

Determination of antioxidant active fraction in the ethanol extract of benalu leaves (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Denser) growing on rambutan trees

Penentuan fraksi aktif antioksidan ekstrak etanol daun benalu (*Scurrula atropurpurea* (Bl.) Denser) yang tumbuh pada pohon rambutan

Sista Werdyani*, Denda Suli Hartati, Pinus Jumaryatno

Jurusan Farmasi, Fakultas MIPA, Universitas Islam Indonesia, DI Yogyakarta

*Corresponding author. Email: sista.werdyani@uui.ac.id

Abstract

Background: The antioxidant activity of benalu can vary according to the host plant. Studies of antioxidant active compounds in benalu which grows on rambutan trees have never been conducted even though rambutans are known to have a high antioxidant activity.

Objective: To investigate the class of compounds contained in the active fraction with the highest antioxidant activity and to measure the antioxidant activity using DPPH assay.

Method: Extraction was carried out through maceration followed by fractionation using the vacuum column chromatography (KCV). The qualitative test of extract compound content and subsequent fractions was conducted using the thin layer chromatography (TLC) method with the help of spray reagent. The antioxidant activity of the extract and fractions was then calculated using the DPPH method.

Results: The highest antioxidant activity was in fraction 5 with IC_{50} value of 7.211 ± 0.072 . The groups of compound in fraction 5 were flavonoids and tannins.

Conclusion: The antioxidant active compounds in the ethanol extract of benalu growing on rambutan trees were found in fraction 5 and were thought to belong to the class of flavonoids and/or tannins.

Keywords: antioxidant, DPPH, rambutan's benalu, *Scurrula atropurpurea* (Bl.) Denser

Intisari

Latar belakang: Aktivitas antioksidan benalu dapat berbeda apabila inang yang ditumbuhi berbeda. Penelusuran senyawa aktif antioksidan pada benalu rambutan belum pernah dilakukan, padahal pohon rambutan diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi.

Tujuan: Mengetahui golongan senyawa yang terkandung dalam fraksi aktif dengan aktivitas antioksidan tertinggi dan menghitung aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH.

Metode: Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi dan dilanjutkan dengan fraksinasi menggunakan kromatografi kolom vakum (KCV). Uji kualitatif kandungan senyawa ekstrak dan fraksi selanjutnya dilakukan dengan metode kromatografi lapis tipis (KLT) dengan bantuan reagen semprot. Aktivitas antioksidan ekstrak dan fraksi kemudian dihitung dengan metode DPPH.

Hasil: Aktivitas antioksidan tertinggi adalah fraksi 5 dengan nilai IC_{50} $7,211 \pm 0,072$. Kelompok senyawa pada fraksi 5 adalah flavonoid dan tannin.

Kesimpulan: Senyawa aktif antioksidan dalam ekstrak etanol daun benalu rambutan terdapat dalam fraksi 5 dan diduga termasuk ke dalam golongan senyawa flavonoid dan atau tannin.

Kata kunci: Antioksidan, DPPH, benalu rambutan, *Scurrula atropurpurea* (Bl.) Denser

1. Pendahuluan

Dewasa ini dunia kesehatan banyak membahas tentang cara berbagai penyakit dan bahan-bahan lain merusak tubuh manusia. Kerusakan sel dan jaringan yang merupakan akar dari sebagian besar penyakit disebabkan oleh kelompok kimia yang sangat aktif dan berbahaya yang disebut radikal bebas (Youngson, 2005). Berbagai macam penyakit yang bisa ditimbulkan oleh radikal bebas seperti kerapuhan sel, penyakit degeneratif, katarak, aterosklerosis, dan kanker (Winarsi, 2007). Tingginya kadar radikal bebas dalam tubuh dapat ditunjukkan oleh rendahnya aktivitas enzim antioksidan dan tingginya kadar malondialdehid (MDA) dalam plasma. Oleh sebab itu, tubuh kita membutuhkan antioksidan yang dapat membantu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas dan meredam dampak negatifnya (Winarsi, 2007). Di Indonesia, salah satu bahan alam yang berkhasiat sebagai antioksidan adalah benalu.

Benalu merupakan tanaman parasit yang tumbuh dengan menghisap makanan dari tanaman inangnya (Pitojo *et al.*, 2007). Benalu diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang baik. Hal ini dapat dilihat dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Artanti *et al.* pada tahun 2009 yang mengemukakan bahwa ekstrak benalu yang tumbuh pada inang belimbing, mangga, kenanga, duku, sirsak, kepel, mahkota dewa, dan teh mempunyai aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} antara 6,4-51,8 $\mu\text{g/ml}$. Penelitian lain yang dilakukan oleh Fitrilia (2015) menunjukkan bahwa ekstrak air dan etanol 70% dari benalu yang tumbuh di cengkeh memiliki nilai IC_{50} berturut-turut yaitu 11,4 $\mu\text{g/ml}$ dan 6,8 $\mu\text{g/ml}$. Nilai IC_{50} tersebut termasuk ke dalam kelompok aktivitas antioksidan yang sangat kuat karena nilai IC_{50} mendekati asam askorbat yang diketahui sebagai senyawa dengan antioksidan yang sangat kuat (Molyneux, 2014).

Aktivitas antioksidan benalu dapat berbeda ketika inang yang ditumbuhi juga berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan inang benalu kemungkinan menyebabkan perbedaan senyawa kimia yang dikandung dan mampu membuat perbedaan nilai IC_{50} . Perbedaan tersebut terjadi karena benalu menyerap sari makanan dan nutrisi dari inang sehingga senyawa yang dihasilkan dari inang dengan benalu memiliki kemiripan, meskipun kemiripannya tidak mencapai 100% akibat perbedaan genetik dari inang dengan benalu. Inang yang ditumbuhi benalu salah satunya adalah pohon rambutan. Pohon rambutan merupakan salah satu tanaman yang memiliki aktivitas antioksidan karena mengandung banyak flavonoid dan fenol. Hal ini didukung oleh penelitian Anshory *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa flavonoid total pada kulit dan biji rambutan sebesar 244,13 mg/g sampel dan 130,29 mg/g sampel dengan nilai IC_{50} sebesar 1,62 ppm. Mistriyani *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa kulit rambutan dapat menghambat radikal bebas dengan IC_{50} sebesar 3,1 $\mu\text{g/ml}$ untuk kultivar Aceh dan 0,77 $\mu\text{g/ml}$ untuk kultivar Binjai.

Kemampuan antioksidan rambutan tersebut memungkinkan benalu yang tumbuh pada rambutan memiliki aktivitas antioksidan. Senyawa yang kemungkinan terkandung dalam benalu rambutan dan memiliki aktivitas antioksidan adalah flavonoid, oleh karenanya perlu diekstraksi dengan pelarut etanol. Namun, penelitian lebih lanjut terhadap kandungan senyawa pada benalu rambutan dan aktivitas antioksidannya belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa kimia dan menelusuri fraksi aktif yang memiliki aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol daun benalu yang tumbuh di pohon rambutan.

2. Metodologi penelitian

2.1 Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu); *rotary evaporator* (Heidolph); ultrasonikator (Branson); kromatografi kolom vakum (VLC), KLT-*chamber* (Camag); *waterbath* (Memmert); timbangan analitik; corong buchner; mesin penyerbuk (*milling*); dan seperangkat alat gelas. Bahan yang digunakan adalah daun benalu rambutan; etanol 96%; plat silika gel 60 GF₂₅₄ (Merck); silika gel F₂₅₄ (Merck); standar kuersetin; 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH); akuades; *n*-heksana (Merck); metanol (Merck); etil asetat (Merck); AlCl₃, FeCl₃, dan *Dragendroff*.

2.2 Pengumpulan, determinasi, ekstraksi, dan fraksinasi daun benalu

Daun benalu rambutan dikoleksi dari Dusun Setan, Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta dan kemudian dideterminasi di Laboratorium Sistemika Tumbuhan Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada. Daun benalu yang sudah dikoleksi kemudian disortir, diucui bersih dan dikeringkan dalam lemari pengering selama 6 jam pada suhu 50°C. Setelah kering, daun kemudian dihaluskan menggunakan *milling*. Serbuk daun benalu selanjutnya disokletasi menggunakan pelarut *n*-heksan untuk menghilangkan klorofil atau deklorofilasi. Proses sokletasi dilakukan bertahap setiap 30 g sampel disoklet dengan 300 mL *n*-heksan dan dilakukan hingga minimal 7 siklus sampai pelarut bening.

Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Serbuk daun benalu hasil deklorofilasi kemudian dimaserasi dengan etanol selama 3 hari. Maserat yang diperoleh dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* dan dilanjutkan pemanasan diatas *waterbath*. Ekstrak kental yang didapat difraksinasi menggunakan kromatografi kolom cair vakum (KCV). Kolom awalnya diisi dengan 10 g silika gel F₂₅₄ yang dipadatkan, kemudian ditambahkan 1 g ekstrak kental di atas silika serta ditutup dengan kertas saring. Pemisahan dilakukan menggunakan fase gerak gradien, yaitu: *n*-heksan 100% (F1), *n*-heksan:etil asetat(30:20) (F2),*n*-heksan:etil asetat (20:30) (F3), etilasetat 100% (F4), etil asetat:metanol (30:20) (F5), etil asetat:metanol (20:30) (F6) dan metanol 100% (F7) dengan masing-masing volume 50 mL.

Masing-masing fraksi dipekatkan kembali hingga kental dengan *rotary evaporator* dan *waterbath*.

2.3 Uji kualitatif kandungan senyawa kimia ekstrak

Pengujian kandungan senyawa pada ekstrak dilakukan menggunakan metode KLT. Ekstrak dan fraksi masing-masing dilarutkan dalam etanol, kemudian ditotolkan pada plat silika dan dielusi dengan eluen n-heksan:etil asetat (3:7). Plat kemudian disemprot dengan pereaksi AlCl_3 5%; FeCl_3 ; *Dragendroff*; dan DPPH untuk mendeteksi keberadaan senyawa flavonoid, tannin, alkaloid, dan senyawa antioksidan.

2.4 Uji aktivitas antioksidan

Pengujian antioksidan dengan metode DPPH diawali dengan pembuatan larutan DPPH 50 ppm sebanyak 200 mL. Ekstrak dan fraksi selanjutnya dilarutkan dengan methanol untuk mendapatkan larutan stok 1000 ppm. Larutan stok kemudian diencerkan hingga didapat konsentrasi 10; 5; 2,5; 1,25; 0,625 ppm. Masing-masing konsentrasi diambil 2 mL, ditambah 2 mL DPPH, didiamkan selama 30 menit dalam ruang gelap, dan kemudian dibaca absorbansinya pada panjang gelombang maksimal DPPH. Kuersetin sebagai pembanding diperlakukan sama dengan sampel seperti cara kerja diatas, namun konsentrasinya berbeda yaitu 1,25; 0,625; 0,313; 0,156; 0,078 ppm. Absorbansi yang didapat kemudian digunakan untuk menghitung persen penghambatan dengan rumus :

$$\% \text{ penghambatan} = \frac{(\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel})}{\text{Abs blanko}} \times 100\% \quad (1)$$

Konsentrasi (x) dengan persen penghambatan (y) kemudian digambarkan korelasinya dan dihitung persamaan garis dengan regresi linier. Nilai IC_{50} yang menunjukkan dosis yang dapat menghambat radikal bebas sebesar 50 persen selanjutnya ditentukan dengan mengganti nilai y menjadi 50 pada persamaan garis yang didapatkan.

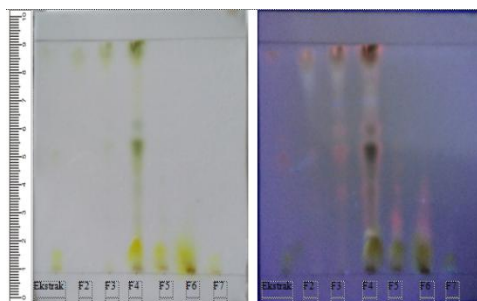
3. Hasil dan pembahasan

Hasil determinasi menunjukkan bahwa sampel yang digunakan adalah benar merupakan benalu termasuk family Loranthaceae, genus *Scurrula*, dan spesies *Scurrula atropurpurea* (Bl.) Denser. Sampel kemudian diekstraksi dan difraksinasi menjadi 7 fraksi dengan rendemen seperti dituliskan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1 terlihat fraksi 1 tidak memiliki rendemen, hal ini karena ekstrak sudah mengalami deklorofilasi menggunakan pelarut *n*-heksana. Oleh karenanya, F1 tidak disertakan pada pengujian selanjutnya. Fraksi dengan rendemen terbanyak adalah fraksi 6, yaitu sebanyak 38,23%.

Tabel 1. Data rendemen ekstrak dan fraksi daun benalu rambutan

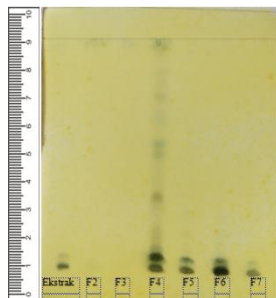
Nama ekstrak/fraksi	Bobot (g)	Rendemen (%)
Ekstrak etanol 96%	1,487	2,2
Fraksi n-heksan 100% (F1)	-	-
Fraksi n-heksan:etil asetat (30:20) (F2)	0,016	1,6
Fraksi n-heksan:etil asetat (20:30) (F3)	0,049	4,9
Fraksi etil asetat 100% (F4)	0,0997	9,97
Fraksi etil asetat:metanol (30:20) (F5)	0,1725	17,25
Fraksi etil asetat:metanol (20:30) (F6)	0,3823	38,23
Fraksi metanol 100% (F7)	0,1139	11,39

Pengujian kandungan kimia secara kualitatif ditunjukkan dengan Gambar 1-3. Gambar 1 menunjukkan hasil pengujian secara kualitatif senyawa flavonoid menggunakan reagen semprot $AlCl_3$. Berdasarkan gambar tersebut tampak bahwa ekstrak dan semua fraksi positif mengandung flavonoid. Hal ini ditunjukkan dengan adanya warna kuning pada plat setelah disemprot $AlCl_3$ pada sinar tampak dan fluoresensi kuning hingga hijau di bawah sinar UV 366.



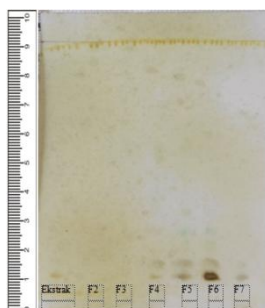
Gambar 1. Hasil KLT ekstrak dan fraksi benalu setelah disemprot dengan $AlCl_3$ pada sinar tampak (Gambar kiri) dan sinar UV 366 (Gambar kanan)

Hasil pengujian kandungan tannin dapat dilihat pada Gambar 2. Pada Gambar tersebut tampak bahwa ekstrak, fraksi 4, 5, 6, dan 7 mengandung tannin karena setelah disemprot $FeCl_3$ pada sinar tampak terjadi perubahan warna menjadi biru tua. Pada fraksi 2 dan 3 tidak tampak bercak biru tua sehingga kedua fraksi ini negatif tannin.

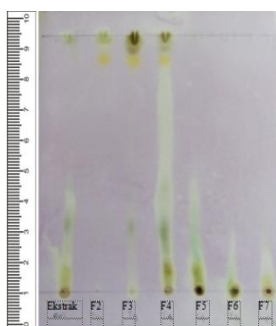


Gambar 2. Hasil KLT ekstrak dan fraksi benalu setelah disemprot dengan FeCl_3 pada sinar tampak

Pengujian kandungan alkaloid menggunakan Dragendroff juga dilakukan dengan hasil pada Gambar 3. Pada Gambar tersebut tampak bahwa ekstrak dan semua fraksi negatif alkaloid karena setelah disemprot Dragendroff tidak ada yang mengalami perubahan warna. Skrining awal pengujian senyawa antioksidan dilakukan dengan menyemprotkan senyawa DPPH pada plat KLT hasil elusi ekstrak dan fraksi. Hasil pengujian tampak pada Gambar 4. Pada Gambar tersebut tampak bahwa adanya bercak berwarna kuning pada ekstrak dan semua fraksi yang menunjukkan keberadaan senyawa antioksidan. Keseluruhan hasil pengujian kualitatif senyawa dirangkum pada Tabel 2.



Gambar 3. Hasil KLT ekstrak dan fraksi benalu setelah disemprot dengan Dragendroff

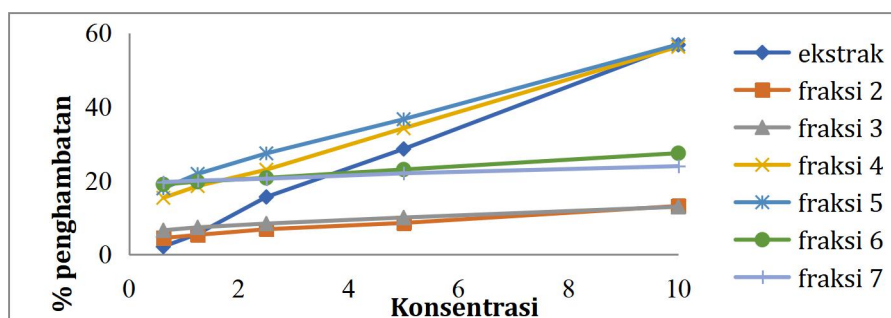


Gambar 4. Hasil KLT ekstrak dan fraksi benalu setelah disemprot dengan DPPH

Tabel 2. Hasil pengujian kualitatif senyawa pada ekstrak dan fraksi daun benalu

Golongan senyawa	Ekstrak	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Flavonoid	+	+	+	+	+	+	+
Tanin	+	-	-	+	+	+	+
Alkaloid	-	-	-	-	-	-	-
Antioksidan	+	+	+	+	+	+	+

Hasil pengujian kandungan senyawa kimia tampak bahwa ekstrak dan fraksi mengandung senyawa antioksidan, oleh karenanya pengujian dilanjutkan dengan perhitungan aktivitas antioksidan ekstrak dan semua fraksi. Korelasi dosis dengan persen penghambatan dapat dilihat pada Gambar 5 dengan nilai IC_{50} dapat dilihat pada Tabel 3. Nilai IC_{50} yang semakin kecil menunjukkan kemampuan dalam menghambat semakin besar begitupula sebaliknya. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai IC_{50} ekstrak sebelum difraksinasi rendah, yang menunjukkan aktivitas antioksidannya sangat kuat. Ekstrak tersebut setelah difraksinasi menjadi 7 fraksi menyebabkan salah satu fraksi mempunyai nilai IC_{50} yang lebih rendah yaitu pada fraksi 4 dan 5. Hal ini menunjukkan bahwa proses pemisahan senyawa menyebabkan meningkatnya aktivitas antioksidan.

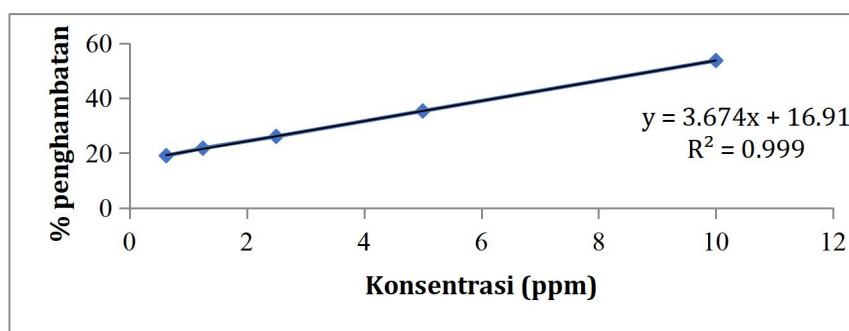
**Gambar 5.** Grafik konsentrasi (x) dengan persen penghambatan (y) ekstrak dan fraksi daun benalu

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa fraksi dengan aktivitas antioksidan tertinggi adalah fraksi 5 dan nilainya lebih rendah daripada ekstrak kasarnya (ekstrak sebelum fraksinasi). Hal ini kemungkinan karena senyawa aktif antioksidan ditemukan terbanyak pada fraksi 5 dan aktivitasnya lebih baik ketika lebih murni. Fraksi 5 berdasar pengujian kandungan kimia yang dilakukan sebelumnya, mengandung senyawa flavonoid dan tannin.

Aktivitas antioksidan kuersetin juga dihitung pada penelitian ini sebagai pembandingan seperti yang terlihat pada Gambar 6. Nilai IC_{50} kuersetin berdasarkan persamaan garis yang didapatkan adalah sebesar $1,126 \pm 0,018$ ppm. Kuersetin merupakan salah satu senyawa flavonoid yang telah diketahui memiliki aktivitas antioksidan (Ozgen *et al.*, 2016).

Tabel 3. Persamaan regresi linier dan nilai IC₅₀ (ppm) ekstrak dan fraksi daun benalu

Sampel	Persamaan regresi linier	IC ₅₀ (ppm) rata-rata ± SD
Ekstrak etanol	$y = 5,79x - 0,701; r^2 = 0,997$	8,759 ± 0,149
Fraksi 2	$y = 0,898x + 4,195; r^2 = 0,994$	51,100 ± 2,607
Fraksi 3	$y = 0,657x + 6,512; r^2 = 0,989$	67,091 ± 9,566
Fraksi 4	$y = 4,348x + 12,60; r^2 = 0,999$	7,569 ± 0,693
Fraksi 5	$y = 4,065x + 16,36; r^2 = 0,998$	7,211 ± 0,072
Fraksi 6	$y = 0,893x + 18,52; r^2 = 0,999$	35,814 ± 4,947
Fraksi 7	$y = 0,460x + 19,42; r^2 = 0,992$	66,631 ± 3,790

**Gambar 6.** Grafik konsentrasi (x) dengan persen penghambatan (y) kuersetin

Flavonoid merupakan kelompok senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan, namun beberapa senyawa flavonoid dapat beraktivitas sebagai prooksidan (Pietta, 2000; Prochazkova *et al.*, 2011). Sedangkan senyawa tannin diketahui sebagai kelompok senyawa yang juga memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi dengan nilai IC₅₀ dibawah 20 ppm (Wafa *et al.*, 2016). Oleh karena itu, kedua kelompok senyawa diduga merupakan senyawa aktif yang berperan dalam aktivitas antioksidan fraksi 5.

Aktivitas antioksidan fraksi 5 apabila dibandingkan dengan kuersetin memiliki aktivitas yang jauh lebih rendah. Hal ini kemungkinan karena kuersetin merupakan senyawa murni, sedangkan fraksi masih mengandung beberapa senyawa. Kandungan senyawa dalam fraksi dapat dilihat dari hasil pemisahan senyawa menggunakan KLT pada Gambar 1-3. Pada Gambar 1-3 tampak bahwa fraksi 5 memiliki lebih dari satu spot yang kemungkinan jenis senyawanya berbeda. Pemisahan senyawa pada fraksi 5 diduga dapat meningkatkan aktivitas antioksidan dari fraksi 5. Hal ini juga didukung dari hasil penelitian ini yang menunjukkan aktivitas antioksidan fraksi lebih tinggi daripada ekstraknya, sehingga kemungkinan senyawa aktif bekerja lebih kuat ketika dalam bentuk tunggal.

Pemisahan fraksi 5 menjadi sub fraksi dapat dilakukan dengan KCV atau KLT-P. Sub fraksi yang didapat kemudian dapat dibandingkan aktivitasnya. Sub fraksi dengan aktivitas tertinggi kemungkinan mengandung senyawa aktif antioksidan. Seperti yang sudah dibahas sebelumnya, kemungkinan senyawa aktif adalah golongan flavonoid dan tannin. Senyawa yang termasuk ke dalam golongan senyawa tersebut sangat banyak, sehingga penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengetahui senyawa aktif antioksidan pada fraksi 5 ini. Apabila dilihat dari pelarut fraksi 5 yang merupakan etil asetat: metanol (30:20), maka dugaan terkait senyawa aktif antioksidan mengarah kepada senyawa dengan sifat semipolar yang diduga termasuk ke dalam kelompok tannin atau flavonoid.

4. Kesimpulan

Aktivitas antioksidan tertinggi adalah fraksi 5 dengan nilai IC_{50} 7,211 \pm 0,072 dan nilainya melebihi aktivitas antioksidan ekstrak kasarnya, sehingga diduga senyawa aktif antioksidan terdapat dalam fraksi 5. Senyawa tersebut kemungkinan merupakan senyawa flavonoid dan atau tannin yang bersifat semipolar serta diduga memiliki aktivitas lebih baik dalam bentuk tunggalnya.

Daftar pustaka

- Anshory, H., Suparmi, & A.S., T. (2006). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol kulit buah Rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) terhadap penangkapan radikal bebas DPPH. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(1).
- Artanti, N., Widayati, R., & Fajriahetno, S. (2009). Aktivitas antioksidan dan toksisitas ekstrak Air dan etanol daun benalu (*Dendrophthoe pentandra* L. Miq.) yang tumbuh pada berbagai inang. *Jurnal Kimia Terapan Indonesia*, 11(1).
- Fitrilia, T. (2015). Ekstrak daun benalu cengkeh (*Dendrophthoe pentandra* (L.) Miq) sebagai agen antioksidan dan antidiabetes secara in vitro. Institut Pertanian Bogor.
- Mistriyani, Riyanto, S., & Rohman, A. (2018). Antioxidant activities of rambutan (*Nephelium lappaceum* L) peel in vitro. *Food Research*, 2(1), 119–123.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable Free Radical Diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*. <https://doi.org/10.1287/isre.6.2.144>
- Ozgen, S., Kilinc, O. K., Selamoglu, Z., Oksidatif, K., Flavonoidler, S., & Bitki, A. (2016). Antioxidant activity of quercetin: a mechanistic review kuersetinin antioksidan aktivitesi: mekanik bir derleme. *Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi / Turkish Journal of Agriculture -Food Science and Technology*, 4(412), 1134–1138.
- Pietta, P. G. (2000). Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, 63(7), 1035–1042.
- Pitojo, S., & Puspita, H. N. (2007). *Seri Budi Daya Kesemek*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Procházková, D., Boušová, I., & Wilhelmová, N. (2011). Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. *Fitoterapia*, 82(4), 513–523. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2011.01.018>
- Wafa, N., Sofiane, G., & Mouhamed, K. (2016). The antioxidant and antimicrobial activities of flavonoids and tannins extracted from *Phlomis bovei* De Noé. *Pelagia Research Library European Journal of Experimental Biology*, 6(3), 55–61.
- Winarsi, H. (2007). *Antioksidan alami dan radikal bebas*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Youngson, R. (2005). *Antioksidan: manfaat vitamin C dan E bagi kesehatan* (S. Purwoko & L. Juwono, Eds.). Jakarta: Penerbit Arcan.