

Aktivitas Antioksidan Senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on dari Jamur Endofit *Fusarium oxysporum* Akar *Kalanchoe millotii*

*Antioxidant Activity of Compound 6-propyl-5,6-dihydro-2H-piran-2-on from Endophytic Fungus *Fusarium oxysporum* of *Kalanchoe millotii* root*

Sari Purbaya¹, Gina Fadlilah¹, Lutfia Silva Aprina¹, Dewi Meliati Agustini¹,
Lilis Siti Aisyah¹, Unang Supratman², Yenny Febriani Yun^{1*}

¹Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Informatika, Universitas Jenderal Achmad Yani, Indonesia

²Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran, Indonesia

*E-mail: yenny.febriani@lecture.unjani.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i2.211>

Received: 7 Sept 2023, Revised: 27 Dec 2023, Accepted: 3 Jan 2024, Online: 5 Jan 2024

Abstrak

Kalanchoe millotii atau cocor bebek merupakan salah tanaman sukulen yang kaya akan metabolit sekunder dan dimanfaatkan sebagai obat tradisional. Eksplorasi kandungan metabolit sekunder dan bioaktivitas dari *Fusarium oxysporum* yang merupakan jamur endofit dari akar *K. millotii* menarik untuk diteliti. Telah berhasil diisolasi dari ekstrak etil asetat *F. oxysporum*, senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on melalui berbagai metode kromatografi. Elusidasi struktur senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on berdasarkan spektrum NMR (¹H-NMR, ¹³C-NMR, HMQC, HMBC, COSY), UV, dan FTIR. Aktivitas antioksidan ekstrak etil asetat *F. oxysporum* dan isolatnya diketahui berdasarkan metode DPPH (2,2 difenil-1-pikrilhidrazil). Isolat menunjukkan aktivitas antioksidan sedang dengan IC₅₀ 153,39 ppm.

Kata kunci: antioksidan, *Fusarium oxysporum*, jamur endofit, *Kalanchoe millotii*.

Abstract

Kalanchoe millotii, also known as cocor bebek, is a succulent plant rich in secondary metabolites and traditionally used in medicine. Exploring the secondary metabolite content and bioactivity of *Fusarium oxysporum*, an endophytic fungus from the roots of *K. millotii*, is of interest. The compound 6-propyl-5,6-dihydro-2H-piran-2-on was successfully isolated from the ethyl acetate extract of *F. oxysporum* through various chromatographic methods. Structure elucidation of compound 6-propyl-5,6-dihydro-2H-piran-2-on based on NMR (¹H-NMR, ¹³C-NMR, HMQC, HMBC, COSY), UV, and FTIR spectra. The antioxidant activity of the ethyl acetate extract of *F. oxysporum* and its isolates was determined based on the DPPH (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. The isolate showed moderate antioxidant activity with an IC₅₀ value 153.39 ppm.

Keywords: antioxidants, *Fusarium oxysporum*, endophytic fungi, *Kalanchoe millotii*

1 Pendahuluan

National Health and Nutrition Examination Survey (NHNES III) menyatakan bahwa sekitar 50 juta menderita penyakit degeneratif [1] yang disebabkan oleh stress oksidatif, yaitu ketidakseimbangan antara jumlah oksidan dalam

sel yang dipicu oleh kurangnya antioksidan dengan produksi radikal yang berlebih [2]. Oleh sebab itu, penelitian mengenai obat-obatan herbal, terutama yang berkaitan dengan antioksidan, terus-menerus dikembangkan. Karena pada umumnya, obat herbal dinilai lebih aman daripada

obat sintesis karena efek sampingnya yang relatif lebih sedikit [3].

Metabolit sekunder merupakan suatu molekul kecil yang dihasilkan oleh tanaman dengan beragam struktur, fungsi dan aktivitas. Karenanya metabolit sekunder sering digunakan sebagai fokus penelitian maupun pengembangan obat-obatan baru. Kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada tumbuhan, berpotensi digunakan sebagai sumber antikanker, antiinflamasi, antioksidan, dan lain sebagainya [4].

K. millotii merupakan salah satu tanaman yang sering dimanfaatkan dalam pengobatan tradisional untuk mengobati demam, batuk, penyakit kulit, luka memar, dan radang usus. Menurut beberapa penelitian, family ini mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder dengan berbagai bioaktivitasnya [5]. Hal ini didukung oleh penelitian [6] menyatakan bahwa tanaman *Kalanchoe* kaya akan kandungan flavonoid, steroid, alkaloid, dan bufadienolida yang memiliki potensi sebagai antimalaria, insektisida, antivirus, antimikroba, antioksidan, sitotoksik, dan lain-lain.

K. millotii dimasukkan ke dalam genus *Kalanchoe* yang mempunyai 383 spesies namun hanya 9% dari spesies ini yang telah diteliti [7]. Tanaman *Kalanchoe* digunakan karena mempunyai kandungan senyawa metabolit sekunder dengan berbagai bioaktivitas, salah satunya adalah potensi sebagai antioksidan. Tatsimo [8] telah berhasil mengisolasi beberapa senyawa metabolit sekunder dari ekstrak etanol daun *Kalanchoe pinnata*, di antaranya kaempferitrin IC_{50} 8,73 $\mu\text{g/mL}$, afzelin IC_{50} 6,44 $\mu\text{g/mL}$, kaempferol-3-O- α -D-glukopiranosid-7-O- α -L-rhamnopyranosid IC_{50} 2,28 $\mu\text{g/mL}$, dan α -Rhamnoisorobin IC_{50} 0,71 $\mu\text{g/mL}$ menunjukkan aktivitas antioksidan yang tinggi.

Oleh karena itu, diperlukan eksplorasi lebih lanjut mengenai potensi bioaktivitas tanaman *Kalanchoe* sebagai penangkal radikal bebas. Pengembangan penelitian pada spesies ini dilakukan dengan memanfaatkan mikroba endofit.

Jamur endofit merupakan salah satu mikroba penghasil senyawa bioaktif yang dapat tumbuh dan mengkolonisasi jaringan tumbuhan (inang), terutama di bagian akar, batang dan daun. Mereka memiliki kemampuan untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder, sehingga dalam pemanfaatannya dapat mengurangi ketergantungan bahan baku inangnya untuk menghasilkan senyawa metabolit sekunder, keanekaragaman hayati pun dapat dipertahankan.

Fusarium oxysporum adalah salah satu jamur endofit yang berhasil diisolasi dari spesies *K. millotii*. Mikroba endofit dalam jaringan tanaman mampu menghasilkan senyawa khusus yang mirip dan memiliki aktivitas biologis yang sama dengan inangnya [9]. Aktivitas senyawa yang dihasilkan jamur endofit biasanya lebih besar dibandingkan aktivitas senyawa tumbuhan inangnya [10].

Berdasarkan latar belakang tersebut, kandungan senyawa metabolit sekunder dalam jamur endofit *F. oxysporum* yang berasal dari akar tanaman *K. millotii* belum banyak dieksplorasi. Oleh karena itu, penelitian dan pengkajian lebih lanjut terhadap kelompok kandungan metabolit sekunder dan potensinya sebagai agen antioksidan alami menjadi hal yang menarik untuk dilakukan.

2 Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Alat

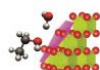
Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi ekstrak etil asetat jamur endofit *F. oxysporum* akar *K. millotii*, aseton ($\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$), n-heksana (C_6H_{14}), kloroform (CHCl_3), etil asetat ($\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$), metanol (CH_3OH), akuades, etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$), H_2SO_4 10% dalam etanol dan silika gel 60 (0,0063-0,0200 mm).

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi alat gelas laboratorium, peralatan destilasi, kolom kromatografi gravitasi, neraca analitik Mettler AE 260 Deltarange, lampu ultraviolet Vilber Vilber Lourmat VL-8.LC, rotary evaporator merk Heidolph Laborata 4000 dan Buchi Rotavapor R-100, klem, statif, pinset dan chamber.

2.2 Cara Kerja

2.1 Pemisahan menggunakan Kromatografi Kolom Gravitasi

Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG) pada ekstrak etil asetat jamur endofit *F. oxysporum* akar *K. millotii* dilakukan setelah didapatkan eluen yang sesuai melalui Kromatografi Lapis Tipis (KLT). KKG dilakukan dengan menggunakan silika gel 60 (0,0063-0,0200). Silika gel yang telah diaktivasi menggunakan n-heksana dimasukkan ke dalam kolom dengan perbandingan sampel dan silika (1:20). Sebanyak 7,5 g sampel diimpregnasi menggunakan silika dengan perbandingan (1:2), dimasukkan tepat di atas silika fasa diam, kemudian dielusi secara bergradien menggunakan eluen n-heksana, etil asetat, dan metanol sehingga diperoleh 18 fraksi, Fraksi-fraksi dimonitor menggunakan KLT, beberapa fraksi yang



memiliki pola noda sama digabungkan sehingga sehingga diperoleh 4 fraksi, dilakukan KKG sekali lagi sehingga didapatkan satu isolat murni.

2.2 Uji Kemurnian

Hasil KKG diuji menggunakan KLT dengan menggunakan beberapa eluen yang berbeda. Satu noda pada KLT menunjukkan isolat relatif murni secara KLT.

2.3 Identifikasi FTIR, UV, dan NMR

Identifikasi UV dilakukan untuk mengetahui sistem terkonjugasi atau terikat pada gugus fungsi, sedangkan identifikasi FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsinya. Identifikasi menggunakan *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR) dilakukan untuk mengetahui struktur molekul, termasuk menentukan jenis dan jumlah atom hidrogen pada struktur, ataupun menentukan susunan atom karbon pada suatu molekul organik.

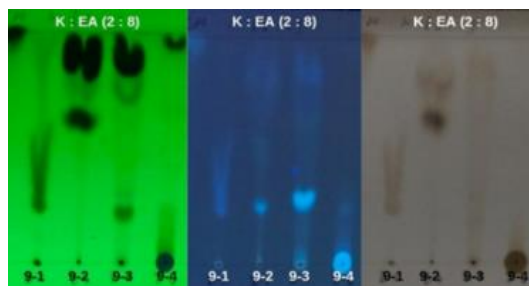
2.4 Uji Aktivitas Antioksidan

Isolat murni yang didapatkan diuji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (1,1-diphenil-2-pikrihidrazil). Larutan sampel ditambahkan 1 mL DPPH dan etanol, sehingga larutan memiliki konsentrasi 50, 100, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900 dan 1000 ppm. Dihomogenkan dan diinkubasi selama 30 menit, kemudian diukur serapan dengan spektroskopi UV-Vis pada panjang gelombang maksimal.

3 Hasil dan Diskusi

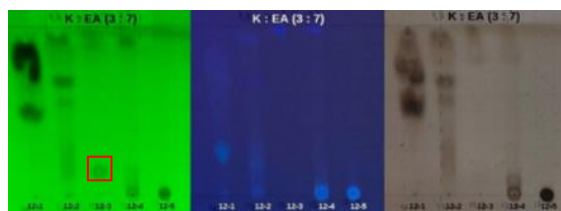
3.1 Pemisahan dengan Kromatografi Kolom Gravitasi

Ekstrak pekat etil asetat dipisahkan dengan KKG sehingga didapatkan 18 fraksi. Fraksi dengan noda sama berdasarkan KLT digabungkan sehingga didapatkan 4 fraksi yang disebut Fraksi Series 9 (Gambar 1).



Gambar 1. KLT Fraksi Series 9

Berdasarkan analisis hasil KLT fraksi series 9, dilakukan isolasi terhadap fraksi 9-2. Selanjutnya, dilakukan pemisahan kembali dengan metode KKG. Pada proses fraksinasi fraksi 9-2 didapatkan hasil 16 fraksi, kemudian dilakukan KLT untuk mengetahui eluat yang memiliki pola noda yang sama. Berdasarkan hasil KLT, beberapa fraksi yang memiliki pola noda yang sama digabungkan, menghasilkan 5 fraksi yang disebut sebagai Fraksi Series 12 (Gambar 2), kemudian dilakukan kembali KLT pada Fraksi Series 12.

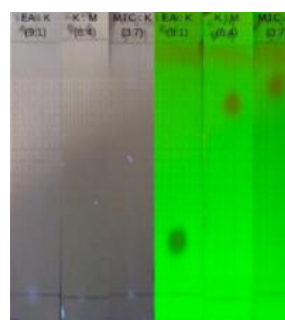


Gambar 2. KLT Fraksi Series 12

Hasil KLT fraksi series 12 dengan menggunakan eluen kloroform : etil asetat (3:7) menunjukkan satu noda pada fraksi 12-3 pada lampu UV 254 nm dan terbentuk noda saat visualisasi dengan H₂SO₄ 10% dalam etanol. Kemudian fraksi 12-3 disebut sebagai Senyawa 1.

3.2 Uji Kemurnian

Uji kemurnian isolat dilakukan dengan menggunakan metode KLT di berbagai eluen (Gambar 3).



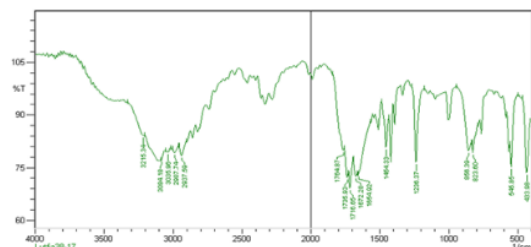
Gambar 3. KLT Senyawa 1 pada berbagai eluen

Eluen yang digunakan pada KLT uji kemurnian senyawa 1 adalah etil asetat : kloroform (9:1), kloroform : metanol (6:4), dan metilen klorida : metanol (3:7). Hasil KLT pada tiga eluen yang berbeda memberikan satu noda, menunjukkan isolat murni.

3.3 Analisis FTIR

Hasil identifikasi spektrum FTIR menunjukkan adanya beberapa puncak intensitas kuat, seperti pada bilangan gelombang 3035,96

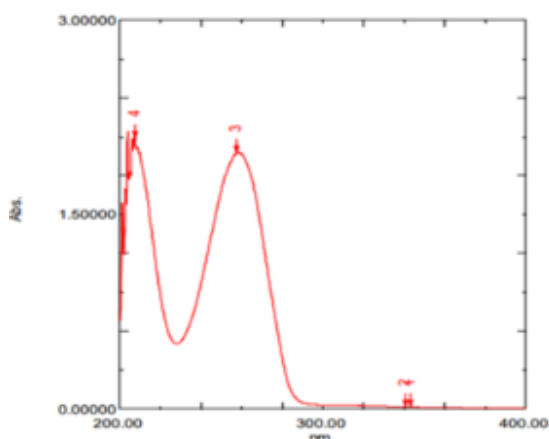
cm^{-1} sampai $3084,96 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya serapan khas ikatan C=C, bilangan gelombang $2093,69 - 2987,74 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus alkil, bilangan gelombang $1735,87$ menunjukkan adanya gugus ester O=C-OR.



Gambar 4. Spektrum FTIR Senyawa 1

3.4 Analisis UV

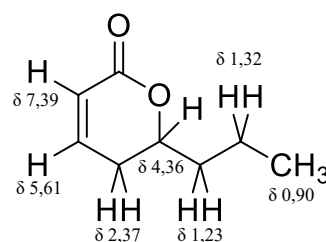
Spektrum UV menunjukkan dua serapan maksimum pada λ_{maks} 207 dan 257 nm. Pada panjang gelombang 207 nm menunjukkan adanya gugus karbonil dengan transisi elektron dari $\pi - \pi^*$ menunjukkan ikatan C=C. Sedangkan panjang gelombang 257 nm menunjukkan adanya eksitasi elektron dari $n - \pi^*$ yang disebabkan adanya suatu kromofor C=O.



Gambar 5. Spektrum UV Senyawa 1

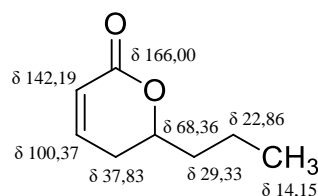
3.5 Analisis NMR

Hasil spektroskopi $^1\text{H-NMR}$ menunjukkan tujuh sinyal proton. Sinyal pada δ_{H} 0,90, 1,23, 1,32 dan 2,37 ppm menunjukkan adanya metil ($-\text{CH}_3$) dan metilen ($-\text{CH}_2$). Pada δ_{H} 4,36 ppm menunjukkan adanya gugus karboksilat ($-\text{OCH}$), ikatan C=C ditunjukkan dengan adanya sinyal doublet pada δ_{H} 5,62 dan 7,39 ppm, kedua proton ini mempunyai tetapan kopling sebesar 7,5 dan 8 Hz, kedua proton saling berhubungan menunjukkan adanya kopling tersubstitusi cis.



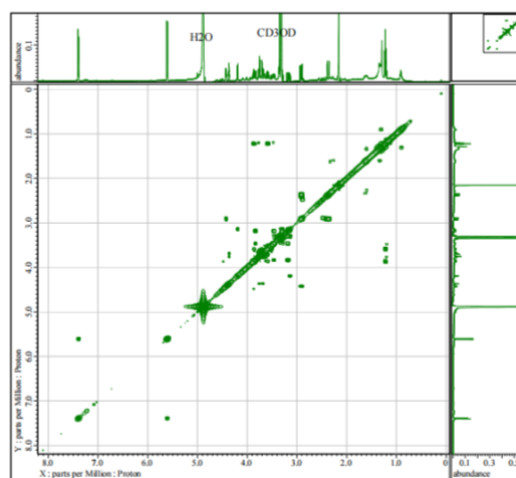
Gambar 6. Nilai Pergeseran Kimia (^1H)

Spektrum $^{13}\text{C-NMR}$ Senyawa 1 menunjukkan adanya gugus metil ($-\text{CH}_3$) pada δ_{C} 14,15 ppm, gugus metilen ($-\text{CH}_2$) 37,83; 29,33 dan 22,86 ppm. Adanya gugus O-C alkoksi alkana atau eter ditunjukkan dengan adanya δ_{C} 68,36 ppm. Ikatan C=C ditunjukkan dengan adanya sinyal pada δ_{C} 100,37 dan 142,19 ppm. Sinyal pada δ_{C} 166,00 ppm menunjukkan keberadaan gugus karboksilat.

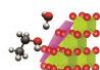


Gambar 7. Nilai Pergeseran Kimia (^{13}C)

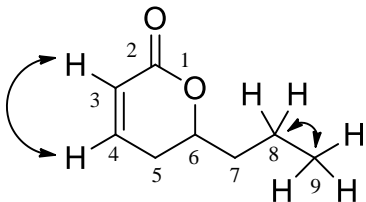
Data spektrum DEPT dapat diketahui tipe karbon senyawa 1 yaitu 1 gugus karbon primer ($-\text{CH}_3$) pada pergeseran 14,15 ppm; 3 karbon sekunder ($-\text{CH}_2$) ditemukan pada pergeseran 37,83; 29,33 dan 22,86 ppm; 2 karbon tersier ($-\text{CH}=\text{C}$) pada 142,19 dan 100,37 ppm serta 1 karbon pergeseran 68,36 ppm ($-\text{CH}-$) sedangkan 1 karbon kuartener ($-\text{C}=\text{O}$) ditemukan pada pergeseran 166,00 ppm.



Gambar 8. Spektrum $^1\text{H}-^1\text{H-COSY}$ Senyawa 1

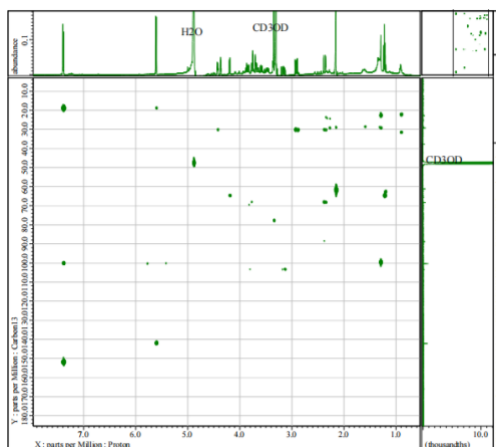


Spektrum ^1H - ^1H -COSY (*Corelated Spectroscopy*) digunakan untuk mengetahui korelasi antara proton-proton yang bertetangga, dan memperkuat korelasi pada cincin yang ditandai dengan munculnya puncak silang antara proton-proton tersebut.



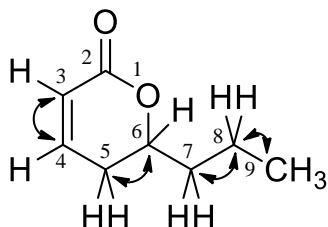
Gambar 9. Hasil Analisis Spektrum ^1H - ^1H COSY Senyawa 1

Spektrum ^1H - ^1H COSY Senyawa 1 menunjukkan adanya korelasi antara proton (H-3) (2H, d; $J=7,5$) δH 7,39 ppm berkorelasi dengan (H-4) (2H, d; 7.5) δH 5,61 ppm; dan (H-8) (6H, m) δH 1,32 ppm berkorelasi dengan (H-9) (1H, q) δH 0,90 ppm.



Gambar 10. Spektrum HMQC Senyawa 1

Spektrum HMBC (*Heteronuclear Multiple Bond Connectivity*) menunjukkan adanya korelasi proton dengan karbon pada jarak lebih dari satu ikatan.



Gambar 11. Hasil Analisis Spektrum HMBC Senyawa 1

Berdasarkan analisis NMR, UV, dan FTIR diketahui bahwa Senyawa 1 merupakan senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on.

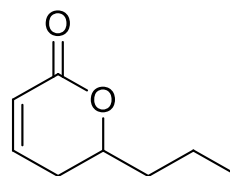
Tabel 1. Pergeseran Kimia Proton dan Karbon Senyawa 1 (CD_3OD , 500 MHz)

Posisi	^{13}C -NMR δC (125 MHz)	δH (H, mult, J (Hz)) 500 MHz
1	-	-
2	166,00	-
3	142,19	7,39 (2H, d; 7.5)
4	100,37	5,61 (2H, d; 7.5)
5	37,83	2,37 (1H, dd, 15,5)
6	68,36	4,36 (2H, m)
7	29,33	1,23 (2H, q)
8	22,86	1,32 (6H, m)
9	14,15	0,90 (1H, q)

Tabel 2. Pergeseran Kimia Proton dan Karbon Senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on (CDCl_3 , 400 MHz) [11]

Posisi	^{13}C -NMR δC (125 MHz)	δH (H, mult, J (Hz)) 400 MHz
1	-	-
2	164,5	-
3	145,0	6,9 (1H, m, 9.7)
4	121,4	6,03 (1H, ddd)
5	36,8	2,38 (2H, m)
6	77,7	4,47 (1H, m)
7	29,3	1,40 (3H, m)
8	18,0	1,76 (1H, m)
9	13,7	0,96 (3H, t)

3.6 Elusidasi Struktur Senyawa 1



Gambar 12. Struktur 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on

6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on (1), padatan berwarna putih kecoklatan; UV (MeOH) λ_{maks} nm 257, 207 nm; IR ν_{maks} cm^{-1} : 3035,96 (C=C) 3084,96 (C=C), 2093,69 (C-H), 2987,74 (C-H), 1735,87 (C=O); ^1H -NMR (500 MHz, CD_3OH , TMS) δ ppm: 0,90 (1H, q), 1,23 (2H, q), 1,32 (6H, m), 2,37 (1H, dd, 15,5), 4,36 (2H, m), 5,61 (2H, d; $J=7,5$), 7,39 (2H, d; $J=7,5$), ^{13}C -NMR (125 MHz, CD_3OD , TMS) δ ppm: 14,15 (CH_3), 22,86 (CH_2), 29,33 (CH_2), 37,83 (CH_2), 68,36 (CH), 100,37 (CH), 142,19 (CH), 166,00 (C=O).

3.7 Aktivitas Antioksidan

Untuk mengetahui aktivitas antioksidan isolat yang diperoleh dilakukan pengujian aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Metode ini dilakukan berdasarkan adanya kemampuan senyawa antioksidan untuk mengurangi radikal bebas dengan adanya donor proton.

Vitamin C digunakan sebagai kontrol positif dalam pengujian ini karena mempunyai gugus hidroksil bebas yang berfungsi sebagai penangkap radikal bebas dan bersifat stabil, dengan IC_{50} 2,78 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa kontrol memiliki aktivitas antioksidan yang sangat baik dan efektif dalam menghambat radikal bebas DPPH.

Nilai IC_{50} adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui konsentrasi antioksidan yang dibutuhkan untuk menghambat radikal DPPH sebesar 50%. Sehingga semakin kecil nilai IC_{50} maka aktivitas antioksidan sampel semakin tinggi (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Uji Antioksidan

Larutan Uji	Persamaan Regresi	IC_{50} (ppm)
Vitamin C (kontrol)	$y = 12,381x + 15,585$ $R^2 = 0,9982$	2,78
Isolat Murni 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on	$y = 0,3056x + 2,96$ $R^2 = 0,9971$	153,94

Pada struktur Vitamin C, terdapat suatu fenol yang dapat mengikat radikal bebas, dengan cara mendonorkan proton H melalui proses transfer elektron, sehingga fenol dapat berubah menjadi radikal fenoksil. Sementara itu isolat murni 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on menunjukkan nilai IC_{50} 153,94 ppm, menandakan bahwa isolat tersebut memiliki aktivitas antioksidan yang sedang. Meskipun demikian, nilai ini menunjukkan daya nilai antioksidan yang lebih baik daripada nilai IC_{50} dari ekstraknya. Oleh karena itu isolat 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on dapat dinyatakan memiliki daya hambat yang lemah terhadap radikal bebas. Senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on tidak memiliki gugus fenol dalam strukturnya, namun memiliki gugus oksidasi yang berada dalam bentuk heterosiklik suatu piran, sehingga menyebabkan daya hambatnya antioksidannya bersifat sedang.

Berdasarkan hasil analisis uji antioksidan isolat ekstrak etil asetat jamur endofit *F. oxysporum* dari akar *K. millotii* atau senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2H-piran-2-on menunjukkan aktivitas antioksidan sedang dengan nilai IC_{50} 153,94 ppm. Perbandingan ini dilakukan dengan aktivitas antioksidan Vitamin C yang memiliki IC_{50} sebesar 2,78 ppm, termasuk dalam kategori sangat aktif.

4 Kesimpulan

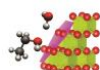
Hasil penelitian menunjukkan bahwa senyawa 6-propil-5,6-dihidro-2-on berhasil diisolasi dari ekstrak etil asetat jamur endofit *F. oxysporum* dari akar *K. millotii*. Senyawa ini menunjukkan aktivitas antioksidan yang sedang, dengan nilai IC_{50} sebesar 153,93 ppm.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, khususnya Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi (Ditjen Dikti) atas hibah yang diberikan sehingga penelitian dapat dilakukan. Penulis juga berterima kasih kepada Laboratorium Kimia Unjani dan BRIN Serpong yang telah membantu kelancaran jalannya penelitian, sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Yunas, R. and Listyarini, A.D. 2019. Studi Deskriptif Kejadian Hipertensi di Posyandu Lansia Desa Piji Wilayah Kerja Puskesmas Dawe Kabupaten Kudus. *Jurnal Keperawatan Dan Kesehatan Masyarakat Cendekia Utama*, STIKES Cendekia Utama Kudus. 8 (1) 55. 10.31596/jcu.v8i1.305
- [2] Santosa, W.N. and Baharuddin, B. 2020. Penyakit Jantung Koroner dan Antioksidan. *KELUWIH: Jurnal Kesehatan Dan Kedokteran*, University of Surabaya. 1 (2) 98–103. 10.24123/kesdok.v1i2.2566
- [3] Sumayyah, S. and Salsabila, N. 2017. Obat Tradisional: Antara Khasiat dan Efek Sampingnya. *FarmasetikaCom (Online)*, Universitas Padjadjaran. 2 (5) 1. 10.24198/farmasetika.v2i5.16780



- [4] Chattopadhyay, R.R. and Bhattacharyya, S.K. 2007. Plant Review Terminalia chebula: An update. *Pharmacognosy Reviews*, 1 (1) 151–6.
- [5] Saputra, T.R., Ngatin, A. and Sarungu, Y.T. 2018. Penggunaan metode ekstraksi maserasi dan partisi pada tumbuhan cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) dengan kepolaran berbeda. *Fullerene Journal of Chemistry*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Manado. 3 (1) 5. 10.37033/fjc.v3i1.26
- [6] Milad, R. 2014. Genus *Kalanchoe* (Crassulaceae): A Review of Its Ethnomedicinal, Botanical, Chemical and Pharmacological Properties. *European Journal of Medicinal Plants*, Sciencedomain International. 4 (1) 86–104. 10.9734/ejmp/2014/5901
- [7] Nascimento, L.B.D.S., Casanova, L.M. and Costa, S.S. 2023. Bioactive Compounds from *Kalanchoe* Genus Potentially Useful for the Development of New Drugs. *Life (Basel, Switzerland)*, Switzerland. 13 (3) 646. 10.3390/life13030646
- [8] Tatsimo, S.J.N., Tamokou, J. de D., Havyarimana, L., Csupor, D., Forgo, P., Hohmann, J. et al. 2012. Antimicrobial and antioxidant activity of kaempferol rhamnoside derivatives from *Bryophyllum pinnatum*. *BMC Research Notes*, England. 5 158. 10.1186/1756-0500-5-158
- [9] Septiana, E. 2020. Kapang endofit sebagai sumber senyawa aktif antivirus yang menjanjikan: Suatu Kajian Pustaka. *Jurnal Biologi Udayana*, Universitas Udayana. 24 (1) 26. 10.24843/jbiounud.2020.v24.i01.p04
- [10] Jha, D.K. 2015. Bioprospecting for microbial endophytes and their natural products. *NBU Journal of Plant Sciences*, University of North Bengal. 9 (1) 1–13. 10.55734/nbujps.2015.v09i01.001
- [11] Wickel, S.M., Citron, C.A. and Dickschat, J.S. 2013. 2H-Pyran-2-ones from *Trichoderma viride* and *Trichoderma asperellum*. *European Journal of Organic Chemistry*, Wiley. 2013 (14) 2906–13. 10.1002/ejoc.201300049

