POTENSI BIOINSEKTISIDA EKSTRAK AIR DAN METANOL *Gracilaria* sp. TERHADAP *Aedes aegypti* DENGAN METODE SPRAY

Widya Ratna Pertiwi[1], Gina Dania Pratami[2], Endah Setyaningrum[3*], Nuning Nurcahyani[4]

[1-4]Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung

[*Email Korespondensi: endah.setianingrum@fmipa.unila.ac.id]

Abstract: Bioinsecticidal Potential of Water and Methanolic Extracts of Gracilaria* sp. *Against Aedes aegypti Using Spray Methods. *Chemical insecticides are used to control dengue vectors. However, its use can be replaced with Gracilaria* sp. *seaweed because it can be toxic to insects. The purpose of this study was to determine the effectiveness of Gracilaria sp. water and methanol extracts on the mortality of Ae. aegypti mosquitoes and to determine the LC50 value of Gracilaria* sp. *water and methanol extracts that are effective as bioinsecticides. This study was conducted experimentally using RAK with 7 treatments consisting of 3 concentrations (10%, 15%, and 20%) of Gracilaria* sp. *water and methanol extracts, transfluthrin, and three repetitions. One Way ANOVA analysis showed significant differences in the number of mosquito deaths with a p-value= 0,00 (P ≤ 0,05). LSD test showed a significant difference between the aqueous extract of Gracilaria* sp. *concentration of 20% against the aqueous extract of Gracilaria* sp. *concentration of 10%, 15%, methanol extract of Gracilaria* sp. *concentration of 10%, 15%, and 20%, and transfluthrin. The LC50 value of Gracilaria* sp. *water extract was obtained at 33.011%, while the methanol extract of Gracilaria* sp. *was 22,961% and it can be concluded that Gracilaria* sp. *water and methanol extracts have potential as bioinsecticides because they can kill Ae. aegypti mosquitoes by 13,3%-40%.*
Keywords: *Ae. aegypti, Bioinsecticide, Dengue Hemorrhagic Fever, Gracilaria.* sp.

Abstrak: Potensi Bioinsektisida Ekstrak Air dan Metanol *Gracilaria* sp. Terhadap *Aedes aegypti* Dengan Metode Spray. Penggunaan insektisida kimiawi digunakan dalam upaya pengendalian vektor DBD. Namun, penggunaannya dapat digantikan dengan rumput laut *Gracilaria* sp. karena mampu bersifat toksik terhadap serangga. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui efektivitas ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* serta mengetahui nilai LC50 ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. yang efektif dijadikan sebagai bioinsektisida. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan RAK dengan 7 perlakuan yang terdiri dari 3 konsentrasi (10%, 15%, dan 20%) ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp., dan transfluthrin, serta dilakukan 3x pengulangan. Analisis One Way ANOVA menunjukkan perbedaan signifikan terhadap jumlah kematian nyamuk dengan nilai *p-value*= 0,00 (P ≤ 0,05). Uji LSD menunjukkan perbedaan signifikan antara ekstrak air *Gracilaria* sp. konsentrasi 20% terhadap ekstrak air *Gracilaria* sp. konsentrasi 10%, 15%, ekstrak metanol *Gracilaria* sp. konsentrasi 10%, 15%, dan 20%, serta transfluthrin. Nilai LC50 ekstrak air *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 33,011%, sedangkan ekstrak metanol *Gracilaria* sp. sebesar 22,961% dan dapat disimpulkan ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. memiliki potensi sebagai bioinsektisida karena mampu membunuh nyamuk *Ae. aegypti* sebesar 13,3%-40%.
Kata Kunci: *Ae. aegypti*, Bioinsektisida, Demam Berdarah Dengue, *Gracilaria* sp.

PENDAHULUAN

Di Indonesia DBD termasuk penyakit menular yang masih menjadi suatu permasalahan karena menurut data Kemenkes RI (2024), kasus DBD mengalami peningkatan sebanyak 88.593 pada minggu ke-17 dan tercatat sebanyak 621 kasus kematian. Kematian yang

terjadi akibat DBD terjadi di 174 kabupaten/kota di 28 provinsi. Menurut data Badan Pusat Statistika Bandar Lampung tahun 2024, kasus DBD pada tahun 2020 tercatat sebanyak 1.048 kasus, tahun 2021 tercatat sebanyak 624 kasus, tahun 2022 tercatat sebanyak 1.440, sedangkan pada tahun 2023 tercatat sebanyak 202 kasus (Badan Pusat Statistika Bandar Lampung, 2024).

Penggunaan insektisida kimiawi menjadi upaya yang biasa dilakukan dalam mencegah vektor DBD. Akan tetapi, penggunaan insekstida kimiawi dalam jangka panjang dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan maupun lingkungan, serta dapat menimbulkan resistensi terhadap *Ae. aegypti* karena mengandung bahan aktif kimia seperti transfluthrin, sehingga residu yang ditimbulkan sulit diuraikan (Subashini et al., 2017; Permatasari dkk., 2020). Oleh sebab itu, pemanfaatan bioinsektisida dari bahan alam dapat digunakan dalam meniminalisir dari bahaya penggunaan insektisida kimiawi.

Ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. menggunakan metode spray dapat dijadikan alternatif pemanfaatan bioinsektisida. Pemilihan metode spray dapat pengaplikasian bioinsektisida dipilih karena memiliki kelebihan yaitu, penggunaan yang lebih praktis, relatif lebih aman untuk lingkungan karena residunya mudah terurai, tidak meninggalkan abu, tidak menimbulkan asap yang berbau menyengat, tidak menyebabkan iritasi kulit, tidak mudah terhirup karena bionsektisida berupa larutan semprot (spray) dengan ukuran 10-500 mikron (Fiyanza dkk., 2017).

Penggunaan insektisida nabati konsentrasi 15% dari ekstrak metanol daun seledri (*Apium graveolens* Linn.) dengan metode semprot efektif dalam membunuh 10 ekor nyamuk *Ae. aegypti* pada menit ke-16 dari keseluruhan total nyamuk (Akuba dkk., 2019). Penelitian Armayanti dan Rasjid (2019) menunjukkan bahwa, ekstrak daun mengkudu yang digunakan sebagai insektisida terhadap *Ae. aegypti* dengan metode spray pada konsentrasi 25% dapat mematikan nyamuk hingga 72%. Menurut penelitian Deo dkk. (2023), ekstrak kulit lemon pada konsentrasi 40% dalam waktu 1 jam mampu membunuh nyamuk *Ae. aegypti* hingga 86,66%.

Gracilaria sp. masuk ke dalam kelas Rhodophyceae (ganggang merah) yang dikenal sebagai jenis rumput laut penghasil agar-agar (Fidyansari dan Anitasari, 2017). Hasil uji fitokimia yang dilakukan Soamole dkk. (2018) menunjukkan Gracilaria sp. mempunyai kandungan senyawa aktif berupa alkaloid, flavonoid, terpenoid (steroid), saponin dan tanin. Menurut Zanardi et al. (2015) kandungan alkaloid, flavonoid, terpenoid, dan fenolik yang berasal dari ekstrak tumbuhan dapat bersifat racun terhadap serangga. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. terhadap mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* serta mengetahui nilai LC50 ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. yang efektif dijadikan sebagai bioinsektisida.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober hingga November 2024. Pembuatan ekstrak dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Pengujian bioinsektisida dilakukan di Laboratorium MIPA Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 7 perlakuan dan 3 kali ulangan dengan 3 konsentrasi (10%, 15%, dan 20%) ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp., serta transfluthrin sebagai kontrol positif (Akuba dkk., 2019; Armayanti dan Rasjid 2019). Jumlah serangga uji yang digunakan berjumlah 25 ekor nyamuk *Ae. aegypti* untuk setiap perlakuan (WHO, 2022).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari blender, timbangan analitik, tabung reaksi, rak tabung, beaker glass, spatula, kertas saring, rotary evaporator, kandang nyamuk, botol spray, aspirator, wadah plastik, paper cup. Bahan-bahan yang digunakan terdiri dari rumput laut *Gracilaria* sp. yang berasal dari kampung

Berangbang, Desa Wanayasa Serang Banten, Kecamatan Tirtayasa, Serang, Banten, Jawa Barat, telur *Ae. aegypti* yang berasal dari Loka Laboratorium Kesehatan Masyarakat (Labkesmas) Baturaja, Sumatera Selatan, pelet ikan, larutan gula, transfluthrin, serbuk magnesium (Mg), HCl, pereaksi Mayer, pereaksi Dragendorf, pereaksi Wagner, FeCl3, kloroform, asetat anhidrat, H2SO4, metanol 96%, dan aquades.

Telur *Ae. aegypti* ditetaskan hingga menjadi stadium nyamuk dewasa dan dipelihara mencapai usia 2-5 hari untuk digunakan dalam pengujian (Medikanto dan Setyaningrum, 2013).

Rumput laut *Gracilaria* sp. dikeringanginkan dengan ditutupi waring jaring sebagai pelindung terhadap sinar ultraviolet selama ±7 hari (Rahmawati dkk., 2022). Pembuatan ekstrak air *Gracilaria* sp. diawali dengan tahapan maserasi selama ± 24 jam dan diuapkan menggunakan rotary evaporator dengan suhu 70°C (Rustiani dkk., 2017). Sementara, pembuatan ekstrak metanol dimaserasi selama 3x24 jam, kemudian dipekatkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 40°C (Saputra dkk., 2018).

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, saponin dan tanin pada *Gracilaria* sp. Uji fitokimia dilakukan dengan prosedur pengujian menurut Harborne (1996). Pembuatan konsentrasi ekstrak dilakukan dengan pengenceran menggunakan rumus sebagai berikut (Tabel 1).

$$V1M1 = V2M2$$

Keterangan:
V1= volume ekstrak yang akan diencerkan (ml)
M1= konsentrasi ekstrak yang tersedia (%)
V2= volume larutan yang diinginkan (ml)
M2= konsentrasi ekstrak yang diinginkan (%)
(Arinda dkk., 2023).

Tabel 1. Volume Ekstrak Air dan Metanol *Gracilaria* sp.

	Konsentrasi (%)	**Aquades (ml)**	**Ekstrak (g)**
Ekstrak Air	10	9 ml	1 g
	15	8,5 ml	1,5 g
	20	8 ml	2 g
	Konsentrasi (%)	Aquades (ml)	Ekstrak (g)
Ekstrak Metanol	10	9 ml	1 g
	15	8,5 ml	1,5 g
	20	8 ml	2 g

Uji efektivitas bioinsektisida ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. dilakukan dengan cara menyemprot sebanyak 8x dari berbagai sudut yaitu sisi kiri, kanan, depan, dan belakang (Akuba dkk., 2019).

Pengamatan mortalitas nyamuk dilakukan selama 1 jam dengan interval waktu 15-30 menit, 30-45 menit, dan 45-60 menit. Nyamuk yang mati dipindahkan ke dalam paper cup dan diamati selama 24 jam (Saleh dkk., 2017). Setelah dilakukan pengamatan selama 24 jam, kemudian dilakukan perhitungan terhadap jumlah mortalitas nyamuk. Menurut WHO (2022), pengamatan mortalitas nyamuk dapat dihitung menggunakan rumus berikut.

$$\% = \frac{\text{Jumlah nyamuk mati}}{\text{Jumlah seluruh nyamuk uji}} x100\%$$

Data mortalitas nyamuk dianalisis menggunakan One Way ANOVA pada taraf signifikansi 5%, jika terdapat perbedaan signifikan dilakukan ujilanjut berupa LSD (*Least Significant Difference*). Analisis probit Lethal Concentration 50 (LC50) dilakukan untuk menentukan konsentrasi bioinsektisida yang efektif untuk mematikan 50% serangga uji.

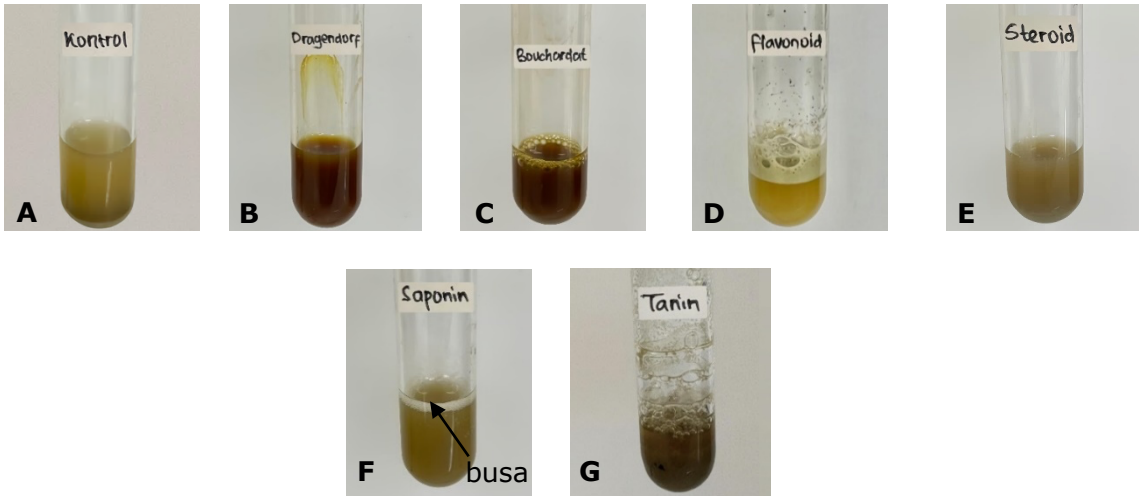
HASIL

Berdasarkan uji fitokimia yang telah dilakukan pada ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. diperoleh hasil uji yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Air *Gracilaria* sp.

Uji Senyawa Kimia	Pereaksi	Hasil	
		Ekstrak Air *Gracilaria* sp.	**Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp.**
Alkaloid	Mayer	-	-
	Dragendorf	+	+
	Bouchardat	+	+
Flavonoid	Serbuk Mg+HCl pekat	+	+
Terpenoid	Kloroform+asetat anhidrat+H2SO4	-	-
Steroid	Kloroform+asetat anhidrat+H2SO4	+	+
Saponin	Aquades	+	+
Tanin	Aquades+FeCl3	+	+

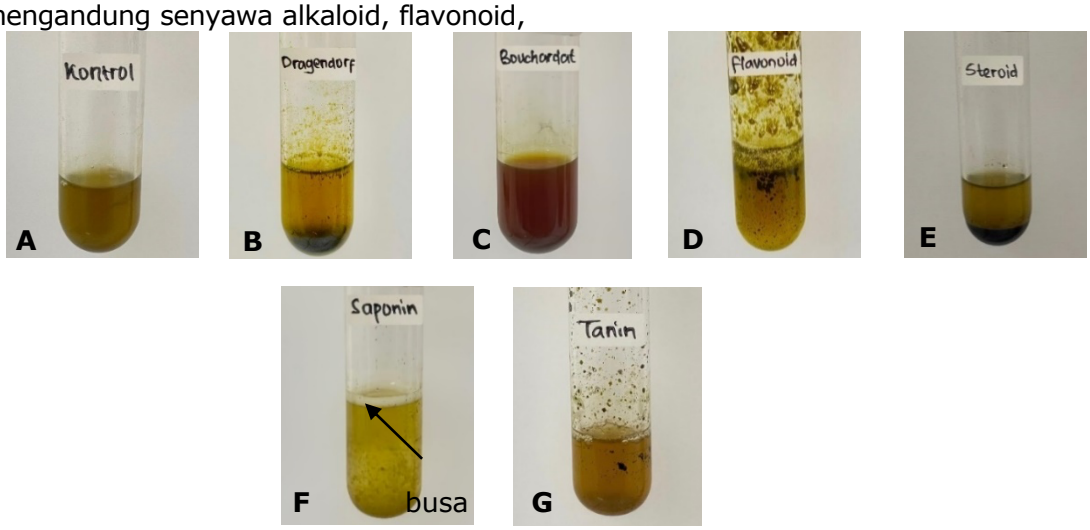
Berdasarkan hasil uji fitokimia ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. pada Tabel 2, menunjukkan bahwa pada ekstrak air *Gracilaria* sp. mengandung senyawa aktif berupa alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan tanin yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Fitokimia Ekstrak Air *Gracilaria* sp. (A) Kontrol, (B) Alkaloid Pereaksi Dragendorf, (C) Alkaloid Pereaksi Bouchardat, (D) Flavonoid, (E) Steroid, (F) Saponin, dan (G) Tanin.

Keberadaan alkaloid ditandai dengan perubahan warna menjadi jingga kecoklatan pada pereaksi *dragendorf* dan *bouchardat* (Gambar 1B dan 1C). Senyawa flavonoid ditandai dengan perubahan warna kuning (Gambar 1D). Senyawa steroid yang terdeteksi dalam sampel ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau (Gambar 1E). Senyawa saponin yang terdeteksi dapat dilihat melalui timbulnya busa yang stabil (Gambar 1F), sedangkan senyawa tanin yang terdeteksi ditandai dengan adanya warna hijau pekat (Gambar 1G). Uji

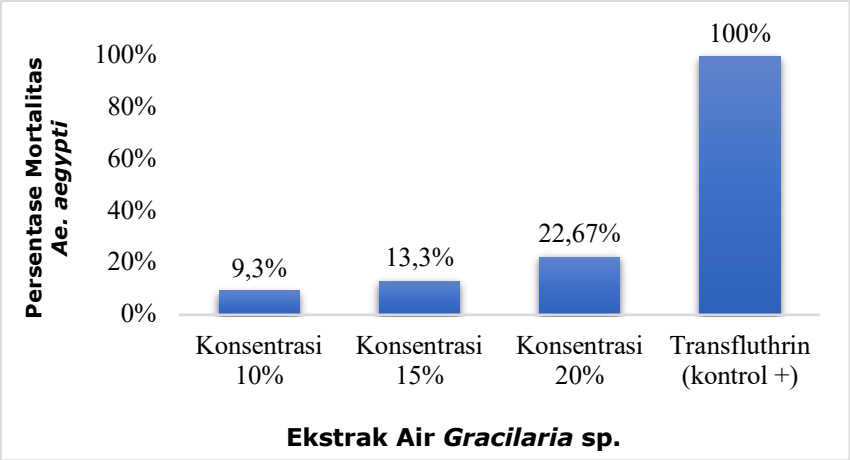
fitokimia yang tersaji di Tabel 2 pada ekstrak metanol *Gracilaria* sp. terbukti mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan tanin yang dapat dilihat pada Gambar 2.



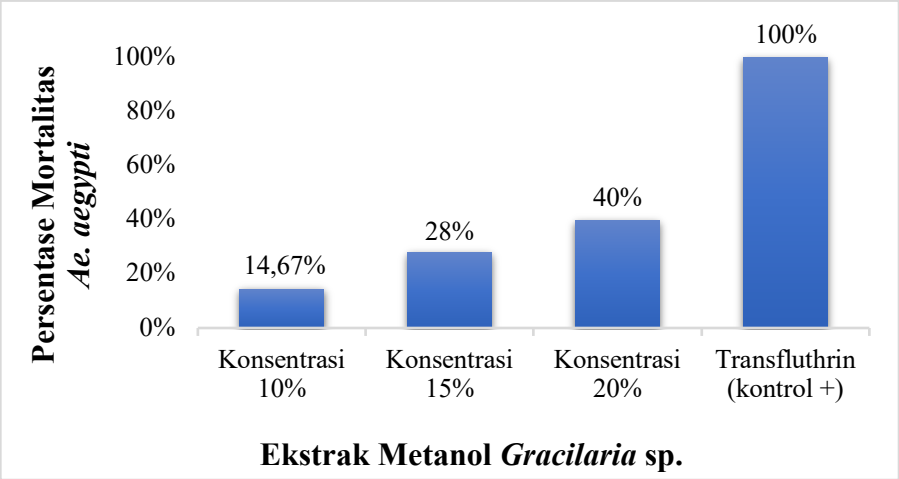
Gambar 2. Hasil Fitokimia Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp. (A) Kontrol, (B) Alkaloid Pereaksi Dragendorf, (C) Alkaloid Pereaksi Bouchardat, (D) Flavonoid, (E), Steroid, (F) Saponin, dan (G) Tanin.

Hasil uji fitokimia ekstrak metanol *Gracilaria* sp. menunjukkan bahwa pelarut metanol mampu menarik senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, saponin, dan tanin. Adanya senyawa alkaloid ditandai dengan perubahan warna menjadi jingga dengan sedikit endapan kecoklatan pada pereaksi *dragendorf* dan *bouchardat* (Gambar 2B dan 2C). Keberadaan senyawa flavonoid dalam sampel ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi kekuningan (Gambar 2D). Senyawa steroid yang terdeteksi dalam sampel ditandai dengan adanya warna hijau (Gambar 2E). Senyawa saponin yang terdeteksi ditandai dengan timbulnya sedikit busa yang stabil (Gambar 2F), sedangkan senyawa tanin yang terdeteksi ditandai dengan adanya sedikit warna hijau (Gambar 2G).

Pengamatan mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dilakukan dengan cara menghitung persentase kematian nyamuk dengan hasil yang tersaji pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Histogram Persentase Mortalitas *Ae. aegypti* Ekstrak Air *Gracilaria* sp.



Gambar 4. Histogram Persentase Mortalitas *Ae. Aegypti* Ekstrak Metanol *Gracilaria* sp.

Berdasarkan hasil uji One Way ANOVA pada ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. diperoleh hasil yang signifikan antar perlakuan terhadap jumlah mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* dengan nilai signifikansi *p-value*= 0,000 (*p* ≤0,05), kemudian dilakukan uji lanjut LSD. Analisis probit LC50 dilakukan untuk melihat konsentrasi yang mampu mematikan 50% serangga uji (Tabel 3 dan 4).

Tabel 3. Hasil Uji Least Significant Difference (LSD) Ekstrak Air dan Metanol *Gracilaria* sp. dan Nilai LC50

Perlakuan	Rata-rata Mortalitas ± St. Deviasi	LC50 (%)
Konsentrasi ekstrak air 10%	2,33±0,577a	33,011%
Konsentrasi ekstrak air 15%	3,33±1,528 a	
Konsentrasi ekstrak air 20%	5,67±2,082b	
Konsentrasi ekstrak metanol 10%	3,67±0,577 a	22,961%
Konsentrasi ekstrak metanol 15%	7,00±1,000 c	
Konsentrasi ekstrak metanol 20%	10,00±1,732 d	
Transfluthrin (kontrol +)	25,00±0,000 e	

Keterangan: huruf a, b, c, d, dan e menunjukkan perbedaan yang signifikan (*p* ≤0,05).

PEMBAHASAN

Mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* akibat ekstrak metanol *Gracilaria* sp. menunjukkan hasil persentase yang lebih besar dibandingkan menggunakan ekstrak air *Gracilaria* sp. Persentase mortalitas nyamuk terdapat perbedaan antara pelarut air dan metanol, hal ini disebabkan karena perbedaan jenis pelarut dapat mempengaruhi kemampuannya dalam menarik senyawa aktif yang terkandung dalam *Gracilaria* sp. Menurut Septiana dan Asnani (2012), total flavonoid dari pelarut air (aquades) akan menghasilkan jumlah yang lebih rendah karena aquades mampu mengekstrak komponen lain seperti karbohidrat, hal ini terjadi karena tingkat kepolarannya lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut lain. Pelarut metanol dapat mengikat senyawa bioaktif pada rumput laut *Gracilaria* sp. dengan jumlah yang lebih banyak, baik senyawa polar maupun non polar akibat adanya gugus hidroksil (-OH) dan gugus metil (-CH3) (Domithesa dkk., 2021; Astarina dkk., 2013).

Mortalitas nyamuk *Ae. aegypti* disebabkan karena adanya senyawa aktif dari *Gracilaria* sp. Senyawa alkaloid pada ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. berpengaruh terhadap mortalitas nyamuk

karena alkaloid memiliki sifat antikolinesterase yang berfungsi dalam menghambat kerja enzim kolinesterase, sehingga transmisi implus saraf pada serangga akan terganggu (Utami dan Cahyati, 2017). Nyamuk akan mengalami perubahan perilaku yang ditandai dengan kejang-kejang, kelumpuhan, dan berujung dengan kematian ketika terpapar senyawa alkaloid (Cahyati dan Nuryanti, 2021).

Flavonoid yang terkandung pada ekstrak *Gracilaria* sp. berfungsi sebagai racun saraf bagi nyamuk. Senyawa flavonoid yang telah masuk ke dalam tubuh serangga akan meyebabkan kematian pada nyamuk akibat terganggunya respirasi pada spirakel (Qinahyu dan Cahyani, 2016). Selain itu, flavonoid mampu mengubah jalur transpor elektron, sehingga mengganggu metabolisme energi di dalam mitokondria. Kandungan saponin yang telah masuk ke dalam tubuh serangga akan mengganggu kerja enzim pernapasan serangga, melemahkan sistem saraf serta mengakibatkan kerusakan spirakel, sehingga serangga sulit bernafas (Setiawati, 2017; Armayanti dan Rasjid, 2019). Permukaan kulit nyamuk *Ae. aegypti* yang terpapar senyawa saponin akan mengalami kerusakan pada mukosa kulit dan mengalami hemolisis sel darah, sehingga pernapasan menjadi terhambat (Deo dkk., 2023). Selain itu, sel-sel pada bagian organ dalam serangga akan mengalami kerusakan akibat adanya senyawa saponin yang berdifusi dari lapisan kutikula terluar menuju hemolimfa (Safitri dan Cahyati, 2018). Selain itu, serangga akan mengalami kematian ketika kehilangan banyak cairan tubuh akibat terjadinya kerusakan pada kutikula (Iftita, 2016).

Tanin dikenal sebagai senyawa yang memiliki rasa pahit pada suatu tanaman, sehingga dengan adanya kandungan tanin pada ekstrak *Gracilaria* sp., maka nyamuk akan mengalami keracunan dan gangguan pencernaan ketika memakannya. Kandungan senyawa tanin akan menghambat metabolisme pada nyamuk, sehingga nyamuk tidak mampu beraktivitas dengan sempurna (Deo dkk., 2023). Menurut Armayanti dan Rasjid (2019), tanin berperan sebagai insektisida terutama sebagai racun perut bagi serangga. Senyawa tanin mempunyai mekanisme kerja sebagai racun perut dengan cara menghambat enzim dan membentuk ikatan kompleks dengan protein yang mampu menyebabkan gangguan pencernaan serta merusak dinding sel pada nyamuk.

Berdasarkan hasil yang diperoleh semakin tinggi konsentrasi ekstrak air dan metanol *Grailaria* sp. yang digunakan, maka semakin tinggi persentase kematian nyamuk *Ae. aegypti*. Tanaman dikatakan memiliki potensi sebagai bioinsektisida apabila dapat membunuh 10%-90% nyamuk uji dan dikatakan efektif apabila mampu membunuh nyamuk dengan persentase kematian 80%-90% (WHO, 2016). Efektivitas suatu insektisida pada dasarnya dipengaruhi oleh berbagai macam, baik faktor intrinsik maupun ekstrinsik. Faktor intrinsik yang mempengaruhi seperti bahan aktif yang terkandung di dalam ekstrak, dosis, konsentrasi, formulasi serta kepekaan spesies serangga terhadap ekstrak yang dipaparkan, sedangkan faktor ekstrinsik meliputi suhu, sinar matahari, angin serta dipengaruhi oleh cara pengaplikasian (Kekang, 2019).

Selain itu, penggunaan umur nyamuk saat pengujian dan lamanya waktu pengujian menjadi faktor penentu dari keefektifan suatu insektisida. Pada penelitian ini nyamuk betina *Ae. aegypti* yang digunakan berumur 2-5 hari, hal ini disebabkan karena pada rentang umur tersebut daya tahan nyamuk masih kuat dan sudah produktif (Saleh dkk., 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa kstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. memiliki potensi sebagai bioinsektisida terhadap nyamuk *Ae. aegypti* menggunakan metode spray, karena hasil ekstrak air dan metanol *Gracilaria* sp. mampu membunuh nyamuk *Ae. aegypti* (13,3%-40%) dan nilai Lethal Consentration 50 (LC50) ekstrak air *Gracilaria* sp. diperoleh sebesar 33,011%, sedangkan nilai LC50 dari ekstrak metanol *Gracilaria* sp. sebesar 22,961%.

DAFTAR PUSTAKA

Akuba, J., Thomas, N., dan Palay, R. D. J. 2019. Efek ekstrak metanol daun seledri (*Apium graveolens* Linn.) sebagai insektisida terhadap nyamuk. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research (JSSCR). 1*(1): 1-7.

Arinda, M. P., Ngadino, N., dan Sulistio, I. 2023. Potensi infusa daun ginseng jawa (*Talinum paniculatum* (Jacq.) Gaertn) sebagai bioinsektisida terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti* dengan metode vaporasi. *Journal Kolegium. 19* (1): 18-26.

Armayanti, A., dan Rasjid, A. 2019. Efektivitas ekstrak daun mengkudu dengan metode spray dalam pengendalian nyamuk *Aedes aegypti*. Sulolipu: *Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat. 19*(2): 157-161.

Astarina, N.W.G., Astuti, K.W., dan N.K. Warditiani. 2013. Skrining fitokimia ekstrak metanol rimpang bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.). *Jurnal Farmasi Udayana. 2*(4):26- 31.

Badan Pusat Statistika Bandar Lampung. 2024. Banyaknya Kasus DBD Menurut Kecamatan.https://bandarlampungkota.bps.go.id/id/statisticstable/2/Njc1IzI=/banyaknya-kasus-dbd-menurutkecamatan. html, diakses pada 28 Agustus 2024.

Cahyati, W. H., dan Nuryanti, S. 2021. Potensi elektrik mat ekstrak daun tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) sebagai upaya pengendalian vektor nyamuk. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development). 5*(1): 171-181.

Deo, A. A. P., Wibisono, F. J. Rahmawati, I., Wirjaatmadja, R., dan Sasmita, R. 2023. Efektivitas ekstrak kulit dan perasan jeruk lemon (*Citrus limon* L.) sebagai insektisida terhadap nyamuk Aedes aegypti. 13(2): 128-137.

Domithesa, M. C., Putra, I. N. K., Agung, A., dan Sri, I. 2021. Pengaruh jenis pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun kejompot (*Crassocephalum crepidioides*) menggunakan metode maserasi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA). 10*(1):67-76.

Fidyansari, D. dan Anitasari. 2017. Strategi peningkatan produktivitas rumput laut di daerah pesisir pantai Kelurahan Songka Kecamatan Wara Selatan Kota Palopo. Perbal: *Jurnal Pertanian Berkelanjutan. 3*(3): 9-24.

Fiyanza, F. F., Cahyati, W. H., dan Budiono, I. 2017. Efek spray limbah tembakau (*Nicotiana tabacum* L.) terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. Visikes: *Jurnal Kesehatan Masyarakat. 16*(2): 112-119.

Harborne, J. B. 1996. Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis. Chapman & Hall. New York.

Iftita, F. A. 2016. Uji Efektivitas Rendaman Daun Singkong (*Manihot utilissima*) Sebagai Insektisida Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Dengan Metode Elektrik Cair. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 4(2): 20-29.

Kekang, Y. Y. 2019. Efektivitas air perasan buah lemon (*Citrus limon* L.) terhadap kematian nyamuk *Culex quenquefasciatus* Say. (Skripsi). Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Kemenkes RI. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2024. Waspada DBD di Musim Kemarau. https://sehatnegeriku.kemkes.go.id/baca/rilismedia/20240616/0045767/waspadadbd-di-musim-kemarau/, diakses pada 22 Agustus 2024.

Medikanto, R. D., dan Setyaningrum, E. 2013. Pengaruh ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia* L.) sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Kedokteran. 2*(4): 35-43.

Permatasari, S., Frethernety, A., dan Shinta, H. E. 2020. Pengaruh obat nyamuk bakar dan semprot terhadap motilitas sperma tikus (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Kedokteran Universitas Palangka Raya. 8*(1): 946-951.

Qinahyu, W, D., dan Cahyani, W, H. 2016. Uji kemampuan anti nyamuk alamielektrik mat serbuk bunga sukun (*Ariocarpus altilis*) di masyarakat. *Jurnal Care. 4*(3): 9-20.

Rahmawati, R., Marcellia, S., dan Nofita, N. 2022. Uji efektivitas formulasi sediaan spray ekstrak daun nangka (*Artocarpus heterophyllus* L.) sebagai repelan nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Ilmu Kedokteran Dan Kesehatan. 9*(3): 895-903.

Rustiani, E., Rahminiwati, M., dan Mutiara, T. 2017. Perbandingan potensi analgetik ekstrak etanol dan air umbi rumput teki (*Cyperus rotundus* L.) terhadap tikus Sprague dawley. *Jurnal Ekologia. 17*(2): 10-17.

Safitri, I, A., dan Cahyati, W, H. 2018. Daya bunuh ekstrak daun mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) dalam bentuk antinyamuk cair elektrik terhadap kematian nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Care. 6*(1): 1-14.

Saleh, M., Susilawaty, A., Syarfaini, S., dan Musdalifah, M. 2017. Uji efektivitas ekstrak kulit buah jeruk nipis (*Citrus aurantifolia*) sebagai insektisida hayati terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Higiene: *Jurnal Kesehatan Lingkungan. 3*(1): 30-36.

Saputra, T. R., Ngatin, A., dan Sarungu, Y. T. 2018. Penggunaan metode ekstraksi
maserasi dan partisi pada tumbuhan cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*) dengan kepolaran berbeda. Fullerene *Journal of Chemistry. 3*(1): 5-8.

Septiana, A. T., dan Asnani, A. 2012. Kajian sifat fisikokimia ekstrak rumput laut coklat *Sargassum duplicatum* menggunakan berbagai pelarut dan metode ekstraksi. Agrointek: *Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 6*(1): 22-28.

Setiawati, S. 2017. Efikasi ekstrak daun mengkudu terhadap mortalitas larva *Crocidolomia binotalis* Zell. (Skripsi). Universitas Lampung.

Soamole, H. H., Sanger, G., Harikedua, S. D., Dotulong, V., Mewengkang, H., dan Montolalu, R. 2018. Kandungan fitokimia ekstrak etanol rumput laut segar *(Turbinaria* sp., *Gracilaria* sp., dan *Halimeda macroloba*). *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan.6*(3): 94-98.

Subashini, K. Sivakkami, R. and Jeyansankar, A. 2017. Phytochemical screening and ovicidal activity of *Scutellaria violacea* leaf extract against vector mosquitoes (*Diptera culicidae*). *International Journal of Advanced Research Biological Sciences. 4*(3): 523-528.

Utami, I., dan Cahyati, W. H. 2017. Potensi ekstrak daun kamboja (*Plumeria acuminata*)
sebagai insektisida terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Higeia: Journal of Public Health*
Research and Development. 1(1): 22-28.

WHO. World Health Organization. 2016. Test Procedures for Insecticide Resistance Monitoring in Malaria Vector Mosquitoes. Geneva, Switzerland. WHO Press.

WHO. World Health Organization. 2022. Standard Operating Procedure for Testing Insecticide Susceptibility of Adult Mosquitoes in WHO Bottle Bioassays. Geneva. World Health Organization.

Zanardi, O. Z., do Prado Ribeiro, L., Ansante, T. F., Santos, M. S., Bordini, G. P., Yamamoto, P. T., and Vendramim, J. D. 2015. Bioactivity of a matrine-based biopesticide against four pest species of agricultural importance. *Crop Protection. 67*(1): 160-167.