggi (Zulfah, 2021). Persentase aktivitas penghambatan DPPH pada masing-masing ekstrak dan vitamin C dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi Blanko} - \text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Blanko}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dari persamaan regresi linier $y = bx + a$ dihitung dengan rumus :

$$\boxed{IC_{50} = \frac{50 - a}{b}} \quad \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

% Inhibisi = Persentase Hambatan Antioksidan

y = Absorbansi Sampel (50)

a = Titik Potong Kurva Pada Sumbu y (Intercep)

b = Kemiringan Kurva (Slope)

x = Konsentrasi Sampel (IC₅₀)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Sampel

Preparasi sampel merupakan proses persiapan sampel sebelum dilakukan analisis. Preparasi sampel diawali dengan pengambilan sampel dari Kecamatan Io Kufeu (Malaka), kemudian dicuci menggunakan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada buah sirih seperti debu dan zat pengotor lainnya (Bustanussalam *et al*, 2015). Selanjutnya sampel dipotong (diiris) kecil-kecil untuk mempermudah dan mempercepat proses penggilingan. Sampel selanjutnya dikeringkan tanpa paparan sinar matahari langsung selama 3x24 jam untuk mengurangi kadar air sehingga tidak terjadi pertumbuhan mikroorganisme dan untuk menghindari kerusakan senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel buah sirih (Makatambah *et al.*, 2020). Sampel yang sudah kering dihaluskan menggunakan blender untuk memperluas kontak antara serbuk sampel

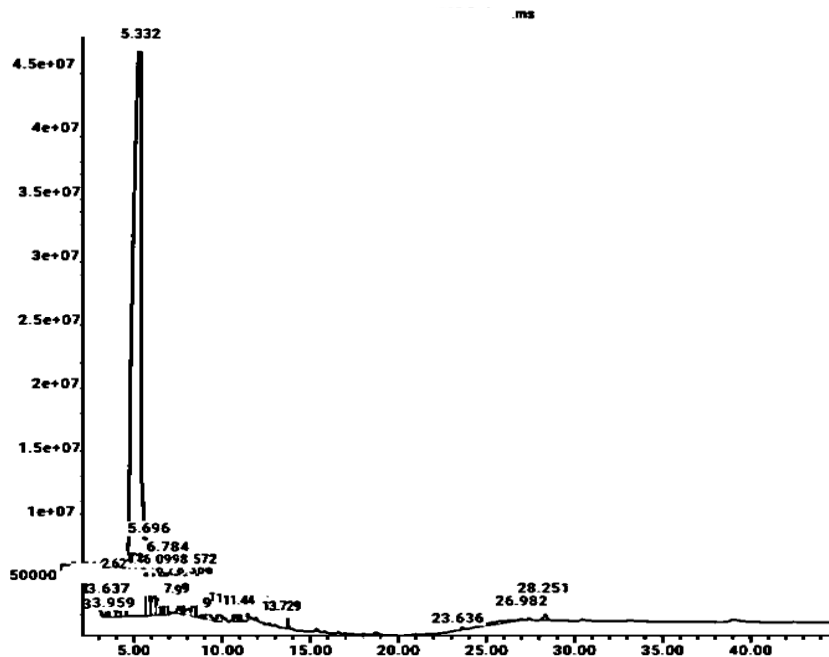
dan pelarut etanol pada saat ekstraksi, sehingga proses ekstraksi berlangsung lebih maksimal (Hammado & Sari, 2023).

Sampel yang telah digiling kemudian ditimbang dan diperoleh berat totalnya sebanyak 300 gram. Sampel yang diperoleh dalam bentuk serbuk berwarna coklat kehitaman selanjutnya disimpan dalam plastik untuk kemudian dilanjutkan dengan proses ekstraksi

Ekstraksi Secara Maserasi

Ekstraksi merupakan proses pemisahan bahan dari campurannya dengan menggunakan pelarut yang sesuai. Ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini adalah ekstraksi secara maserasi. Metode ini sederhana, karena cukup dengan merendam sampel dalam jangka waktu tertentu dan tidak menggunakan pemanasan selama peredaman, sehingga tidak mempengaruhi bahan aktif dalam ekstrak dan tidak terjadi kerusakan komponen kimia yang terkandung dalam ekstrak (Wendersteyt *et al.*, 2021). Proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan pelarut etanol 96%. Pelarut ini dipilih karena menyari hampir semua kandungan simplisia baik non-polar, semi-polar, maupun polar. Pelarut ini selektif, tidak beracun, dan universal untuk mengekstrak semua golongan senyawa metabolit sekunder (Tjandra *et al.*, 2020). Maserasi dilakukan dengan cara merendam simplisia sebanyak 300 gram menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 1 liter selama 2x24 pada suhu kamar. Pemilihan waktu maserasi selama 2x24 jam bertujuan untuk memaksimalkan proses pengambilan senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada sampel. Semakin lama waktu maserasi yang diberikan maka semakin lama kontak antara pelarut dengan bahan yang akan memperbanyak jumlah sel yang pecah dan bahan aktif yang terlarut (Chairunnisa *et al.*, 2019). Sampel yang telah direndam kemudian disaring menggunakan corong dan kertas saring untuk memisahkan filtrat dan residu. Hasil filtrat yang diperoleh berwarna coklat pekat kehitaman dan aromanya berbau khas sirih. Kemudian filtrat yang diperoleh diuapkan menggunakan *rotary evaporator* dengan kecepatan 20 RPM (*Revolution Per Minute*) pada suhu 70°C untuk memisahkan ekstrak tanaman buah sirih yang masih bercampur dengan pelarut (Damayanti & Fitriana, 2012). Suhu 70°C ini dipilih karena berada dibawah titik didih pelarut etanol 78°C. Suhu ini dapat meningkatkan sampel lebih cepat menguap dan menjaga kestabilan senyawa aktif yang terkandung tidak rusak akibat pemanasan. Selain suhu pemilihan kecepatan putaran 20 RPM dibawah 100 RPM pada *rotary evaporator* bertujuan untuk mengontrol kecepatan penguapan dan menghindari percikan atau tumpahan akibat kecepatan putaran (RPM) (Marcellia & Chusniasih, 2021). Hasil evaporasi diperoleh ekstrak kental sebanyak 33,4 gram dengan rendemen sebesar 11,13% gram. **Karakterisasi Analisis Gas Cromatography And Mass Spectroscopy (GC-MS)**

Identifikasi senyawa dalam ekstrak buah sirih dilakukan dengan menggunakan instrumen *Gas Chromatography And Mass Spectroscopy* (GC-MS). GC-MS merupakan gabungan dua metode analisis senyawa organik yaitu: kromatografi gas dan spektrometri massa. Kombinasi dari kedua teknik ini mampu mengevaluasi secara kualitatif dan kuantitatif suatu sampel yang mengandung sejumlah senyawa-senyawa organik (Tania *et al.*, 2021). Tujuan analisis GC-MS adalah untuk mengetahui kandungan kimia pada ekstrak buah sirih. Analisis senyawa buah sirih hasil ekstrak etanol menggunakan instrumen GC-MS, menunjukkan adanya 33 puncak senyawa ditunjukkan pada **Gambar 1**. Berdasarkan kromatogram pada **Gambar 1**, menunjukkan hasil analisis uji GC-MS ekstrak buah sirih terdapat 33 senyawa. Berikut adalah senyawa-senyawa dominan penyusun ekstrak buah sirih ditampilkan dalam **Tabel 1**.



Gambar 1. Kromatogram ekstrak buah sirih (*Piper betle* L.)

Tabel 1. Kandungan senyawa kimia ekstrak buah sirih (*Piper betle* L.)

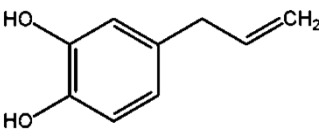
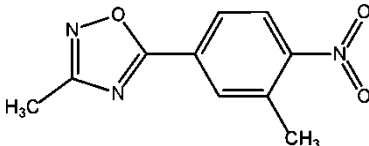
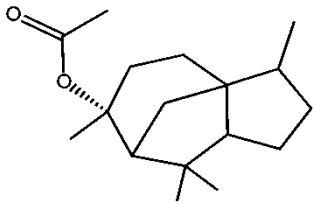
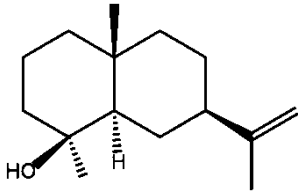
Peak	Waktu Retensi	% Area	Nama Senyawa
1	2.196	0.14	Xylitol
2	2.269	0.13	Ethanol, 2,2'-thiobis
3	2.363	0.63	Ethyl 2,2-Dihydroxy Sulfide
4	2.628	1.09	Chavicol
5	3.446	0.11	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)
6	3.637	0.88	Copaene (alpha cubene)
7	3.959	0.13	Copaene
8	4.104	0.90	Caryophyllene
9	4.470	1.75	cis-.alpha.-Bisabolene
10	5.332	78.05	Hydroxychavicol
11	5.696	2.49	3-Methyl-5-(p-nitrophenyl)-1,2,4-oxadiazole 4-oxide
12	6.099	1.92	1H-3a,7-Methanoazulen-6-ol
13	6.444	0.82	4,7-Methanoa
14	6.608	0.94	Naphthalene, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-oct
15	6.784	1.90	Neointermedeol
16	7.510	0.46	1,1,4,7-Tetramethyldecahydro-1H-cy
17	7.687	0.17	(1R,9R,E)-4,11,11-Trimethyl-8-meth
18	7.782	0.25	Butane, 1,4-bis(methylthio)
19	8.366	0.97	Benzene
20	8.572	1.15	2-Methoxy-8-Methyl-1,4-Naphthalind
21	8.777	0.26	Aromadendrene
22	8.919	0.49	(Z,1RS,5SR)-5-methoxy-2,2-dimethyl
23	9.187	0.68	Hexadecanoic acid

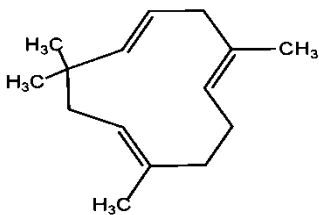
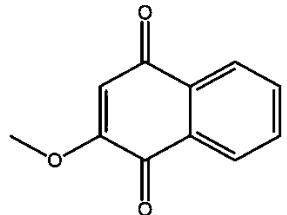
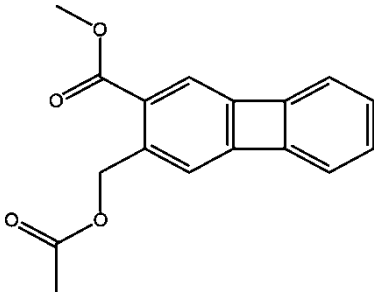
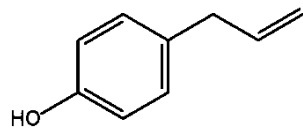
Peak	Waktu Retensi	% Area	Nama Senyawa
24	9.764	0.58	n-Hexadecanoic acid
25	9.975	0.17	Hexadecanoic acid
26	10.651	0.30	2-Hydroxy-.Beta.-Ionone
27	10.880	0.37	9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl e
28	11.023	0.20	4-oxo-1,2,3,5,6,1a-hexahydro-4a-ph
29	11.441	0.25	(R)-(-)-14-Methyl-8-hexadecyn-1-ol
30	13.729	0.14	Hexanedioic acid
31	23.636	0.05	4,5-Ethylene-8,9-dimethoxy-6-phena
32	26.982	1.14	2-(Asetoksimetil)-3-(metoksikarbonil) biphenilena
33	28.251	0.52	Stigmasterol

Data Analisis GC MS Komposisi Senyawa Kimia Keseluruhan Ekstrak Buah Sirih (*Piper Betle L.*)

Berdasarkan hasil analisis GC-MS yang ditunjukkan pada **Tabel 1**, terdeteksi 33 senyawa pada puncak kromatogram dari ekstrak etanol buah sirih. Hal ini menunjukkan bahwa dalam ekstrak etanol tersebut terdapat 33 senyawa dengan pola fragmentasi yang saling berdekatan. Hal tersebut terjadi karena waktu retensi setiap senyawa hampir sama dan komposisi kimia ekstrak etanol yang cukup banyak. Berikut ini adalah senyawa dominan penyusun ekstrak etanol buah sirih dengan persentase tertinggi hasil kromatografi gas spektroskopi massa (GC-MS) ditunjukkan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Komposisi kimia yang Paling dominan pada ekstrak etanol buah sirih

Peak	Waktu Retensi	% Area	Rumus Molekul	Senyawa
1	5.332	78.05	C ₉ H ₁₀ O ₂	Hidroksikavikol 
2	5.696	2.49	C ₁₀ H ₉ N ₃ O ₃	3-metil-5-(3-metil-4-nitrofenil)-1,2,4-oksadiazol 
3	6.099	1.92	C ₁₇ H ₂₈ O ₂	1H-3a,7-Methanoazulen-6-ol 
4	6.784	1.90	C ₁₅ H ₂₆ O	Neointermedolin 

Peak	Waktu Retensi	% Area	Rumus Molekul	Senyawa
5	4.470	1.75	C ₁₅ H ₂₄	α- caryophyllene 
6	8.572	1.15	C ₁₁ H ₁₀ N ₂ O	2-Metoksi-8-Metilnaftalena-1,4-dion 
7	26.982	1.14	C ₁₇ H ₁₄ O ₄	2-(Asetoksimetil)-3-(metoksikarbonil) biphenilena 
8	2.628	1.09	C ₉ H ₁₀ O	Khavicol 

Data Analysis GC MS Komposisi Senyawa Dominan Kimia Ekstrak Buah Sirih (*Piper Betle* L.)

Berdasarkan data yang terdapat pada **Tabel 2**, senyawa yang teridentifikasi didominasi oleh kelompok senyawa fenilpropanoid dan seskuioterpen dengan masing-masing atom karbon berjumlah 9, 10, 11, 15 dan 17. Kelompok senyawa fenilpropanoid yang diidentifikasi melalui kromatogram gas spektroskopi massa (GC-MS) dalam **Tabel 2** meliputi *Hidroksikavikol*, dan *Khavikol*, dengan persentase area berturut-turut sebesar 78,05%, dan 1,09% dari total senyawa yang dianalisis. Selain sebagai antioksidan, senyawa ini juga dikenal mempunyai bioaktivitas yang banyak dimanfaatkan sebagai antiinflamasi, antikarsinogenik, antinitrosasi, antimutagenik, antimikroba dan antibakteri. Kemudian senyawa khavikol merupakan senyawa turunan dari senyawa fenilpropanoid, struktur kimianya terdiri dari cincin benzen yang tersubstitusi dengan gugus hidroksil dan gugus propenil. Senyawa ini diketahui memiliki sifat sebagai antioksidan, antidiabetik, antikanker, antiseptik dan antiinflamasi (Swapna *et al.*, 2012). Berdasarkan kelompok senyawa seskuioterpen dengan rumus molekul C₁₅H₂₆O yaitu senyawa *Neotermedeolin* dengan waktu retensi 6.784 dan % area yang diperoleh sebesar 1,90%. Senyawa tersebut diketahui memiliki manfaat sebagai antimikroba dan

antiinflamasi (Kala *et al* 2012). Kemudian senyawa α - *caryophyllene* dengan waktu retensi 4.470 dan % Area sebesar 1.75. senyawa ini juga dikenal mempunyai bioaktivitas yang banyak dimanfaatkan sebagai antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba (Sasongko *et al.*, 2011). Kemudian senyawa *3-metil-5-(3-metil-4-nitrofenil)-1,2,4-oksadiazol*, senyawa *2-Metoksi-8-Metilnaftalena-1,4-dion* dan senyawa *2-(Asetoksimetil)-3-(metoksikarbonil) biphenilena* merupakan senyawa organik yang memiliki struktur kimia kompleks.

Senyawa *3-metil-5-(3-metil-4-nitrofenil)-1,2,4-oksadiazol* diduga memiliki aktivitas antibakteri (Rajarajan *et al.*, 2016). Kemudian senyawa *2-(Asetoksimetil)-3-(metoksikarbonil) biphenilena* merupakan derivat dari bifenil, yaitu senyawa hidrokarbon aromatik dimana senyawa ini diketahui memiliki sifat sebagai antimikroba (Rasheed *et al.*, 2020). Senyawa *1H-3a,7-Methanoazulen-6-ol* adalah turunan dari senyawa azulen, yan merupakan hidrokarbon aromatik dan senyawa ini diketahui memiliki sifat bioaktivitas sebagai antibakteri, anthelmintik, anti-inflamasi dan antivirus (Peter *et al.*, 2012). Berikut senyawa kimia (*Piper betle* L.) dari beberapa daerah dapat dilihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Senyawa kimia sirih (*Piper betle* L.) dari beberapa daerah lain

No.	Senyawa Kimia	Komposisi Kimia (%)		
		Sampel Io Kufeu (Malaka)	Pulau penebel, Kabupaten Tabanan (Sumarya <i>et al.</i> , 2019)	Pulau Cimahi Selatan (Nisyak <i>et al.</i> , 2022)
1.	Hidroksikavikol	78.05%	94,42%	-
2.	Khavikol	1.09%	-	1,94%

Hasil senyawa yang diperoleh dari Io kufeu (Malaka) pada **Tabel 3**. berupa senyawa *Hidroksikavikol* dan *Khavikol* dengan persentase area sebesar 78.05% dan 1.09%. Senyawa ini kemudian dibandingkan dengan penelitian oleh (Sumarya *et al.*, 2019) senyawa kimia yang diperoleh yaitu yang pertama senyawa *Hidroksikavikol* dengan persentase area sebesar 94,42%, senyawa *Khavikol* 0%, kemudian oleh (Nisyak *et al.*, 2022) senyawa yang diperoleh *Khavikol* dengan persentase area sebesar 1,94%, dan senyawa *Hidroksikavikol* dengan persentase area 0%. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu perbedaan pengambilan bagian sampel yang digunakan, pelarut yang digunakan dan letak geografis. Pada penelitian ini menggunakan sampel buah tanaman sirih dan pelarut etanol 96% sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Sumarya *et al.*, 2019) menggunakan daun tanaman sirih dan pelarut yang digunakan yaitu aquades. Kemudian penelitian oleh (Nisyak *et al.*, 2022) menggunakan tanaman daun sirih hijau, dan pelarut yang digunakan adalah etanol 96%.

Berdasarkan **Tabel 3** dapat dijelaskan bahwa daerah Timor (Malaka) memiliki frekuensi musim hujan yang rendah, dan musim kemarau yang tinggi setiap tahun. Tanaman sirih (*Piper betle* L.) adalah tanaman yang dapat berpotensi sebagai antioksidan. Tanaman sirih yang berasal dari Kabupaten Malaka menghasilkan komposisi kimia yang unik karena menghasilkan 2 senyawa utama yaitu *Hidroksikavikol*, *Khavikol*. Sedangkan daerah Pulau penebel Kabupaten Tabanan menghasilkan 1 senyawa yaitu senyawa *Hydroksikavikol* dan daerah Pulau Cimahi Selatan menghasilkan 1 senyawa yaitu senyawa *Khavikol* yang berperan sebagai antioksidan, selain antioksidan dapat dimanfaatkan juga sebagai antidiabetik, antikanker, antiseptik dan antiinflamasi.

Uji Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah zat yang dapat menghambat atau mencegah oksidasi substrat secara signifikan meskipun dalam konsentrasi rendah (Isnindar *et al.*, 2011). Metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrihidrazil) digunakan untuk pengujian aktivitas antioksidan karena metode ini merupakan metode sederhana, mudah, cepat dan peka serta hanya memerlukan sedikit sampel untuk evaluasi aktivitas antioksidan dari senyawa bahan alam, sehingga digunakan secara luas untuk menguji kemampuan senyawa yang berperan sebagai pendonor elektron (Suena & Antari, 2020). Prinsipnya didasarkan pada kemampuan senyawa antioksidan untuk mereduksi radikal bebas DPPH, yang ditandai dengan perubahan warna dari ungu menjadi kuning (Wijaya *et al.*, 2014). Perubahan warna tersebut disebabkan oleh penyerapan radikal DPPH pada panjang gelombang 517 nm, radikal DPPH akan berikatan dengan hidrogen dari antioksidan, sehingga menghasilkan molekul DPPH yang bersifat non radikal (Salamah & Widyasari, 2015). Perubahan warna tersebut diketahui menggunakan spektrofotometer UV-Vis sehingga akan diketahui nilai aktivitas perdaman radikal bebas yang dinyatakan dengan nilai IC₅₀ (*Inhibitory Concentration*) (Wahid *et al.*, 2017).

IC₅₀ (*Inhibitory Concentration*) merupakan nilai yang menyatakan besarnya konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk mereduksi radikal bebas DPPH sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC₅₀ berarti semakin tinggi aktivitas antioksidan. Secara spesifik suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC₅₀ kurang dari 50 µg/ml, kuat bernilai 50-100 µg/ml, sedang jika bernilai 100-150 µg/ml, dan lemah jika nilai IC₅₀ bernilai 151-200 µg/ml (Pratiwi *et al.*, 2021). Vitamin C pada penelitian digunakan sebagai kontrol positif atau pembanding karena vitamin C berfungsi sebagai antioksidan sekunder yang berasal dari alam dan memiliki sifat yang dikenal baik dalam menetralisasi radikal bebas (Zulfah & Amananti, 2021). Berikut hasil pengukuran aktivitas antioksidan ekstrak etanol ditunjukkan pada **Tabel 4**.

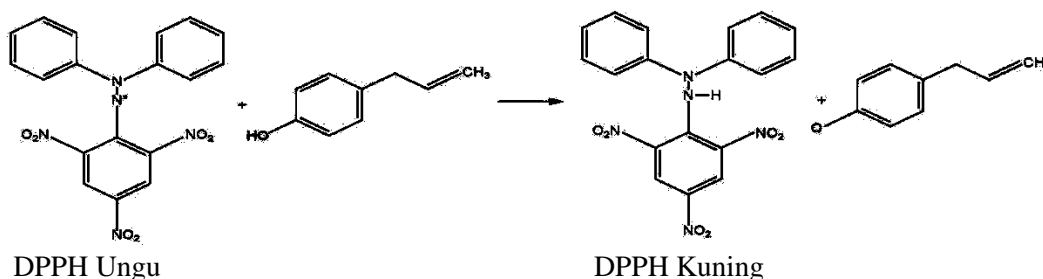
Tabel 4. % Inhibisi dan Nilai IC₅₀ Ekstrak Etanol Buah Sirih dan Vitamin C

Ekstrak	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Blanko	%Inhibisi	IC ₅₀ (µg/mL)
Etanol	50	0,43	0,63	31,74603175	105,6718057
Buah Sirih	100	0,36	0,63	42,85714286	
	150	0,21	0,63	66,66666667	
	200	0,02	0,63	96,82539683	
Vitamin C	2	0,53	0,68	22,05882353	5,555533169
	4	0,42	0,68	38,23529412	
	6	0,33	0,68	51,47058824	
	8	0,2	0,68	70,58823529	

Berdasarkan hasil uji antioksidan pada **Tabel 4**, menunjukkan bahwa dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak terlihat nilai absorbansinya semakin menurun dan nilai % inhibisinya meningkat. Penurunan nilai serapan DPPH ini menunjukkan bahwa sampel uji menangkap atau mereduksi radikal bebas DPPH (Maulidha *et al.*, 2011). Penurunan absorbansi sampel terjadi karena elektron pada DPPH berpasangan dengan elektron dari sampel yang menyebabkan perubahan warna larutan dari ungu pekat menjadi kuning bening (Sibua, *et al* 2022). Ketika elektronnya menjadi berpasangan oleh keberadaan penangkap radikal bebas, maka absorbansinya menurun secara stoikiometri sesuai jumlah elektron yang diambil. Keberadaan senyawa antioksidan dapat mengubah warna larutan DPPH dari ungu pekat menjadi kuning bening (Wilapangga & Sari, 2018). Perubahan warna dari ungu menjadi kuning disebabkan karena adanya reaksi yang menyebabkan berkurangnya

ikatan rangkap terkonjugasi pada DPPH yang menimbulkan proses penghambatan DPPH oleh antioksidan melalui proses donor hidrogen untuk membentuk DPPH stabil/ adanya antioksidan yang mereduksi radikal bebas (Obenu *et al.*, 2024). Hasil pengukuran konsentrasi dan % inhibisi pengujian aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa pada nilai IC_{50} ekstrak etanol buah sirih sebesar $105,6718057 \mu\text{g/mL}$ ditunjukkan pada **Tabel 4**. Berdasarkan kategori penentuan kekuatan aktivitas antioksidan nilai IC_{50} pada ekstrak etanol tanaman buah sirih berada di kisaran $100\text{-}150 \mu\text{g/ml}$ sehingga digolongkan dalam tingkat aktivitas antioksidan yang sedang (Pratiwi *et al.*, 2021). Berdasarkan hasil uji antioksidan ekstrak etanol buah sirih pada **Tabel 4**. kemudian dibandingkan dengan vitamin C yang ditunjukkan pada **Tabel 4**. Hasil pengukuran antioksidan vitamin C pada **Tabel 4**. dapat dilihat bahwa nilai IC_{50} dari hasil pengukuran sebesar $5,55533169 \mu\text{g/mL}$. Berdasarkan kategori penentuan kekuatan aktivitas antioksidan nilai ini menunjukkan bahwa vitamin C memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat (Abriyani *et al.*, 2021). Jika dibandingkan antara nilai IC_{50} vitamin C dengan ekstrak etanol tanaman buah sirih maka nilai IC_{50} vitamin C lebih kuat dibandingkan ekstrak sampel. Hal ini disebabkan karena vitamin C merupakan senyawa murni hasil isolasi yang memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat sedangkan pada ekstrak etanol tanaman buah sirih adalah ekstrak yang mengandung hampir semua senyawa metabolit sekunder. Vitamin C dalam penelitian ini digunakan sebagai kontrol positif atau pembanding karena vitamin C diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang besar karena sebagai reduktor (Zulfah & Amananti, 2021).

Hasil penelitian ini diperoleh nilai IC_{50} sebesar $105,6718057 \mu\text{g/mL}$ dalam kategori sedang, kemudian dibandingkan dengan penelitian oleh Abasa & Ishak, (2024) dengan nilai IC_{50} yang diperoleh sebesar $75,250 \text{ ppm}$ termasuk kategori kuat. Perbedaan golongan IC_{50} ini disebabkan oleh pelarut yang digunakan, metode ekstraksi, lama ekstraksi dan letak geografis. Pada penelitian ini menggunakan pelarut etanol, metode yang digunakan adalah metode ekstraksi secara maserasi, dan waktu maserasi dilakukan selama 2×24 jam, sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh (Abasa & Ishak, 2024) menggunakan pelarut n-heksan dan etil asetat, metode yang digunakan yaitu metode ekstraksi secara maserasi, waktu maserasi dilakukan 3×24 jam dan lokasi pengambilan sampel di Malino, Kecamatan Tinggi Moncong, Kabupaten Gowa, Provinsi Sulawesi Selatan. Pengukuran aktivitas antioksidan dengan metode DPPH menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 515 nm . Mekanisme terjadinya reaksi DPPH ini berlangsung melalui transfer elektron. Ketika senyawa radikal bebas menerima donor hydrogen yang menyebabkan elektron yang sebelumnya tidak berpasangan menjadi berpasangan dan membentuk senyawa yang stabil (Nastiti & Kurniawati, 2011). Adapun reaksi terbentuknya warna kuning oleh adanya antioksidan yang dihasilkan dari mekanisme reaksi DPPH dengan antioksidan dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Dugaan mekanisme DPPH dengan Antioksidan (Nastiti & Kurniawati, 2011)

Prinsip pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH karena adanya perubahan intensitas warna ungu DPPH yang sebanding dengan konsentrasi larutan DPPH tersebut. Radikal bebas DPPH yang memiliki elektron tidak berpasangan akan memberikan warna ungu. Warna akan berubah menjadi kuning saat elektronnya berpasangan. Perubahan intensitas warna ungu ini terjadi karena adanya peredaman radikal bebas yang dihasilkan oleh bereaksinya molekul DPPH

dengan atom hidrogen yang dilepaskan oleh molekul senyawa sampel sehingga terbentuk 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazil yang menyebabkan terjadinya peluruh warna DPPH ungu ke kuning (Nastiti & Kurniawati, 2011).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa: Analisis GC-MS ekstrak etanol buah sirih (*Piper betle* L.) terdapat 8 puncak area yang paling tertinggi dari senyawa lainnya yaitu senyawa *Hydroxychavicol* dengan waktu retensi 5.332 menit yang memiliki luas area tertinggi sebesar 78.05%. Senyawa tersebut merupakan turunan dari senyawa fenol yang memiliki aktivitas sebagai antioksidan. Tanaman buah sirih memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} sebesar 105,6718057 $\mu\text{g/mL}$ menunjukkan ekstrak etanol tergolong dalam kategori antioksidan sedang. Sedangkan untuk kontrol positif pada vitamin C nilai IC_{50} sebesar 5,555533169 $\mu\text{g/mL}$ yang menunjukkan bahwa vitamin C merupakan antioksidan sangat kuat. Jika dibandingkan antara nilai IC_{50} Vitamin C dan ekstrak etanol tanaman buah sirih maka IC_{50} Vitamin C lebih kuat dibandingkan dengan ekstrak etanol tanaman buah sirih. Berdasarkan kategori penentuan kekuatan aktivitas antioksidan nilai ini menunjukkan bahwa vitamin C memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat (Abriyani *et al.*, 2021). Jika dibandingkan antara nilai IC_{50} vitamin C dengan ekstrak etanol tanaman buah sirih maka nilai IC_{50} vitamin C lebih kuat dibandingkan ekstrak sampel. Hal ini disebabkan karena vitamin C merupakan senyawa murni hasil isolasi yang memiliki aktivitas antioksidan sangat kuat sedangkan pada ekstrak etanol tanaman buah sirih adalah ekstrak yang mengandung hampir semua senyawa metabolit sekunder.

DAFTAR PUSTAKA

- Abasa, & P. I. (2024). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak n-heksan Dan etilasetat Daging Buah Sirih (Piper Betle L.) Dengan Menggunakan Metode Dpph (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl)*. Jurnal Pharmacology and Pharmacy Scientific, 3(1), 17–22.
- Abriyani, E., Fikayuniar, L., & Safitri, F. (2021). *Skrining Fitokimia Dan Bioaktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga Kangkung Pagar (Ipomoea Carnea Jack.) Dengan Metode Dpph (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil)*. Pharma Xplore Jurnal Ilmiah Farmasi, 6(1), 32–42.
- Angriani, Albayudi, N. S. (2022). *Uji Sitotoksik Tumbuhan Obat Di Hutan Adat Sinaga Sumatera Utara*. Wahana Forestra: Jurnal Kehutanan, 17(1), 69–84.
- Amin, A., Tinggi, S., & Farmasi Makassar, I. (2022). *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Batang Kopasanda (Chromolaena odorata L.) dengan Metode 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH)*. Jurnal Ilmu Kesehatan (JIKA), 1, 50–57.
- Ariani, N., & Niah, R. (2020). *Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Kulit Pisang Kepok Mentah Secara in Vitro*. Jurnal Ilmiah Manuntung, 5(2), 161–166.
- Bustanussalam, B., Apriasi, D., Suhardi, E., & Jaenudin, D. (2015). *Efektivitas Antibakteri Ekstrak Daun Sirih (Piper betle Linn) Terhadap Staphylococcus aureus ATCC 25923*. Fitofarmaka: Jurnal ilmiah farmasi, 5(2), 58-64.
- Chairunnisa, S., Wartini, N. M., & Suhendra, L. (2019). *Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (Ziziphus mauritiana L.) sebagai Sumber Saponin*. Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri, 7(4), 551.
- Damayanti, A., & Fitriana, A. (n.d.). *Microwave Assisted Hydrodistillation Untuk Ekstraksi Minyak Atsiri Dari Kulit Jeruk Bali Sebagai Lilin Aromaterapi*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan. 1(2), 1–8.
- Dzulhijar, D., Situmeang, B., Ibrahim, A. M., Muamaliyah, E., Amin, F., Mahardika, M., & Musa, W. J. (2022). *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Daun Sirih Kuning (Piper betle)*. Jurnal Medika & Sains [JMedSains], 2(1), 1-8.
- Gultom, E. S., Sakinah, M., & Hasanah, U. (2020). *Eksplorasi Senyawa Metabolit Sekunder Daun*

- Kirinyuh (*Chromolaena odorata*) dengan GC-MS. *Jurnal Biosains*, 6(1), 23–26.
- Hammado, N., & Sari, N. (2023). Pengaruh Pemberian Ekstrak Rimpang Bangle (*Zingiber cassumunar*) terhadap Kematian Kutu Rambut (*Pediculus capitis*). *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, 5(2), 11–19.
- Isnindar, Subagus Wahyuono, E. prawita setyowati. (2011). *Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Antioksidan Daun Kesemek (Diospyros kaki Thunb .) Dengan Metodedpph (2 , 2-Difenil-1-Pikrilhidrazil) Isolation And Identification Of Antioxidant Compound Of Persimmon*. *Jurnal Majalah Obat Tradisional*, 16(3), 161–169.
- Juniarti, J., & Saga, D. (2009). *Kandungan Senyawa Kimia , Uji Toksisitas (Brine Shrimp Lethality Test) Dan Antioksidan (1 , 1-Diphenyl-2-Pikrilhidrazil) Dari Ekstrak Daun Saga (Abrus precatorius L .)*. *Makara Journal of Science*, 13(1).
- Malik, A., Marpaung, L., Simanjuntak, P., & Nasution, P. (2017). *Aktivitas Sitotoksik Senyawa Golongan Fenolik Dari Ekstrak Daun Sirih (Piper betle L.)*. *Fitofarmaka: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 7(2), 1–6.
- Nastiti, K., Noval, N., & Kurniawati, D. (2021). *Uji Aktivitas Antioksidan Kombinasi Infusa Daun Sirih (Piper betle L), Ekstrak Etanolik Tanaman Bundung (Actinuscirpus grossus) dan Kulit Jeruk Nipis (Citrus aurantifolia): Antioxidant Activity Combination of Piper betle Leaf Infusion, Ethanolic Extract of Bundung (Actinuscirpus grossus) and Citrus Fruit Peel of Citrus aurantifolia*. *Jurnal Surya Medika (JSM)*, 7(1), 115-122.
- Ningsih, I. S., Chatri, M., & Advinda, L. (2023). *Flavonoid Active Compounds Found In Plants Senyawa Aktif Flavonoid yang Terdapat Pada Tumbuhan*. *Abstrak Pendahuluan. Jurnal Serambi Biologi*, 8(2), 126–132.
- Obenu, N. M., Bria, E. J., Kolo, M. M., Mere, J. K., & Tse, A. (2024). *Analisis Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Pelarut Kulit Batang Tumbuhan “At Anonse”(Annona reticulata L.)*. *Jurnal Akta Kimia Indonesia*, 9(1), 17-32.
- Pranantya, J. (2013). *Pengaruh proporsi drug load terhadap profil disolusi dispersi padat kurkumin ekstrak temulawak (curcuma xanthorrhiza roxb) dalam polivinil pirolidon dengan vaccum rotary evaporator*. *Skripsi. Universitas Sanata Dharma*.
- Peter, M. P. J., Raj, J. Y., Sicis, V. P. P., Joy, V., Saravanan, J., Sakthivel, S., John, M. P., Plant, A. J., & Res, S. (2012). *GC-MS Analysis of bioactive components on the Leaves extract of Stylosanthes fruticosa- A potential folklore medicinal plant*. *Asian Journal Of Plant Science & Research* 2(3), 243–253.
- Pratiwi, P. Y., Atikah, N., Nurhaeni, F., & Salamah, U. N. (2021). *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Herba Suruhan (Peperomia pellucida L.) H . B . K) dengan Metode DPPH*. *Jurnal URECOOL (University Research Colloquium)* 0, 4(2), 447–454.
- Puspita, D., Setyo Wulandari, T., Dwi Wahyu, F., Rahardjo Progdi, Monika, (2019). *Analisis Senyawa Bioaktif Dalam Minyak Sengkawang (Shorea sumatrana) Dengan GC-MS (Analysis of Bioactive Compounds in Sengkawang Oil (Shorea Sumatrana) by GC-MS)*. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 18(2), 64–73.
- Putri, M. P. (2015). *Analysis Levels Of Vitamin Cin Fruit Fresh Pineapple (Ananascomosus (L.) Merr) And Fruit Canned Pineapple With Un-vis Spectrophotometry Method*. *Journal WIyata*, 2(1), 34-38.
- Ramdhani, M. N., Firdaus, A., Reine, H. F., & Supriyatna, A. (2024). *Analisis Morfo-Anatomi Daun Sirih dari Famili Piperaceae dan Araceae di daun sesuai tempatnya , seperti jaringan epidermis , jaringan mesofil atau parenkim , serta*. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 2(4), 70–82.
- Rasheed, N., Teresa, M., Miranda, P., & Thomas, A. A. (2020). *Antimicrobial Potential of the Bacteria Associated With Sargassum Wightii Against Plant Fungal Pathogens*. *Journal of Advanced Scientific Research*, 11(2), 173–180.
- Sakka, L., & Muin, R. (2022). *Identifikasi Kandungan Senyawa Antioksidan Ekstrak Daun Bidara (Ziziphus mauritiana Lamk.) Dengan Menggunakan Metode DPPH*. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 4(1), 92–100.
- Salampe, M., Rahma, Z., Nur, S., & Mamada, S. S. (2019). *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Beroma (Cajanus cajan (L.) Milps)*. *Journal Unhas*, 23(1), 29–31.

- Sarjani, T. M., Pandia, E. S., & Wulandari, D. (2017). *FAMILI Piperaceae Di Kota Langsa*. Jurnal IPA Dan Pembelajaran IPA, 1(2), 182–191.
- Sasadara, M. M. V., & Wiranata, I. G. (2022). *Pengaruh Pelarut dan Metode Ekstraksi terhadap Kandungan Metabolit Sekunder dan Nilai IC50 Ekstrak Umbi Bit (Beta vulgaris L.)*. Jurnal Integrasi Obat Tradisional, 2(1), 7–13.
- Sasi, W., & Nubatonis, A. (2017). *Pemasaran Sirih Buah di Desa Sunsea, Kecamatan Naibenu, Kabupaten Timur Tengah Utara*. Jurnal Agribisnis Lahan Kering. Unimor, 2(01), 1–3.
- Sembiring, C.N., (2019). *Analisa Kandungan Kimia, Sifat Fisika Dan Penentuan Kadar Sineol Minyak Atsiri Pada Daun Eucalyptus Pellita Dari Pt Toba Pulp Lestari Dengan Metode GC-MS*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Setiono, M., & Kumoro, A.C (2013). *Penentuan Jenis Solven dan pH Optimum Pada Analisis Senyawa Delphinidin Dalam Kelompok Bunga Rosela Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis*. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri, 91-96.
- Situmeang, B., Muamaliyah, E., Yulianti, N., & Kilo, A. K. (2023). *Aktivitas Antioksidan Ekstrak n-Heksana dan Etil Asetat Daun Sirih Kuning (Piper betle)*. Jurnal Medika & Sains [J-MedSains], 3(1), 12–20.
- Srirahayu, D. (2020). *Efektivitas Ekstrak Daun Beluntas (Pluchea indica) Sebagai Daya Hambat Pertumbuhan Bakteri Staphylococcus Aureus*. (Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Insan Cendekia Medika Jombang).Skripsi.
- Swapna, K. Ammani, H. K. R. P. S. (2012). *Original Article Antioxidant activity of Mokkathotapapada leaves of*. Jurnal Original 2(4), 68-72.
- Tae, S. N., Ceunfin, S., & Lelang, M. A. (2017). *Pengaruh Jenis Sulur dan Jumlah Ruas terhadap Pertumbuhan Sirih Buah Asal Desa Tunmat Kecamatan Io Kufeu Kabupaten Malaka (Piper betle, L)*. Jurnal Pertanian Konserfasi Lahan Kering. Savana Cendana, 2(03), 36–38.
- Tania, A. D., Suoth, E. J., Fatimawali, & Tallei, T. E. (2021). *Identifikasi Komponen Senyawa Dalam Ekstrak N-Heksana Umbi Rumpuk Teki (Cyperus rotundus L.) Dengan Analisis GC-MS*. Journal Pharmacon, 10(3), 975–985.
- Tjandra, R. F., Fatimawali, ., & Datu, O. S. (2020). *Analisis Senyawa Alkaloid dan Uji Daya Hambat Ekstrak Buah Sirih (Piper betle L) terhadap Bakteri Staphylococcus epidermidis*. Jurnal E-Biomedik, 8(2), 173–179.
- Ulfa, S. W. (2021). *Inventarisasi Keanekaragaman Tumbuhan Obat di Kecamatan Medan Tembung Kota Medan Propinsi Sumatera Utara*. Best Journal (Biology Education Science & Tecnology), 4(1), 123–132.
- Wahid, A., Diah, M., & Rama, M. (2017). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Air Dan Ekstrak Etanol Daun Kelor (Moringa Oleifera LAM) Antioxidant Activity Tests of Water and Ethanol Extracts of Moringa (Moringa oleifera LAM) Leaves*. Jurnal Akademika Kim, 6(2), 125–131.
- Wendersteyt, N. V., Wewengkang, D. S., Abdullah, S. S., & Stout, D. (2021). *Antimicrobial Activity Test Of Exstracts And Fractions Of Ascidian Herdmania Momus From Bangka Island Waters Likupang Against The Growth Of Staphylococcus Aureus , Salmonella Typhimurium , And Candida Albicans Uji Aktivitas Antimikroba Dari Ekstrak Dan Fr*. Journal Pharmacon, 10.(1), 76-712.
- Widyasanti, A., & Hasna, A. H. (2016). *Kajian pembuatan sabun padat transparan basis minyak kelapa murni dengan penambahan bahan aktif ekstrak teh putih*. Jurnal Penelitian Teh Dan Kina, Vol.19(2), 179–195.
- Wijaya, D. P., Paendong, J. E., & Abidjulu, J. (2014). *Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Daun Nasi (Phrynium capitatum) dengan Metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil)*. Jurnal MIPA, 3(1), 11.
- Wilapangga, A., & Sari, L. P. (2018). *Analisis fitokimia dan antioksidan metode DPPH ekstrak metanol daun salam (Eugenia polyantha)*. Indonesian Journal of Biotechnology and Biodiversity, 2(1).
- Zuhra, Juliati Br. Taringan, dan H. S. (2008). *Senyawa Flavonoid Dari Daun Katuk (Sauropus androgunus (L) Merr .)*. Jurnal Biologi Sumatera, 3(1), 10–13.
- Zulfah & Amananti, J. S. (2021). *Perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun sirih hijau (Piper betle L.) dan daun sirih merah (Piper crocatum)*. Jurnal Ilmiah Farmasi, x(x), 1–7.