

KANDUNGAN SENYAWA METABOLIT SEKUNDER DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA *Octoblepharum albidum* DAN *Barbula javanica*

Dinda Syaputry^{1*}, Sasi Gendro Sari¹, Rusmiati¹

¹Program Studi Biologi, FMIPA/ULM, Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*Penulis korespondensi : dindsyaaa18@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah, tepatnya di pulau Kalimantan dan salah satu keanekaragaman tersebut adalah lumut. Lumut memiliki berbagai macam potensi, salah satunya adalah dijadikan tanaman obat. Namun, potensi tersebut belum banyak diketahui oleh khalayak luas, sehingga perlu adanya penelitian lebih lanjut. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap senyawa metabolit sekunder serta jumlah kandungan aktivitas antioksidan dalam spesies lumut *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica* yang ditemukan di kawasan kebun sawit Landasan Ulin Utara dan Ekowisata Taman Hutan Raya (TAHURA) Sultan Adam, Kalimantan Selatan. Prosedur penelitian dengan pengujian metabolit sekunder menggunakan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenolik, steroid dan triterpenoid yang menghasilkan data kualitatif. Pengujian aktivitas antioksidan metode DPPH pengulangan sebanyak 3 kali dengan Spektrofotometer UV - Vis dan menghasilkan data kuantitatif. Hasil pengujian senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada sampel *Octoblepharum albidum* adalah alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenolik, steroid dan terpenoid, namun berwarna samar. Sedangkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada sampel *Barbula javanica* adalah alkaloid, flavonoid dan saponin dengan warna samar. Hasil uji antioksidan bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum* 1111,720 ppm dan bagian rizoid 240,170 ppm. Hasil uji antioksidan pada sampel daun dan batang *Barbula javanica* 938,816 ppm.

Kata kunci: Antioksidan, Lumut, Metabolit sekunder

1 PENDAHULUAN

Indonesia disebut negara megabiodiversiti, dengan salah satu keanekaragaman hayatinya adalah lumut (Bryophyta) (Raihan *et al.*, 2018). Pulau Kalimantan tepatnya, bagian Indonesia dengan keanekaragaman hayati yang melimpah. Kalimantan umumnya memiliki iklim tropis basah, curah hujan dan kelembaban yang tinggi serta suhu lingkungan yang hangat sehingga Kalimantan merupakan habitat yang banyak ditemukan lumut. Lumut yang berada di pulau Kalimantan belum banyak diteliti, walaupun keanekaragaman lumut di Kalimantan diyakini cukup tinggi (Budiharta & Meijaard, 2017).

Lumut di Kalimantan memiliki potensi yang sangat besar, meliputi fungsi ekosistem dan ekonomis. Fungsi ekosistem disebabkan karena lumut bermanfaat sebagai pengendali siklus air dalam tanah bahkan sumber energi yang ramah lingkungan sedangkan fungsi ekonomis disebabkan karena lumut bermanfaat bagi tumbuhan lain dan sebagai penghasil obat. Menurut Widiana *et al.* (2014) lumut sebagai tanaman obat memiliki kandungan senyawa aktif metabolit sekunder yang diketahui dapat digunakan sebagai antibakteri, antifungi, antioksidan, antitumor dan antikanker. Keberadaan senyawa bioaktif yang ada di dalam lumut meliputi alkaloid, fenolik, saponin, flavonoid, tanin, steroid dan terpenoid.

Menurut Manoj *et al.*, (2022) contoh lumut yang biasa dijadikan tanaman obat adalah *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica*. Argentina, Australia, Afrika, Amerika, Eropa, Polandia, dan Pakistan menggunakan *Octoblepharum albidum* sebagai tanaman obat karena memiliki kandungan antioksidan, antimikroba, antiinflamasi, antimikroba dan efektivitas antimetastatik terhadap sel kanker. Menurut Jasmida (2015) *Barbula javanica* menunjukkan adanya keberadaan senyawa flavonoid, fenolik, steroid dan terpenoid aktivitas antioksidan yang tinggi, yang berpotensi dalam aplikasi medis, terutama dalam pengobatan kanker karena kemampuan antiproliferasinya terhadap sel kanker. Senyawa metabolit sekunder yang diekstrak dari tumbuhan lumut masih sedikit diteliti, hal ini disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan para peneliti dalam menggali potensi obat pada lumut.

Beberapa tahun terakhir perkembangan penelitian mengenai tanaman obat mengalami peningkatan yang cukup pesat sehingga meningkatkan kesadaran para peneliti akan kesehatan serta penggunaan tanaman obat. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan metabolit sekunder dan senyawa antioksidan pada *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica* (Lukitasari, 2018). Pengambilan spesies lumut *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica* yang diteliti di kawasan ekowisata taman hutan raya (TAHURA) Sultan Adam dan kawasan kebun sawit Landasan Ulin Utara, Kalimantan Selatan belum pernah diteliti sebelumnya. Menurut Hydhayanti (2023) *Octoblepharum albidum* banyak ditemukan di daerah lembab tepatnya di bebatuan dan tanah, dan menurut Riyana (2021) *Barbula javanica* banyak ditemukan di daerah lembab tepatnya pada tanah yang mana lokasi tersebut sangat sesuai dengan kawasan kebun sawit Landasan Ulin Utara dan ekowisata taman hutan raya (TAHURA) Sultan Adam, Kalimantan Selatan.

2 METODE

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2023 – Juni 2024. Penelitian dilaksanakan di laboratorium farmakognosi – fitokimia dan kimia analitik FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru Kalimantan Selatan.

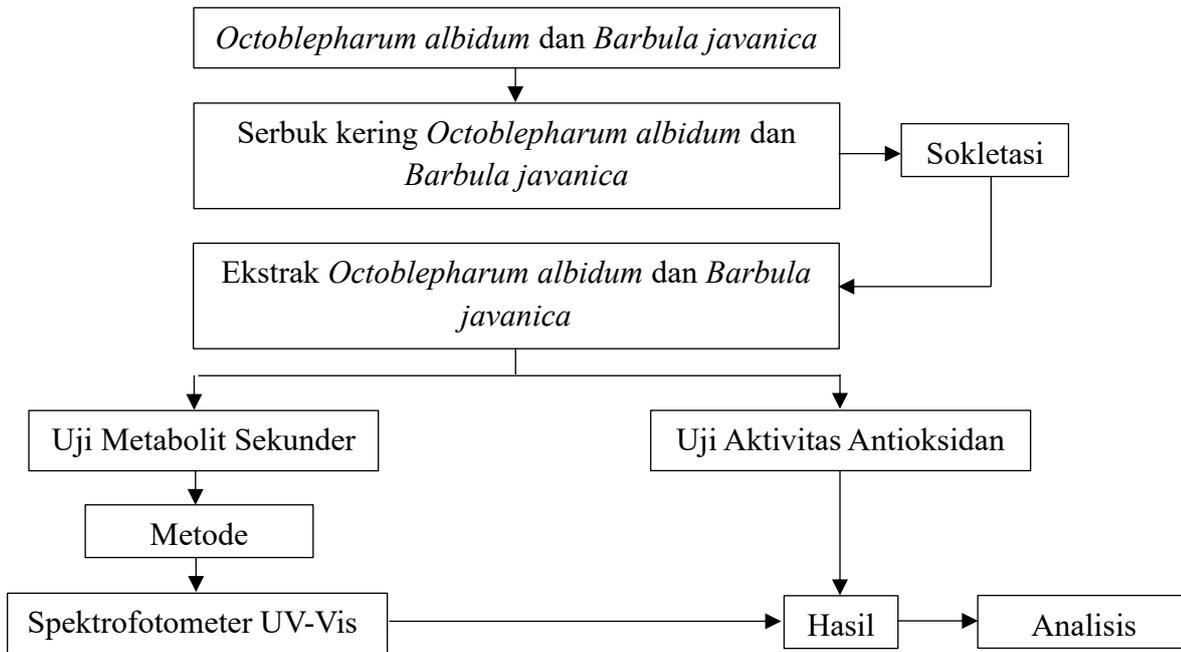
2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat – alat yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium foil, batang pengaduk atau spatula, benang, botol vial, blender (Philips), cawan petri, cawan porselen, corong kaca, gelas beaker (Pyrex), gunting, kaca pembesar, kertas label, kertas saring, labu ukur (5 mL, 10 mL, 25 mL, 50 mL) (Pyrex dan Iwaki), oven (Thermologic), pinset, pipet tetes, pipet volum (Pyrex), plastik klip (Lips), plat aluminium, rak tabung reaksi, soklet, spektrofotometer UV-Vis Genesys (10 uv), tabung reaksi (Pyrex), timbangan analitik (Ohaus dan GF-3000), tisu, toples kaca, vortex (mixer VM-300 dan Shaker Jejo Tech) dan waterbath (Mettler).

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, air mengalir, aquades, *Barbula javanica*, CH₃COOH, DPPH, etanol 96%, FeCl₃, HCl, H₂SO₄, kuersetin, methanol for analysis (Emsure), Mg, NaOH 10%, *Octoblepharum albidum*, pereaksi Dragendorff, pereaksi Mayer dan pereaksi Wagner.

2.3 Rencana Penelitian

Alur penelitian uji metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan alur penelitian uji metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Pengambilan dan Preparasi Sampel

Sampel lumut *Octoblepharum albidum* diambil di kawasan kebun sawit Landasan Ulin Utara, sedangkan *Barbula javanica* diambil kawasan ekowisata taman hutan raya (Tahura) Kalimantan Selatan. Lumut *Octoblepharum albidum* ditemukan pada substrat kulit pohon, pengambilan dilakukan dengan cara mengikis bagian kulit pohon secara perlahan. Sedangkan lumut *Barbula javanica* ditemukan pada bebatuan, pengambilannya dilakukan dengan mengerok bagian bebatuan secara perlahan. Tahapan preparasi dimulai dengan memisahkan bagian daun dan batang dari bagian rizoidnya. Bagian tersebut masing-masing dicuci dengan air mengalir. Setelah beberapa kali pencucian, lumut direndam di dalam gelas beker yang berisi air bersih agar kontaminan yang tersisa dapat luruh secara keseluruhan. Sampel dikeringkan dengan oven bersuhu 40°C selama 1 x 24 jam. Selanjutnya lumut yang telah kering dihaluskan dengan blender hingga menjadi serbuk halus.

2.4.2 Pembuatan Ekstrak Etanol *Octoblepharum albidum* dengan Cara Sokletasi

Sebanyak 10 gram sampel ditimbang, kemudian dibungkus menggunakan kertas saring yang diikat dengan benang dan dimasukkan ke dalam alat soklet. Pelarut etanol 96% sebanyak 200 mL ditambahkan kedalam labu soklet. Selanjutnya dipanaskan dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 8 jam setiap harinya. Selanjutnya, kumpulkan hasil dari sokletasi kemudian letakkan di cawan porselen untuk diuapkan dengan *waterbath* hingga diperoleh ekstrak kental (Dewi *at el.*, 2020). Pembuatan ekstrak etanol *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang dilakukan selama kurang lebih 20 hari dengan jumlah sampel kering sebanyak 201 gram dan jumlah etanol yang digunakan sebanyak 2700 mL. Lakukan hal yang sama pada *Octoblepharum albidum* bagian rizoid. Pembuatan ekstrak etanol *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang dilakukan selama kurang lebih 2 hari dengan jumlah sampel kering sebanyak 20 gram jumlah etanol yang digunakan sebanyak 250 mL.

2.4.3 Pembuatan Ekstrak Etanol *Barbula javanica* dengan Cara Sokletasi

Sebanyak 10 gram sampel ditimbang, kemudian dibungkus menggunakan kertas saring yang diikat dengan benang dan dimasukkan ke dalam alat soklet. Pelarut etanol 96% sebanyak 200 mL ditambahkan kedalam labu soklet. Selanjutnya dipanaskan dengan suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 8 jam setiap harinya. Selanjutnya, kumpulkan hasil dari sokletasi kemudian letakkan di cawan porselen untuk diuapkan dengan *waterbath* hingga diperoleh ekstrak kental (Dewi *at el.*, 2020). Pembuatan ekstrak etanol *Barbula javanica* bagian daun dan batang dilakukan selama kurang lebih 5 hari dengan jumlah sampel kering sebanyak 47 gram dan jumlah etanol yang digunakan sebanyak 450 mL.

2.4.4 Uji Senyawa Metabolit Sekunder dengan Skrining Fitokimia

2.4.4.1 Uji Alkaloid

Ekstrak kental diencerkan dengan etanol lalu diambil 3 tetes dan dicampurkan dengan 3 tetes pereaksi mayer pada tabung reaksi. Lakukan hal yang sama untuk pereaksi wagner dan dragendorf. Jika terbentuknya endapan putih atau larutan keruh saat ditambahkan pereaksi Mayer dan terbentuknya endapan coklat saat ditambahkan pereaksi Wagner / Dragendorff maka menunjukkan adanya senyawa alkaloid.

2.4.4.2 Uji Fenolik

Ekstrak kental diencerkan dengan etanol lalu diambil 3 tetes dan dicampurkan dengan 3 tetes NaOH 10% pada tabung reaksi. Jika menghasilkan warna merah maka mengandung fenolik.

2.4.4.3 Uji Steroid dan Terpenoid

Ekstrak kental diencerkan dengan etanol lalu diambil 3 tetes dan dicampurkan dengan 3 tetes CH_3COOH dan H_2SO_4 pekat pada tabung reaksi. Jika terbentuknya warna hijau/biru berarti mengandung senyawa steroid. Jika terbentuknya warna ungu/merah berarti mengandung senyawa terpenoid.

2.4.4.4 Uji Saponin

Ekstrak kental diencerkan dengan etanol lalu diambil 3 tetes dan dicampurkan dengan 3 tetes Aquadest dan HCl pada tabung reaksi. Jika terbentuk buih yang stabil berarti mengandung saponin.

2.4.4.5 Uji Flavonoid

Ekstrak kental diencerkan dengan etanol lalu diambil 3 tetes dan dicampurkan dengan 3 tetes HCl-logam Mg pada tabung reaksi. Jika terbentuk warna merah/jingga/ungu berarti positif mengandung flavonoid.

2.4.4.6 Uji Tanin

Ekstrak kental diencerkan dengan etanol lalu diambil 3 tetes dan dicampurkan dengan 3 tetes FeCl_3 pada tabung reaksi. Jika terbentuk warna biru tua/ hijau kehitaman menunjukkan adanya senyawa tanin (Muthmainnah, 2019).

2.4.5 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH

2.4.5.1 Persiapan Uji Aktivitas Antioksidan

a. Pembuatan Larutan Kuersetin

Ditimbang serbuk kuersetin sebanyak 0,01 gram dengan cawan petri, lalu dilarutkan dengan methanol PA pada labu ukur 10 mL dan menghasilkan konsentrasi 1000 ppm.

Selanjutnya pindahkan larutan kuersetin pada botol vial, dan larutan siap untuk digunakan.

b. Pembuatan Larutan DPPH

Ditimbang serbuk DPPH sebanyak 0,0017 gram. Serbuk tersebut dilarutkan dengan methanol PA pada labu ukur 25 mL sampai tanda batas. Larutan DPPH diguncang beberapa kali agar serbuk DPPH dan methanol PA dapat tercampur merata. Larutan tersebut ditutup dengan aluminium foil agar dalam kondisi gelap dan pada suhu ruang.

c. Penentuan Panjang Gelombang

Digunakan panjang gelombang dengan nilai 516nm, yang ditentukan berdasarkan referensi jurnal *Amin et al.*, yang merupakan panjang gelombang maksimum DPPH.

2.4.5.2 Uji Aktivitas Antioksidan pada kuersetin

Dilakukan pengenceran pada konsentrasi 1000 ppm menjadi 100 ppm dan lanjutkan lagi pengenceran tersebut menjadi sederet konsentrasi berbeda yaitu 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm pada labu ukur 5 mL. Selanjutnya sebanyak 4 mL diambil dari setiap deret konsentrasi dan dimasukkan ke dua tabung reaksi dengan masing-masing tabung diisi 2 mL sampel kuersetin. Selanjutnya sebanyak 2 mL larutan DPPH dimasukkan ke seluruh tabung reaksi yang telah ditutupi dengan aluminium foil. Sedangkan pada sampel blanko, berisi 2 mL methanol PA dan 2 mL larutan DPPH. Setelah itu seluruh tabung reaksi tersebut diinkubasi selama 30 menit, ditempat gelap dengan suhu ruang. Selama masa inkubasi, lakukan pengadukan ekstrak sampel pada tabung reaksi dengan *vortex shaker* selama masing-masing kurang lebih 10 detik. Setelah diinkubasi, ukur absorbansi dengan Spektrofotometer UV - Fis menggunakan panjang gelombang 516 nm. Tabung reaksi blanko diukur pertama sebanyak 1 kali. Dilanjutkan dengan sederet tabung reaksi dengan konsentrasi yang berbeda yang mana tabung pertama diukur sebanyak 1 kali dan tabung kedua diukur sebanyak 2 kali, sehingga setiap deret konsentrasi dilakukan 3 kali pengulangan. Perhitungan antioksidan dengan rumus persen penghambat sebagai berikut:

$$\% \text{ penghambat} = \frac{\text{Absorbansi Kontrol} - \text{Absorbansi Sampel}}{\text{Absorbansi Kontrol}} \times 100\%$$

Dilanjutkan dengan menghitung nilai IC50 menggunakan rumus persamaan regresi linier yang diperoleh dari hasil perhitungan excel. Setelah hasil IC50 didapatkan, maka penentuan kategori antioksidan sudah dapat dilakukan melalui klasifikasi Blois (2005).

No	Nilai IC50	Antioksidan
1	< 50 ppm	Sangat Kuat
2	50 – 100 ppm	Kuat
3	101 – 150 ppm	Sedang
4	151 – 200 ppm	Lemah

Sumber: (Prastyani, 2017)

2.4.5.3 Uji Aktivitas Antioksidan pada *Octoblepharum albidum*

Sebanyak 0,01 gram ekstrak kental ditimbang dengan cawan petri, lalu dilarutkan dengan methanol PA pada labu ukur 10 mL dan menghasilkan konsentrasi 1000 ppm. Dilakukan pengenceran pada konsentrasi 1000 ppm menjadi 100 ppm dan lanjutkan lagi pengenceran tersebut menjadi sederet konsentrasi berbeda yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm dan 100 ppm pada labu ukur 5 mL. Selanjutnya sebanyak 4 mL diambil dari setiap deret konsentrasi dan dimasukkan ke dua tabung reaksi dengan masing-masing tabung diisi 2mL ekstrak sampel. Selanjutnya sebanyak 2 mL larutan DPPH dimasukkan ke seluruh tabung reaksi yang telah

ditutupi dengan aluminium foil. Sedangkan pada sampel blanko, berisi 2 mL methanol PA dan 2 mL larutan DPPH. Setelah seluruh tabung reaksi tersebut diinkubasi selama 30 menit, ditempat gelap dengan suhu kamar. Selama masa inkubasi, lakukan pengadukan ekstrak sampel pada tabung reaksi dengan vortex shaker selama masing-masing kurang lebih 10 detik. Setelah diinkubasi, ukur absorbansi dengan spektrofotometer UV Fis menggunakan panjang gelombang 516 nm. Tabung reaksi blanko diukur pertama sebanyak 1 kali. Dilanjutkan dengan sederet tabung reaksi dengan konsentrasi yang berbeda yang mana tabung pertama diukur sebanyak 1 kali dan tabung kedua diukur sebanyak 2 kali, sehingga setiap deret konsentrasi dilakukan 3 kali pengulangan. Perhitungan nilai antioksidan dan nilai IC50 dilakukan dengan rumus yang sama dengan rumus uji antioksidan pada sampel kuersetin.

2.4.5.4 Uji Aktivitas Antioksidan pada *Barbula javanica*

Sebanyak 0,01 gram ekstrak kental ditimbang dengan cawan petri, lalu dilarutkan dengan methanol PA pada labu ukur 10 mL dan menghasilkan konsentrasi 1000 ppm. Dilakukan pengenceran pada konsentrasi 1000 ppm menjadi 100 ppm dan lanjutkan lagi pengenceran tersebut menjadi sederet konsentrasi berbeda yaitu 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm pada labu ukur 5 mL. Selanjutnya sebanyak 4 mL diambil dari setiap deret konsentrasi dan dimasukkan ke dua tabung reaksi dengan masing-masing tabung diisi 2mL ekstrak sampel. Selanjutnya sebanyak 2 mL larutan DPPH dimasukkan ke seluruh tabung reaksi yang telah ditutupi dengan aluminium foil. Sedangkan pada sampel blanko, berisi 2 mL methanol PA dan 2 mL larutan DPPH. Setelah seluruh tabung reaksi tersebut diinkubasi selama 30 menit, ditempat gelap dengan suhu kamar. Selama masa inkubasi, lakukan pengadukan ekstrak sampel pada tabung reaksi dengan vortex shaker selama masing-masing kurang lebih 10 detik. Setelah diinkubasi, ukur absorbansi dengan spektrofotometer UV Fis menggunakan panjang gelombang 516 nm. Tabung reaksi blanko diukur pertama sebanyak 1 kali. Dilanjutkan dengan sederet tabung reaksi dengan konsentrasi yang berbeda yang mana tabung pertama diukur sebanyak 1 kali dan tabung kedua diukur sebanyak 2 kali, sehingga setiap deret konsentrasi dilakukan 3 kali pengulangan. Perhitungan nilai antioksidan dan nilai IC50 dilakukan dengan rumus yang sama dengan rumus uji antioksidan pada sampel kuersetin.

2.4.5.5 Analisis data

Data yang diperoleh berupa perubahan warna yang diidentifikasi dengan uji metabolit sekunder menggunakan senyawa alkaloid, fenolik, steroid, terpenoid, saponin, flavonoid dan tanin, untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder apa saja yang terdapat pada sampel dan nilai absorbansi dari Spektrofotometer UV - Vis yang diidentifikasi dengan uji aktivitas antioksidan untuk mengetahui jumlah antioksidan pada sampel melalui metode DPPH, menggunakan *software Microsoft excel* tahun 2010.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil

3.1.1 Hasil Uji Metabolit Sekunder *Octoblepharum albidum*

Berikut adalah tabel hasil uji metabolit sekunder pada *Octoblepharum albidum*.

Tabel 1. Hasil uji metabolit sekunder *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang (A), rizoid (B)

No	Uji	Pereaksi	Hasil		Keterangan		Gambar
			A	B	A	B	
1.	Alkaloid	Wagner	+		Endapan coklat		
		Dragendorff	+		Merah kecoklatan		
		Mayer	-		Hijau tua		
		Wagner		-		Jingga	
		Dragendorff		+		Merah kekuningan	
		Mayer		-		Jingga	
2.	Flavonoid	HCl logam-Mg		+	Endapan kuning kemerahan	Merah	
3.	Saponin	Aquades		+	Buih stabil		
4.	Tanin	FeCl3		+	Hijau tua		
5.	Fenolik	NaOH		+	Merah kehitaman	Merah	
6.	Steroid dan Terpenoid	Lieberman - Buchard		+	Cincin coklat		

Uji metabolit sekunder *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang serta rizoid dengan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenolik, steroid dan terpenoid.

3.1.2 Hasil Uji Metabolit Sekunder *Barbula javanica*

Berikut adalah tabel hasil uji metabolit sekunder pada *Barbula javanica*.

Tabel 2. Hasil uji metabolit sekunder *Barbula javanica* bagian daun dan batang

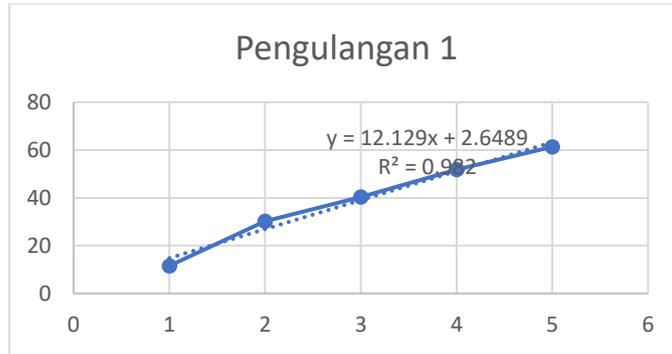
No	Uji	Pereaksi	Hasil	Keterangan	Gambar
1.	Alkaloid	Wagner	+	Endapan coklat	
		Dragendorff	+	Endapan coklat	
		Mayer	-	Endapan coklat	
2.	Flavonoid	HCl logam-Mg	+	Kuning kemerahan	
3.	Saponin	Aquades	+	Buih stabil	
4.	Tanin	FeCl3	-	Kuning kecoklatan	
5.	Fenolik	NaOH	-	Kuning kecoklatan	
6.	Steroid dan Terpenoid	Lieberman - Buchard	-	Hijau muda	

Uji metabolit sekunder *Barbula javanica* bagian daun dan batang dengan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenolik, steroid dan terpenoid.

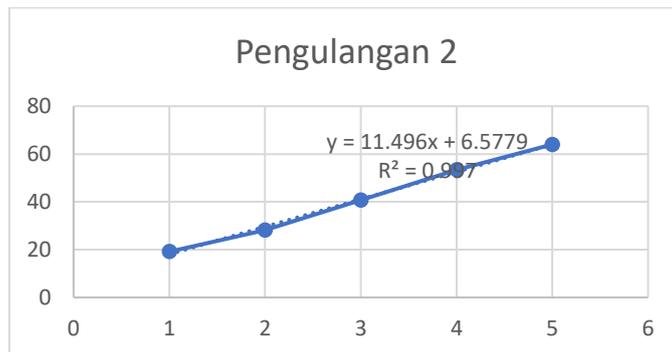
3.1.3 Hasil Uji Antioksidan Kuersetin sebagai Pembanding

Tabel 3. Nilai absorbansi kuersetin dengan panjang gelombang 516 nm

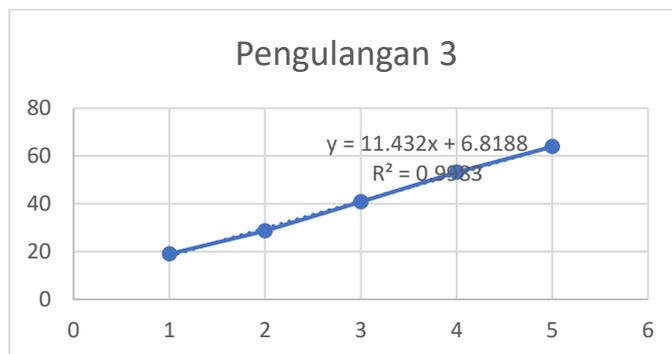
Konsentrasi (ppm)	Rata-rata absorbansi (nm)
1	0,658
2	0,558
3	0,468
4	0,372
5	0,291



Gambar 4. Kurva antioksidan kuersetin pengulangan ke -1



Gambar 5. Kurva antioksidan kuersetin pengulangan ke -2



Gambar 6. Kurva antioksidan kuersetin pengulangan ke -3

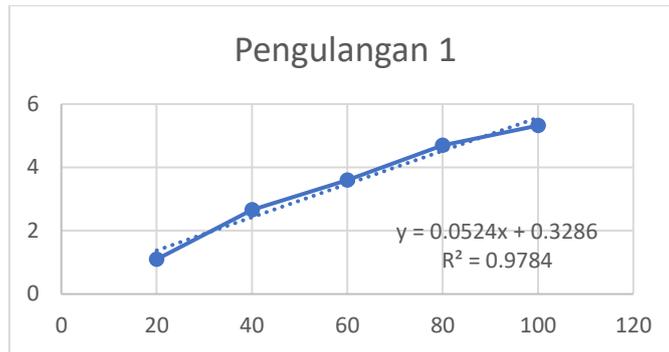
Penentuan kadar antioksidan kuersetin dengan panjang gelombang 516 nm serta memiliki deret konsentrasi yaitu 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm dan 5 ppm. Hasil absorbansi dapat dilihat pada lampiran 1.

3.1.4 Hasil Uji Antioksidan *Octoblepharum albidum*

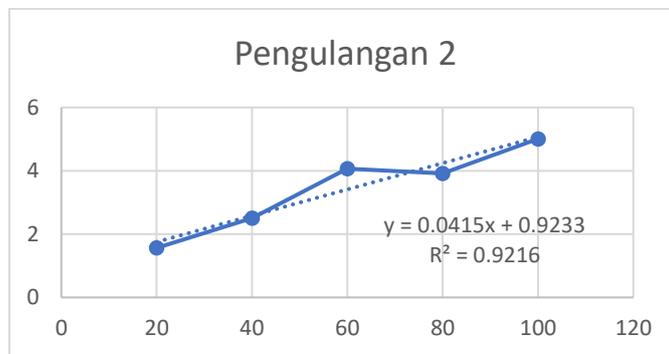
3.1.4.1 Bagian Daun dan Batang

Tabel 4. Nilai absorbansi bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum* dengan panjang gelombang 516 nm

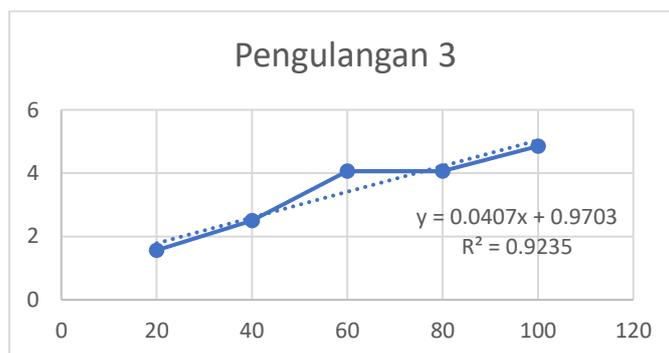
Konsentrasi (ppm)	Rata-rata absorbansi (nm)
20	0,630
40	0,622
60	0,614
80	0,612
100	0,606



Gambar 7. Kurva antioksidan bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum* pengulangan ke-1



Gambar 8. Kurva antioksidan bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum* pengulangan ke-2



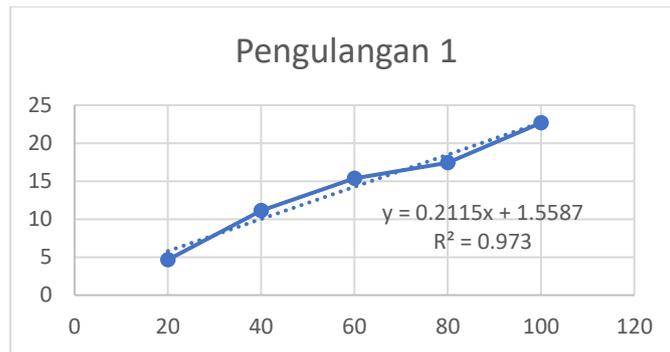
Gambar 9. Kurva antioksidan bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum* pengulangan ke-3

Penentuan kadar antioksidan pada bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum* dengan panjang gelombang 516 nm serta memiliki deret konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm dan 100 ppm. Hasil absorbansi dapat dilihat pada lampiran 1.

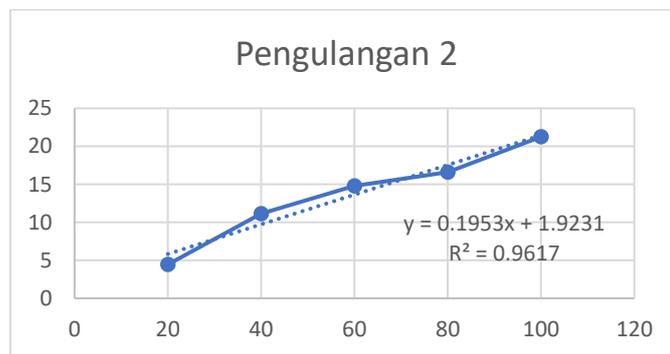
3.1.4.2 Bagian Rizoid

Tabel 5. Nilai absorbansi bagian rizoid *Octoblepharum albidum* dengan panjang gelombang 516 nm

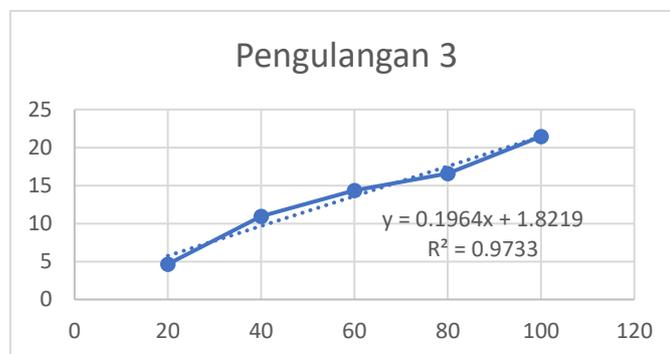
Konsentrasi (ppm)	Rata-rata absorbansi (nm)
20	0,471
40	0,439
60	0,420
80	0,410
100	0,386



Gambar 10. Kurva antioksidan bagian rizoid *Octoblepharum albidum* pengulangan ke-1



Gambar 11. Kurva antioksidan bagian rizoid *Octoblepharum albidum* pengulangan ke-2



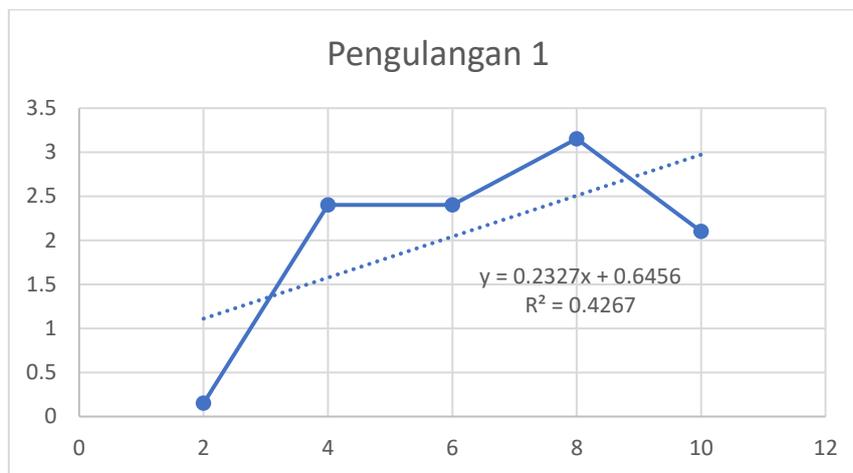
Gambar 12. Kurva antioksidan bagian rizoid *Octoblepharum albidum* pengulangan ke-3

Penentuan kadar antioksidan pada rizoid *Octoblepharum albidum* dengan panjang gelombang 516 nm serta memiliki deret konsentrasi yaitu 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm dan 100 ppm. Hasil absorbansi dapat dilihat pada lampiran 1.

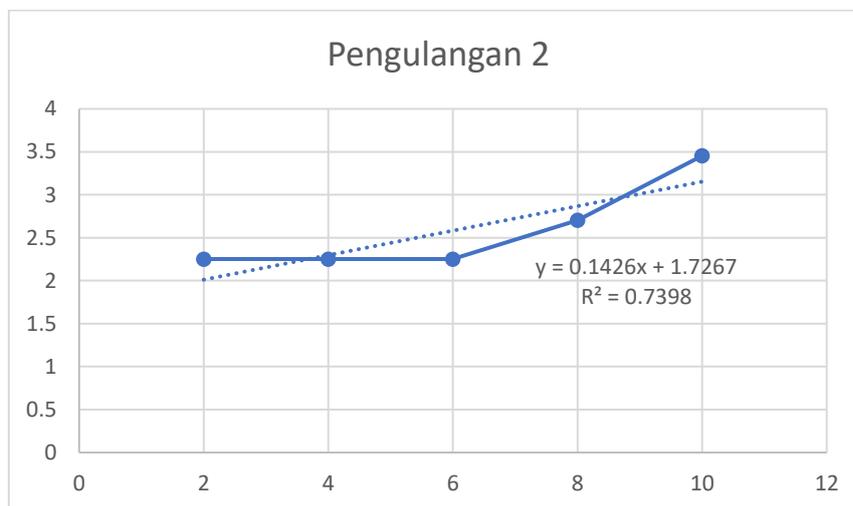
3.1.5 Hasil Uji Antioksidan *Barbula Javanica*

Tabel 6. Nilai absorbansi bagian daun dan batang *Barbula javanica* dengan panjang gelombang 516 nm

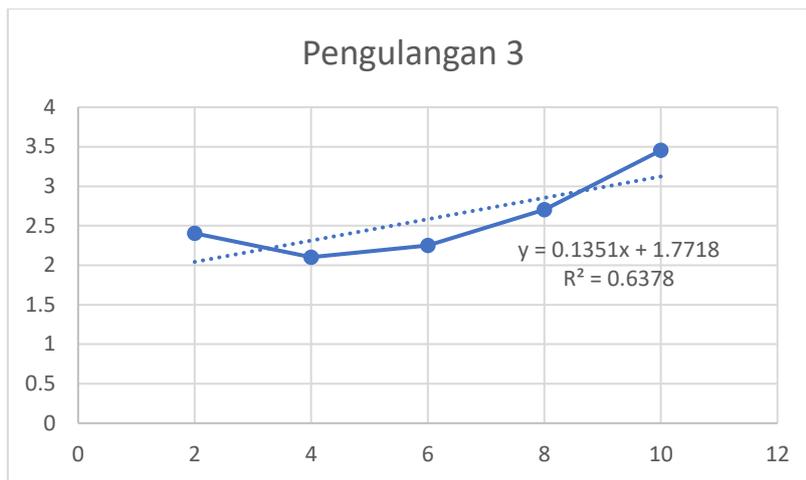
Konsentrasi (ppm)	Rata-rata absorbansi (nm)
2	0,655
4	0,651
6	0,650
8	0,647
10	0,646



Gambar 13. Kurva antioksidan bagian daun dan batang *Barbula javanica* pengulangan ke-1



Gambar 14. Kurva antioksidan bagian daun dan batang *Barbula javanica* pengulangan ke-2



Gambar 15. Kurva antioksidan bagian daun dan batang *Barbula javanica* pengulangan ke-3

Penentuan kadar antioksidan pada daun dan batang *Barbula javanica* dengan panjang gelombang 516 nm serta memiliki deret konsentrasi yaitu 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm. Hasil absorbansi dapat dilihat pada lampiran 1.

3.1.6 Hasil Perhitungan IC50 bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum*, bagian rizoid *Octoblepharum albidum*, bagian dan dan batang *Barbula javanica* dan kuersetin

Tabel 7. Hasil perhitungan IC50 pada ekstrak sampel *Octoblepharum albidum*, *Barbula javanica* dan kuersetin

Ekstrak sampel	Nilai IC50			Rata-rata (ppm)
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	
<i>Octoblepharum albidum</i> bagian daun batang	947,9274	1182,5711	1204,661	1111,72
<i>Octoblepharum albidum</i> bagian rizoid	229,0368	246,1694	245,306	240,1708
<i>Barbula javanica</i> bagian daun batang	2120,9454	338,5224	356,9815	938,8164
Kuersetin	3,9039	3,7705	3,7772	3,8194

Hasil IC50 diperoleh dari regresi linier melalui perhitungan antioksidan. Nilai y pada regresi linier adalah 50, maka akan didapatkan nilai x yang merupakan nilai IC50, yang mana nilai tersebut akan dibandingkan dengan kategori antioksidan untuk mengetahui sampel yang digunakan masuk pada kategori antioksidan sangat kuat, kuat, sedang, lemah atau sangat lemah.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Uji Metabolit Sekunder *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica*

Uji metabolit sekunder diawali dengan mengencerkan ekstrak kental lumut dengan methanol, selanjutnya dicampurkan dengan pereaksi. Senyawa yang diuji pada metabolit sekunder adalah alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, fenolik serta steroid dan terpenoid dengan pereaksi yaitu Mayer, Wagner, Dragendorff, HCL, Mg, akuades, FeCl₃, NaOH 10%, CH₃COOH dan H₂SO₄. Lumut memiliki struktur mirip akar yaitu berupa rizoid yang fungsinya sebagai penyerap air dan nutrisi juga untuk melekatkan diri pada substrat berupa tanah, bebatuan, atau pepohonan (Pasaribu *et al.*, 2022). Selanjutnya air dan nutrisi akan diangkut melalui proses difusi. Panjang

rambut dari rizoid memungkinkan lumut untuk menyerap lebih banyak nutrisi. Di sisi lain keberadaan panjang rambut tersebut juga berpengaruh signifikan terhadap kemampuan dalam menyerap ion K^+ yang ada dalam tanah. Meskipun pada dasarnya rizoid merupakan evolusi bentuk akar, namun lumut tidak memiliki fungsi yang sempurna seperti halnya akar pada tumbuhan tingkat tinggi, dan bahkan akan berbeda untuk setiap spesiesnya (Lukitasari, 2018). Namun, walaupun rizoid pada lumut berperan untuk penyerapan nutrisi, rizoid tidak berperan langsung dalam penyerapan atau akumulasi metabolit sekunder. Lumut, termasuk *Octoblepharum albidum*, mendapatkan kandungan metabolit sekunder melalui proses biosintesis internal. Penyerapan air dan nutrisi oleh rizoid menyediakan bahan dasar yang dibutuhkan untuk proses metabolit sekunder. Penyimpanan senyawa metabolit sekunder juga tidak terbatas pada satu bagian spesifik seperti rizoid saja. Senyawa metabolit sekunder tersebar diberbagai bagian lumut termasuk bagian daun dan batangnya. Secara umum, pada lumut, metabolit sekunder lebih sering ditemukan dan lebih banyak disimpan dalam sel-sel khusus seperti idioblast yang terdapat di daun dan batang. Meskipun rizoid pada lumut mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder, biasanya jumlahnya tidak sebanyak yang ditemukan di bagian lainnya seperti daun dan batang (Glime, 2017).

Hasil yang didapat pada uji metabolit sekunder *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang serta rizoid menunjukkan hasil positif untuk keseluruhan senyawa, namun dengan warna yang samar. Samar disini bermaksud, warna yang dihasilkan akan dapat benar-benar terlihat hanya pada saat sampel pada tabung reaksi diguncang. Begitu pula dengan warna yang ditunjukkan pada uji metabolit sekunder *Barbula javanica*, dengan hasil positif pada uji alkaloid, flavonoid dan saponin. Hal tersebut dapat diakibatkan oleh proses sokletasi, proses pemanasan yang terlalu lama yang melibatkan pelarut berulang kali melewati sampel. Sehingga yang dapat terjadi adalah degradasi metabolit sekunder. Selain itu, proses sokletasi yang berkepanjangan dapat menyebabkan ekstraksi senyawa-senyawa lain yang mungkin tidak diinginkan atau bahkan berpotensi mengganggu analisis metabolit sekunder. Oleh karena itu, penting untuk mengoptimalkan waktu sokletasi agar mendapatkan hasil yang maksimal dan akurat tanpa merusak atau mengubah kandungan metabolit sekunder yang diinginkan (Markham & Porter, 2014).

3.2.2 Uji Aktivitas Antioksidan *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica*

Uji antioksidan diawali dengan pembuatan 5 variasi larutan yaitu, konsentrasi 20 ppm, 40 ppm, 60 ppm, 80 ppm dan 100 ppm untuk sampel lumut *Octoblepharum albidum* dan konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm untuk sampel *Barbula javanica*. Tujuan pembuatan variasi konsentrasi adalah mencari nilai IC_{50} dengan menggunakan persamaan matematis yang didapatkan melalui korelasi antara inhibisi dan konsentrasi ekstrak. Selanjutnya, masing-masing konsentrasi direaksikan dengan DPPH dan diinkubasi selama 30 menit sebagaimana waktu optimal terjadinya reaksi antara radikal bebas DPPH dengan antioksidan yang terkandung dalam ekstrak. Inkubasi dilakukan dengan cara menyimpan sampel di tempat gelap tanpa cahaya dikarenakan DPPH yang sensitif terhadap cahaya. Kemudian diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometer Uv-Vis pada panjang gelombang maksimum 516 nm (Fatmawati & Mulyana, 2023). Spektrofotometer Uv-Vis digunakan untuk melakukan identifikasi nilai absorpsi dari sebuah sampel melalui sumber cahaya ultraviolet dan sumber cahaya tampak. Prinsip kerja dari spektrofotometer berdasar pada serapan cahaya yaitu interaksi cahaya dengan atom dan molekul (Iqbal *et al.*, 2016).

Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC_{50} , yaitu konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH. Ketika larutan DPPH yang berwarna ungu bertemu dengan bahan pendonor elektron maka DPPH akan tereduksi,

menyebabkan warna ungu akan memudar dan tergantikan warna kuning. Perubahan warna tersebut berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan untuk meredam radikal bebas (Fatmawati & Mulyana, 2023). Nilai IC_{50} diperoleh dari perhitungan regresi linier yang menyatakan hubungan antara konsentrasi larutan (x) dan persen inhibisi (y). konsentrasi dihitung dengan nilai x yang diperoleh yaitu dengan cara memasukkan angka 50 sebagai y dalam persamaan regresi linier yang diperoleh (Hasanuddin *et al.*, 2023). Suatu senyawa dikatakan sebagai antioksidan sangat kuat jika nilai IC_{50} kurang dari 50 ppm, kuat (50- 100 ppm), sedang (100-150 ppm), dan lemah (151-200 ppm). Sehingga semakin kecil nilai IC_{50} , maka semakin tinggi aktivitas antioksidan yang berarti semakin baik aktivitas antioksidan dari sampel tersebut (Septian *et al.*, 2022).

Metabolit sekunder dan aktivitas antioksidan pada lumut memiliki hubungan satu sama lain. Senyawa fenolik dan flavonoid merupakan kelompok metabolit sekunder yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan kuat. Terpenoid juga memiliki aktivitas antioksidan yang efektif. Terpenoid dapat melindungi membran sel dari kerusakan oksidatif. Alkaloid juga memiliki aktivitas antioksidan, meskipun tidak lebih spesifik dibanding fenolik, flavonoid dan terpenoid. Sehingga dapat dipastikan bahwa jika suatu tanaman memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder, maka tanaman tersebut juga memiliki aktivitas antioksidan (Asakawa, 2014). Hasil yang didapat pada penelitian ini membuktikan bahwa lumut *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica* memiliki kandungan metabolit sekunder yang samar dan dibuktikan juga dengan hasil aktivitas antioksidannya. Nilai aktivitas antioksidan *Octoblepharum albidum* bagian rizoid justru menunjukkan angka yang lebih kecil, padahal sesuai penjelasan diatas bahwa metabolit sekunder lebih banyak tersimpan pada bagian daun dan batang. Hal tersebut bisa diakibatkan karena rizoid berperan pada perlindungan terhadap mikroorganisme tanah, sehingga metabolit sekunder mungkin saja lebih banyak diproduksi dan disimpan pada rizoid sebagai bentuk mekanisme pertahanan terhadap mikroorganisme tanah berupa bakteri, jamur dan protozoa. Selain itu, rizoid juga dapat memfasilitasi pengikatan nutrisi tertentu atau mungkin membantu lumut dalam kelangsungan hidupnya pada kondisi tanah yang kurang menguntungkan seperti kekeringan atau bahkan kelebihan air. Rizoid pada lumut juga mungkin berfungsi sebagai agen allelopati, yang menghambat pertumbuhan tanaman atau lumut lain di sekitar untuk mengurangi persaingan sumber daya (Davey & Currah., 2016). Nilai aktioksidan pada *Octoblepharum albidum* lebih kecil pada bagian rizoid dibanding bagian daun dan batang mungkin saja dapat disebabkan oleh hal-hal seperti yang telah disampaikan di atas, yang mana sebagian besar diakibatkan oleh bagaimana interaksi lumut tersebut dengan lingkungan sekitarnya.

Selanjutnya perbedaan nilai antioksidan pada *Octoblepharum albidum* dan *Barbula javanica* untuk bagian daun dan batang. Hasil menunjukkan bahwa nilai antioksidan pada *Barbula javanica* lebih rendah dibandingkan *Octoblepharum albidum*. Pada faktanya, secara umum lumut yang tumbuh di substrat tanah mungkin memiliki nilai antioksidan yang lebih rendah dibandingkan dengan yang tumbuh di substrat batuan karena ketersediaan nutrisi yang lebih baik, kondisi air yang lebih stabil, dan tekanan biotik yang lebih tinggi. Namun, *Barbula javanica* dengan substrat batuan justru memiliki nilai antioksidan yang lebih rendah dibandingkan *Octoblepharum albidum*. Perbedaan kandungan metabolit sekunder pada lumut yang tumbuh di substrat tanah dengan bebatuan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor. Ketersediaan nutrisi salah satunya, pada substrat tanah cenderung memiliki nutrisi organik maupun anorganik yang lebih banyak dibandingkan batuan, sedangkan pada batuan nutrisinya akan lebih terbatas yang dapat menghambat produksi beberapa jenis metabolit sekunder untuk aktivitas antioksidan, Namun, beberapa lumut yang tumbuh di batuan mungkin mengembangkan metabolit sekunder khusus untuk bertahan dalam kondisi stres yang tinggi.

Lumut yang tumbuh pada substrat tanah juga memiliki tekanan biotik yang berbeda dengan substrat batuan. Pada substrat tanah, mungkin akan lebih sering terpapar mikroorganisme tanah, sehingga nilai antioksidan akan lebih tinggi. Sedangkan pada substrat batuan, interaksi dengan organisme sekitar lebih sedikit (Goffinet & Shaw, 2018). Hal tersebut yang menyebabkan nilai antioksidan pada *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang lebih tinggi. Karena pada substrat tanah, memerlukan pertahanan yang lebih dibandingkan pada substrat batuan.

Secara garis besar, nilai aktivitas antioksidan tertinggi ada pada *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang. Hal tersebut dapat disebabkan berdasarkan lama waktu penyimpanan sampel kering. Lama waktu penyimpanan sampel kering dapat mempengaruhi kandungan senyawa aktif pada ekstrak kental yang dihasilkan nantinya untuk selanjutnya di uji metabolit sekunder dan aktivitas antioksidannya. Faktor-faktor seperti degradasi senyawa aktif, perubahan kimiawi, dan kontaminasi mikroba selama penyimpanan dapat mempengaruhi kualitas dan kuantitas senyawa yang diinginkan dalam ekstrak. *Octoblepharum albidum* bagian daun dan batang berjumlah 201 gram sampel kering, sedangkan bagian rizoidnya 20 gram dan *Barbula javanica* bagian daun dan batang 45 gram. Proses sokletasi dilakukan dengan memasukan per 10 gram sampel kering ke alat, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama untuk sampel kering diolah menjadi ekstrak kental (Martínez & Núñez, 2017). Beberapa senyawa aktif, seperti fenolik dan flavonoid, dapat teroksidasi selama penyimpanan, terutama jika sampel terpapar oksigen. Oksidasi dapat mengurangi aktivitas biologis senyawa tersebut. Cahaya, terutama sinar UV, dapat menyebabkan degradasi senyawa aktif. Penyimpanan dalam kondisi gelap atau dengan kemasan yang melindungi dari cahaya dapat membantu mengurangi fotodegradasi. Selain itu, pada reaksi kimia internal, senyawa aktif dapat mengalami reaksi kimia dengan komponen lain dalam sampel, mengubah struktur kimia mereka dan mengurangi aktivitas biologis. Serta, beberapa senyawa mungkin kehilangan potensi mereka seiring waktu karena perubahan kimiawi yang terjadi selama penyimpanan. Pertumbuhan mikroba juga mungkin menjadi penyebabnya. Oleh karena itu, penyimpanan yang tepat, seperti dalam kondisi kering, gelap, dan suhu rendah, sangat penting untuk mempertahankan kualitas senyawa aktif dalam sampel (Ribeiro, 2019).

4 KESIMPULAN

Hasil uji metabolit sekunder menunjukkan hasil positif untuk keseluruhan senyawa, pada bagian daun dan batang serta rizoid pada sampel *Octoblepharum albidum*. Sedangkan pada bagian daun dan batang *Barbula javanica*, hasil positif hanya terlihat pada senyawa alkaloid, flavonoid dan saponin. Hasil uji aktivitas antioksidan bagian daun dan batang *Octoblepharum albidum* diperoleh nilai IC_{50} sebesar 1111,72 ppm dan pada bagian rizoid diperoleh nilai IC_{50} sebesar 240,1708 ppm. Sedangkan pada bagian daun dan batang *Barbula javanica* diperoleh nilai IC_{50} sebesar 938,816453.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Program Studi Biologi FMIPA Universitas Lambung Mangkurat juga dosen beserta staf, serta ibu dan bapa pembimbing di Laboratorium. Terima kasih kepada Ibu Sasi Gendro Sari, S.Si., M.Sc pembimbing pertama dan Ibu Dr. Dra. Hj. Rusmiati, M.Si selaku pembimbing kedua saya dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu hingga terpublikasinya hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asakawa, Y. (2014). Biologically Active Compounds From Bryophytes. *Journal of Hattori Botanical Laboratory*, 89, 15-34.
- Budiharta, S., & Meijaard, E. (2017). *State of Kalimantan's biodiversity*. Jakarta: Indonesia Regional Science Association (IRSA).
- Davey, M. L., & Currah, R. S. (2016). "Interactions between bryophytes and fungi: a review." *Canadian Journal of Botany*, 84(10), 1509-1519.
- Dewi, I. P., Maisaroh, S., & Verawaty, V. (2020). Perbandingan Metode Sokletasi dengan Maserasi terhadap Daya Aktivitas Antioksidan Bunga Tasbih (*Canna hybrida* Hort.). *Jurnal Farmasi Higea*, 12(1), 48-54.
- Fatmawati, I., & Mulyana, W. O. (2023). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etil Asetat Daun Belimbing Wuluh (*Aveerrhoa bilimbi* L.) dengan Metode DPPH. *Sains: Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 12(1), 41-49.
- Firdaus, F. (2020). *Keanekaragaman dan pola distribusi tumbuhan lumut (Bryophyta) di jalur pendakian Gunung Penanggungan Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim).
- Fitriani, R. (2022). *Klasifikasi Bryophyta di Kawasan Air Terjun Beungga Kecamatan Tangse sebagai Media Pembelajaran Biologi Di SMAN 1 Tangse* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Glime, J. M. (2017). *Bryophyte Ecology*. Cambridge: Academic Press.
- Goffinet, B., & Shaw, A. J. (2018). *Bryophyte Biology*. Cambridge: Academic Press.
- Hasanuddin, A. R. P., Yusran, Islawati, & Artati. (2023). Analisis Kadar Antioksidan pada Ekstrak Daun Binahong Hijau (*Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis). *Jurnal Biologi Makassar*, 8(2), 66-74.
- Hayati, S., & Dr. Fitmawati, M.Si. (2020). Aktivitas Antioksidan Eksrak Lumut *Leucobryum* sp. Menggunakan Metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). *Repository University of Riau*, 1(1), 1-5.
- Hydhayanti, D. S. (2023) Inventarisasi (Bryophyta) di kawasan ekowisata Taman Hutan Raya (Tahura) Sultan Adam Kalimantan Selatan.
- Irawati, I., A, Rustam., & N, Nurindah. (2023). Identifikasi tumbuhan lumut (*Bryophyta*) di Kawasan Hutan Topidi Kabupaten Gowa. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 3(1), 23-26.
- Iqbal., R, Nurasyiah., & Kasman. (2017). Analisis Nilai Absorbansi Kadar Flavonoid Daun Sirih Merah (*Piper Crocatum*) dan Daun Sirih Hijau (*Piper Betle* L). *Gravitasi*, 15(1), 1-8.
- Ivhone, N. N., Irwandi., & M. S, Hartati. (2022). Jenis-Jenis Tumbuhan Lumut (Bryophyta) pada Berbagai Substrat di Desa Pasar Melintang Kota Bengkulu. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 9(2),27-37.
- Jasmida, U. (2021). *Identifikasi Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di Kawasan Stasiun Riset Penelitian Suaq Balimbing sebagai Referensi Praktikum Matakuliah Botani Tumbuhan Rendah* (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry).
- Juhrani., A. T. Sompaa., T. Hidayat. (2020). Tourism Management in Tahura Sultan Adam (Case Study in Mandiangin Timur Village and Mandiangin Barat). *Scholars International Journal of Law, Crime and Justice*, 3(6), 175–183.
- Junairiah., M. Sa'diyah., & Salamun. (2015). Identifikasi Metabolit Sekunder dan Aktivitas Antimikrob Ekstrak Etil Asetat *Dumortiera hirsuta*. *Sains dan Matematika*, 3(2), 45-49.

- Lukitasari, M. (2018). *Mengenal tumbuhan lumut (Bryophyta) deskripsi, klasifikasi, potensi dan cara mempelajarinya*. Magetan: CV. Ae Media Grafika.
- Maimunah, D., Agustina, R., & Rijai, L. (2015, November). Identifikasi Metabolit Sekunder dan Bioaktivitas Ekstrak Metanol Umbi Suweg (*Amorphophallus campanulatus* B.). In *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences* (Vol. 2, pp. 50-54).
- Makinde, A. M., Salawu, A. A., & Isa, M. O. (2015). Phytochemical screening and antimicrobial potential of *Barbula javanica* (Duby) Wijk & Margad. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 10(5), 7-11.
- Manoj, G. S., Greeshma, G. M., Krishnan, R., & Murugan, K. (2022). Bryophytes: A Myriad Hue of Bio-resources with Therapeutic Potentialities. In *Natural Product Experiments in Drug Discovery* (pp. 321-360). New York, NY: Springer US.
- Manoj, G. S., Krishnan, R., & Murugan, K. (2012). Screening of selected bryophyte extracts for antioxidant potentiality and total phenols. In *kztZin imkv {X kt½}w Swadeshi Science Congress* (p. 72).
- Markham, K. R., & Porter, L. J. (1973). "Flavonoids of the genus Porella (Hepaticae)." *Phytochemistry*, 12(8), 1923-1928.
- Martínez-Abaigar, J., & Núñez-Olivera, E. (2017). *Ecophysiology of bryophytes*. In *Bryology for the Twenty-first Century*.
- Motti, R., Palma, A. D., & de Falco, B. (2023). Bryophytes Used in Folk Medicine: An Ethnobotanical Overview. *Horticulturae*, 9(2), 137.
- Mukhsin, R., P. Mappigau., & A. N. Tenriawaru. (2017). Pengaruh Orientasi Kewirausahaan terhadap Daya Tahan Hidup Usaha di Kota Makassar. *Jurnal Analisis*, 6(2), 188–193.
- Muthmainnah, B. (2019). Skrining Fitokimia Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak Etanol Buah Delima (*Punica granatum* L.) dengan metode uji warna. *Media Farmasi*, 13(2), 36-41.
- Nurmalinda, S., & S. A. F, Kusuma. (2018). Review Artikel: Penggunaan Secara Etnofarmasi dan Farmakologi Tumbuhan Lumut (Bryophyta). *Farmaka*, 17(1), 58-63.
- Pasaribu, P. O., I, Hafidhuddin., A, M, Darmawan., A, Arnelya., M, Putri., R, K, Asharo., R, Priambodo., & Rizkawati, V. (2022). Identifikasi Lumut di Kawasan Taman Nasional Situ Gunung Sukabumi. *JURNAL PENDIDIKAN MIPA*, 12(2), 165-169.
- Raihan, C., Nurashiah & N. Zahara. (2018). Keanekaragaman Tumbuhan Lumut (*Bryophyta*) di Air Terjun Peucari Bueng Jantho Kabupaten Aceh Besar. *Prosiding Seminar Nasional Biotik*, 6(1), 439-451
- Ribeiro, J. S. (2019). The Effects Of Storage Conditions On The Stability Of Phenolic Compounds In Plant Extracts. *Journal of Food Science and Technology*, 56(2), 839-848.
- Riyana, Y. (2021). Inventarisasi Bryophyta di Sekitar Kawasan Bandar Udara Internasional Syamsudin Noor Kalimantan Selatan.
- Saleh, B. (2010). Perbaikan Struktur Tanah Pada Lahan Sangat Curam Dengan Menggunakan Teknik Hidrosiding Lumut Daun dan Bahan Pembenah Tanah. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 12(1), 1-6.
- Samti, A., H. Susilo., & M. S, Sari. (2016). Potensi Bryopsida di Hutan Raya R Soerjo sebagai Suplemen Matakuliah Keanekaragaman Tumbuhan. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 1(8), 1523-1528.
- Septian, M. T., Wahyuni, F. D., & Nora, A. (2022). Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Metode Dpph dan Identifikasi Golongan Metabolit Sekunder Pada Daging Ubi Jalar Dari Berbagai Daerah di Indonesia: Antioxidant Activity Test Using Dpph Method And Identification Of Secondary Metabolites In Sweet Potatoes From Various Regions In Indonesia. *Spin Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 4(2).

- Sila, V. U. R., F. A., Masing., & M., Santiari. (2022). Identifikasi dan Karakterisasi Senyawa Metabolit Sekunder Tumbuhan Endemik Asal Desa Fatunisuan Kabupaten Timor Tengah Utara. *JST (Jurnal Sains dan Teknologi)*, 11(1), 184-191.
- Sukmawati, M., N, Ardyatulah., A, B, D, Rahman., Fitriani., M, Lestari., Isqaratil., Devika., S. Santika., Amelia., Ernawati., Ajrin., Yulan., N, Mutmainah., M, Puspitasari., N, Azmin., M, Nasir., & Bakhtiar. (2023). Identifikasi Tumbuhan Lumut (Bryophyta) di Sekitar Air Terjun Desa Riamau. *JUSTER: Jurnal Sains dan Terapan*, 2(1), 25-32.
- Utami, F. Y., Harmoko., & L, Fitriani. (2020). Eksplorasi Lumut (Bryophyta) di Kawasan Air Terjun Bukit Gatan Provinsi Sumatera Selatan. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, 3(2), 93-101.
- Widyana, W., S, Khotimah., & I. Lovadi. (2014). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Lumut *Octoblepharum albidium* Hedw terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis* dan *Pseudomonas aeruginosa*. *Jurnal Protobiont*, 3(2), 166-170.
- Windadri, F. I. (2017). Lumut Sejati di Hutan Alam Pameungpeuk, Taman Nasional Gunung Halimun Salak, Jawa Barat. *Berita Biologi*, 16(2), 137-146.