

**UJI PERBANDINGAN EFEKTIVITAS EKSTRAK DAUN SIRIH HIJAU (*Piper betle* Linn)
DENGAN EKSTRAK DAUN PANDAN WANGI (*Pandanus amaryllifolius* Roxb)
TERHADAP KEMATIAN LARVA NYAMUK *Aedes aegypti* TAHUN 2018**

Lymbran Tina¹ Misnawati² Fifi Nirmala.G³

¹²³Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Halu Oleo

¹lymbranizzah@gmail.com ² misnawati4398@gmail.com ³ ifinirmala87@gmail.com

ABSTRAK

Aedes aegypti merupakan jenis nyamuk yang dapat membawa virus *dengue* penyebab penyakit demam berdarah. Selain *dengue*, *A. aegypti* juga merupakan pembawa virus demam kuning (*yellow fever*) dan chikungunya. Demam Berdarah *Dengue* (DBD) masih menjadi masalah kesehatan masyarakat di Indonesia. Salah satu upaya pemberantas DBD yaitu dengan memberantas vektornya yaitu *Aedes aegypti*. Daun sirih hijau (*Piper betle* Linn) memiliki potensi sebagai larvasida karena mengandung fenol dan senyawa turunannya seperti kavikol dan eugenol, mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, saponin dan minyak atsiri yang bersifat sebagai larvasida begitupun dengan daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, polifenol dan zat warna yang dapat bersifat larvasida. Penelitian ini bertujuan untuk melihat perbandingan efektivitas ekstrak daun sirih hijau dan ekstrak daun pandan wangi sebagai larvasida terhadap kematian larva *Aedes aegypti*. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen quasi dengan desain *post test only control group design*. Sampel dalam penelitian ini adalah larva *Aedes aegypti* instar III/IV sebanyak 25 ekor pada masing-masing 4 perlakuan dan 2 kontrol yaitu kontrol negatif (0%) dan kontrol positif (Abate) dengan 4 kali pengulangan. Hasil uji *one way Anova* menunjukkan nilai *p-value* adalah <0,05 menunjukkan terdapat perbedaan signifikan jumlah larva yang mati antar kelompok yang dibandingkan. Berdasarkan uji analisis probit nilai LC50 dan LC90 ekstrak daun sirih hijau yaitu 0,19% dan 0,34% sedangkan nilai LC50 dan LC90 ekstrak daun pandan wangi yaitu 0,23% dan 0,48%. Sehingga disimpulkan bahwa ekstrak daun sirih hijau lebih efektif mematikan larva uji (nyamuk *Aedes aegypti*) dibandingkan dengan ekstrak daun pandan wangi.

Kata kunci : *Aedes aegypti*, Larvasida, Sirih hijau (*Piper betle* Linn), Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb), LC50 dan LC90

**EFFECTIVENESS TEST OF GREEN BETEL EXTRACT (*Piper betle* Linn)
WITH tray screwpine leaves EXTRACT (*Pandanus amaryllifolius* Roxb)
ON MORTALITY OF *Aedes aegypti* MOSQUITO LARVA IN 2018**

ABSTRACT

Aedes aegypti is a type of mosquito that can carry the dengue virus that causes dengue fever. In addition to dengue, *A. aegypti* is also a carrier of the yellow fever and chikungunya viruses. Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) is still a public health problem in Indonesia. One of the efforts to eradicate DHF is to eradicate *Aedes aegypti* mosquito as vector. Green betel leaves (*Piper betle* Linn) have the potential as larvacides because they contain phenols and their derivatives such as kavikol and eugenol, contain alkaloids, tannins, flavonoids, saponins and essential oils that are larvicidal as well as fragrant pandan leaves (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) containing alkaloids, saponins, flavonoids, tannins, polyphenols and dyes that can be larvicidal. This study aimed to compare the effectiveness of green betel leaves extract and tray screwpine leaves extract as larvacide on mortality of *Aedes aegypti* larvae. The type of study used was a quasi experiment with a post test only control group design. The samples in this study were instar III / IV *Aedes aegypti* larvae as many as 25 larvae on each of 4 treatments and on negative control (0%) and also positive control (Abate) with 4 repetitions. One way Anova test results showed that *p value*<0.05 indicating that there were significant differences in the number of mortality larvae between groups compared. Based on the probit analysis, the LC50 and LC90 values of green betel leaf extract were 0.19% and 0.34% while the LC50 and LC90 values of tray screwpine leaves extract were 0.23% and 0.48%. So it can be concluded that the green betel extract was more effective in killing the larvae (*Aedes aegypti* mosquito) than the tray screwpine leaves extract.

Keywords: *Aedes aegypti*, Larvasida, Green Betel (*Piper betle* Linn), Tray Screwpine Leaf (*Pandanus amaryllifolius* Roxb), LC50 and LC90

PENDAHULUAN

Penyakit menular tetap menjadi masalah penting di semua negara berkembang. Hal ini karena angka kesakitan dan kematiannya yang relatif tinggi dalam kurun waktu yang relatif singkat. Penyakitmenularmerupakanhasilperpaduanberbagai faktor yang salingmempengaruhiyaitulingkungan (environment), agenpenyebabpenyakit (agent), danpenjamu (host)¹.

Penyakit Demam Berdarah *Dengue* (DBD) merupakan salah satu penyakit menular dan masalah kesehatan masyarakat Indonesia yang jumlah penderitanya cenderung meningkat dan penyebarannya semakin luas. Perjalanan penyakitnya cepat dan dapat menyebabkan kematian dalam waktu singkat serta sering menimbulkan Kejadian Luar Biasa (KLB)².

Data dari seluruh dunia menunjukkan bahwa Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita DBD setiap tahunnya, dan WHO mencatat negara Indonesia sebagai negara dengan kasus DBD tertinggi di Asia Tenggara³.

Indonesia pada tahun 2017 terdapat 705 kasus sedangkan tahun 2016 terdapat jumlah kasus DBD sebanyak 204.171 kasus dengan jumlah kematian sebanyak 1.598 orang. Jumlah kasus DBD tahun 2016 meningkat dibandingkan jumlah kasus tahun 2015 (129.650 kasus). Jumlah kematian akibat DBD tahun 2016 juga meningkat dari tahun 2015 (1.071 kematian). *IR* atau angka kesakitan DBD tahun 2016 juga meningkat dari tahun 2015, yaitu 50,75 menjadi 78,85 per 100.000 penduduk. Namun, *Case Fatality Rate (CFR)* mengalami penurunan dari 0,83% pada tahun 2015 menjadi 0,78% pada tahun 2016⁴.

Jumlah penderita DBD di Sulawesi Tenggara pada tahun 2017 yaitu 750 kasus, 12 kasus diantaranya meninggal dunia sedangkan pada tahun 2016 yang dilaporkan sebanyak 3.433 kasus, melonjak lebih dari 2 kali lipat dibanding tahun sebelumnya, 33 kasus di antaranya meninggal dunia (Incidence Rate/Angka Kesakitan 132,5 per 100.000 penduduk dan Case Fatality Rate (CFR)/Angka Kematian = 1,0%, angka ini lebih rendah dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 1,4%⁵.

Data Dinas kesehatan Kota Kendari trend kasus kejadian Demam Berdarah Dengue tahun 2012-2017 yaitu pada tahun 2012 terdapat 114 kasus DBD, tahun 2013 menjadi 231 kasus. Jika dilihat dari jumlah kasus yang meninggal akibat penyakit Demam Berdarah Dengue tahun 2013 tidak ada kasus yang meninggal. Pada tahun 2014 mengalami penurunan kasus menjadi 30 kasus, tahun 2015 jumlah penderita DBD yang dilaporkan sebanyak 78 kasus. Dibandingkan tahun 2014 dengan kasus sebanyak 30 kasus terjadi peningkatan kasus. Pada tahun 2016 jumlah DBD

yang dilaporkan sebanyak 1.093 kasus dan pada tahun 2017 terdapat 96 kasus kejadian Demam Berdarah Dengue. Hal ini disebabkan Karena semakin padatnya penduduk, mobilitas penduduk dari suatu daerah lain, adanya pemukiman-pemukiman baru, faktor musim dan penyimpanan pola hujan, serta kurangnya partisipasi masyarakat dalam program sarang nyamuk⁶.

Salah satu indikator yang digunakan untuk upaya pengendalian penyakit DBD yaitu angka bebas jentik (ABJ). Sampai dengan tahun 2016, ABJ secara nasional belum mencapai target program yang sebesar $\geq 95\%$ ⁷. Kota kendari, meskipun dari tahun ke tahun angka bebas jentik meningkat, namun rata-rata ABJ dikota kendari masih dibawah 95%.⁸

Sampai sekarang satu-satunyausaha pencegahan dan pengendalian DBD adalah dengan memerangi larva atau nyamuk yang menjadi vektor penularan⁹. Sebagaimana metode yang dikembangkan oleh WHO untuk memerangi penyakit demam berdarah yaitu dengan memberantas sumber penularannya¹⁰. Hal ini dilakukan karena vaksin untuk mencegah demam berdarah masih dalam taraf penelitian dan obat yang efektif untuk demam berdarah belum ditemukan.

Pengendalian vektor demam berdarah adalah dengan menggunakan insektisida sintetik seperti DDT (*Dichloro Diphenyl Trichloroethane*), etilheksanol, temefos, dan berbagai senyawa sintetik lainnya^{11,12}. Penggunaan insektisida sintesis khususnya larvasida menimbulkan beberapa efek, diantaranya adalah resistensi terhadap serangga, pencemaran lingkungan, dan residu insektisida¹³. Untuk mengurangi efek tersebut, maka diupayakan penggunaan larvasida alami untuk mengendalikan larva *A.aegypti*. Secara umum larvasida alami diartikan sebagai pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan. Larvasida alami relatif mudah dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan yang terbatas. Oleh karena terbuat dari bahan alami, maka jenis insektisida ini mudah terurai karena residunya mudah hilang. Larvasida alami bersifat *hit and run*, yaitu apabila diaplikasikan akan membunuh hama pada waktu itu dan setelah hamanya terbunuh akan cepat meng hilang di alam.

Penggunaan larvasida alami memiliki beberapa keuntungan, antara lain degradasi atau penguraian yang cepat oleh sinar matahari, udara, kelembaban, dan komponen alam lainnya, sehingga mengurangi risiko pencemaran tanah dan air. Selain itu, umumnya larvasida alami memiliki toksisitas yang rendah pada mamalia karena sifat inilah yang menyebabkan larvasida alami memungkinkan untuk diterapkan pada kehidupan manusia¹³. Pemilihan bahan yang akan digunakan sebagai larvasida tentunya harus aman terhadap manusia atau pun

organisme lain, selain itu bahan juga mudah didapatkan, dan diharapkan dapat memberi dampak positif pada kesehatan manusia.

Salah satu jenis tumbuhan yang berpotensi sebagai larvasida alami diantaranya adalah daun sirih hijau dan daun pandan wangi. Berbagai hasil penelitian menunjukkan bahwa daun sirih hijau (*Piper betle* L.) mengandung fenol dan senyawa turunannya seperti kavikol dan eugenol, mengandung alkaloid, tanin, flavonoid, saponin dan minyak atsiri yang bersifat sebagai larvasida¹⁴. Kandungan zat kimia alami yang terkandung dalam daun pandan wangi (*Pandanus amaryllipolius*) antara lain alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, polifenol dan zat warna yang dapat bersifat larvasida¹⁵.

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “ Uji Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* Linn) dengan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* Tahun 2018”.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Quasi Eksperimen*. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *post test only control group design* menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL)¹⁶. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium UPT Terpadu Universitas Halu Oleo. Populasi dalam

penelitian ini adalah seluruh larva *Aedes aegypti*. Sampel dari penelitian ini adalah larva *A. aegypti* instar III/IV yang diambil secara *simple random sampling*. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok kontrol yaitu kontrol negatif (aquadest) dan kontrol positif (abate) dan 4 kelompok pada masing-masing ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* Linn) dan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amarypollius* Roxb), masing-masing sampel larva sebanyak 25 larva yang dimasukkan dalam konsentrasi ekstrak daun sirih hijau dan ekstrak daun pandan wangi serta pada kelompok kontrol dengan 4 kali pengulangan. Data dikumpulkan dengan menghitung jumlah larva yang mati dari setiap perlakuan. Perhitungan larva dilakukan setelah 24 jam perlakuan. Larva yang mati merupakan larva yang tidak bergerak aktif lagi, jatuh ke dasar permukaan larutan dan tidak berespon terhadap rangsangan. Data yang diperoleh kemudian di kelompokkan dan dimasukkan kedalam tabel dan di analisis menggunakan Annova (*Analysis of varians*). Sedangkan untuk menghitung nilai LC50 dan LC90 menggunakan analisis probit.

HASIL

1. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Tabel 1. Jumlah Kematian Larva *Aedes aegypti* Instar III/IV Setelah Perlakuan Dengan Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllipolius* R.) Dalam Berbagai Konsentrasi Setelah 24 Jam.

| Konsentrasi Ekstrak Daun Sirih Hijau (%) | Jumlah Larva Uji Tiap Ulangan (ekor) | Jumlah Larva yang Mati pada Ulangan ke- | | | | Total Larva yang Mati | Rata-Rata | |
|--|--------------------------------------|---|----|-----|----|-----------------------|-----------|------------|
| | | I | II | III | IV | | N Mati | % Kematian |
| Kontrol Negatif | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,10% | 25 | 13 | 12 | 15 | 13 | 53 | 13,25 | 53 |
| 0,15% | 25 | 17 | 16 | 15 | 16 | 64 | 16 | 64 |
| 0,20% | 25 | 18 | 20 | 18 | 19 | 67 | 16,75 | 67 |
| 0,25% | 25 | 21 | 20 | 22 | 23 | 86 | 21,5 | 86 |
| Kontrol Positif | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |

| Konsentrasi Ekstrak Daun Pandan Wangi (%) | Jumlah Larva Uji Tiap Ulangan (ekor) | Jumlah Larva yang Mati pada Ulangan ke- | | | | Total Larva yang Mati | Rata-Rata | |
|---|--------------------------------------|---|----|-----|----|-----------------------|-----------|------------|
| | | I | II | III | IV | | N Mati | % Kematian |
| Kontrol Negatif | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,10% | 25 | 7 | 5 | 3 | 4 | 19 | 4,75 | 19 |
| 0,15% | 25 | 7 | 8 | 9 | 8 | 32 | 8 | 32 |
| 0,20% | 25 | 12 | 11 | 13 | 13 | 49 | 12,25 | 49 |
| 0,25% | 25 | 15 | 13 | 16 | 17 | 61 | 15,25 | 61 |
| Kontrol Positif | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |

Sumber : Data Primer, 2018

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa rata-rata kematian larva ekstrak daun sirih hijau pada kontrol negatif adalah 0%, konsentrasi 0,10% yaitu 13 ekor (53%), 0,15% yaitu 16 ekor (64%), 0,20% yaitu 17 ekor (67%), 0,25% yaitu menunjukkan kematian larva 22 ekor (86%) sedangkan pada kelompok kontrol positif (Abate) kematian larva yaitu 25 ekor (100%). Rata-rata kematian larva ekstrak daun pandan wangi pada konsentrasi kontrol negatif adalah 0%, konsentrasi 0,10% yaitu 5 ekor (19%), 0,15% yaitu 8 ekor (32%), 0,20% yaitu 12 ekor (49%), 0,25% yaitu menunjukkan kematian larva 15 (61%)

sedangkan pada kelompok kontrol positif (Abate) kematian larva yaitu 25 ekor (100%).

Dalam hal ini digunakan analisis varian untuk melihat terdapat perbedaan yang signifikan kematian larva *Aedes aegypti* antar kelompok yang dibandingkan.

a. Uji Normalitas Data

Uji normalitas data menggunakan *shapiro-wilk test*. Diketahui dari nilai Sig. (p-value) uji *shapiro-wilk test*, jika nilai $p > 0.05$ maka dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

Adapun hasil uji normalitas *shapiro-wilk test* disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Shapiro-wilk test

| | Konsentrasi Ekstrak Daun Sirih Hijau (%) | Shapiro-wilk test. | | | Konsentrasi Ekstrak Daun Pandan Wangi (%) | Shapiro-wilk test. | | |
|----------------|--|--------------------|----|---------------|---|--------------------|----|---------------|
| | | Statistik | Df | Nilai P value | | Statistik | Df | Nilai P value |
| Kematian Larva | 0,10 | 0,25 | 4 | 0,41 | 0,10 | 0,97 | 4 | 0,85 |
| | 0,15 | 0,18 | 4 | 0,68 | 0,15 | 0,95 | 4 | 0,68 |
| | 0,20 | 0,29 | 4 | 0,27 | 0,20 | 0,86 | 4 | 0,27 |
| | 0,25 | 0,25 | 4 | 0,97 | 0,25 | 0,97 | 4 | 0,85 |

Sumber : Data Primer, 2018

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan bahwa nilai signifikansi pada konsentrasi ekstrak daun sirih hijau dan ekstrak daun pandan wangi 0,10%, 0,15%, 0,20% dan 0,25% masing-masing adalah $p > 0,05$. Maka, kesimpulannya adalah distribusi data normal. Kontrol negatif (0%) dan kontrol positif (Abate) bersifat konstan dan tidak dihitung karena jumlah kematian larva adalah sama.

b. Uji Varians Data

Uji homogenitas dengan menggunakan *levene statistic*. Diketahui dari nilai Sig. (p-value) uji *levene*, jika nilai $p > 0.05$ maka dapat disimpulkan data homogen.

Adapun hasil uji Homogenitas Varians disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji Homogenitas Varians

| Ekstrak | Levene Statistic | df1 | df2 | Nilai P value |
|-------------------|------------------|-----|-----|---------------|
| Daun Sirih Hijau | 3,27 | 5 | 18 | 0,03 |
| Daun Pandan Wangi | 3,53 | 5 | 18 | 0,02 |

Sumber : Data Primer, 2018

Uji varians ekstrak daun sirih hijau diperoleh nilai p value = 0,03 dan nilai uji varian ekstrak daun pandan wangi p value = 0,02. Berdasarkan hasil tabel 3, nilai $p < 0,05$ maka dapat diambil kesimpulan bahwa paling tidak terdapat dua kelompok yang mempunyai varian berbeda¹¹.

c. Uji OneWay ANOVA

Uji beda antar kelompok diketahui dari nilai Sig. (p-value) uji *one way anova*. Jika nilai $p < 0.05$ maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan kematian larva *Aedes aegypti* antar kelompok yang dibandingkan. Adapun hasil uji *OneWay ANOVA* disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Uji One Way Anova

| Ekstrak | | Sum Of Squares | Df | Mean Square | F-Hitung | Nilai P value |
|------------------|----------------|----------------|----|-------------|----------|---------------|
| Daun Sirih Hijau | Between Groups | 1528,00 | 5 | 305,6 | 379,37 | 0,00 |
| | Within Groups | 14,500 | 18 | 0,81 | | |

| | | | | | | |
|-------------------|----------------|----------|----|--------|--------|------|
| | Total | 1542,500 | 23 | | | |
| Daun Pandan Wangi | Between Groups | 1538,38 | 5 | 307,68 | | |
| | Within Groups | 22,25 | 18 | 1,24 | 248,91 | 0,00 |
| | Total | 1560,63 | 23 | | | |

Sumber : Data Primer, 2018

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa nilai p ekstrak daun sirih hijau dan ekstrak daun pandan wangi < 0,05, sehingga dapat disimpulkan terdapat perbedaan yang signifikan pada jumlah kematian larva antar kelompok yang dibandingkan.

Tabel 5. Uji Post Hoc Tamhane's

| Ekstrak | Konsentrasi | Kontrol Negatif | 0,10% | 0,15% | 0,20% | 0,25% | Kontrol Positif |
|-------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------|--------|-----------------|
| Daun Sirih Hijau | Kontrol Negatif | - | - | - | - | - | - |
| | 0,10% | 0,004* | - | - | - | - | - |
| | 0,15% | 0,001* | 0,188 | - | - | - | - |
| | 0,20% | 0,001* | 0,009 | 0,072 | - | - | - |
| | 0,25% | 0,001* | 0,001 | 0,011 | 0,215 | - | - |
| | Kontrol Positif | 0,000* | 0,005* | 0,003* | 0,014* | 0,170* | - |
| Daun Pandan Wangi | Kontrol Negatif | - | - | - | - | - | - |
| | 0,10% | 0,159* | - | - | - | - | - |
| | 0,15% | 0,004* | 0,301 | - | - | - | - |
| | 0,20% | 0,002* | 0,012 | 0,009 | - | - | - |
| | 0,25% | 0,006* | 0,002 | 0,017 | 0,368 | - | - |
| | Kontrol Positif | 0,002* | 0,000* | 0,000* | 0,002* | 0,021* | - |

Sumber : Data Primer, 2018

Keterangan: * = signifikan $\alpha = 0.05$

Berdasarkan table 5. hasil analisis *post-hoc Tamhane's* terdapat perbedaan jumlah kematian larva *A.aegypti* antara perlakuan pada kelompok kontrol (0%) dengan semua perlakuan pada berbagai tingkat konsentrasi ekstrak daun sirih hijau yaitu ($p < 0,05$). Jumlah kematian larva *A.aegypti* antar tingkat konsentrasi ekstrak daun sirih hijau juga memiliki perbedaan yang signifikan yaitu ($p < 0,05$), kecuali pada konsentrasi 0,15% dengan 0,10% dan konsentrasi 0,20% dengan 0,15%. Jumlah kematian

d. Uji Post Hoc Tamhane's

Uji *Post Hoc Tamhane's* dilakukan untuk melihat pasangan nilai mean yang perbedaannya signifikan. Adapun Hasil Uji *Post Hoc Tamhane's* disajikan pada Tabel 5.

larva *A.aegypti* antar tingkat konsentrasi ekstrak daun pandan wangi juga memiliki perbedaan yang signifikan yaitu ($p < 0,05$), kecuali pada perlakuan kontrol negatif dengan 0,10% konsentrasi 0,10% dengan 0,15% dan konsentrasi 20% dengan 25%.

2. Analisis LC50 dan LC90 Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Untuk mengetahui nilai LC50 dan LC90 ekstrak daun sirih hijau dan daun pandan wangi dianalisis menggunakan uji probit.

Tabel 6. LC50 dan LC90 Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Daun Pandan Wangi

| Ekstrak | Nilai Konsentrasi Mematikan (LC) | Konsentrasi (%) | Batas Nilai Bawah (Lower) | Batas Nilai Atas (Upper) |
|-------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------------|--------------------------|
| Daun Sirih Hijau | LC50 | 0,19 | 0,01 | 0,24 |
| | LC90 | 0,34 | 0,28 | 13,64 |
| Daun Pandan Wangi | LC50 | 0,23 | 0,06 | 0,27 |
| | LC90 | 0,48 | 0,36 | 22,85 |

Sumber : Data Primer, 2018

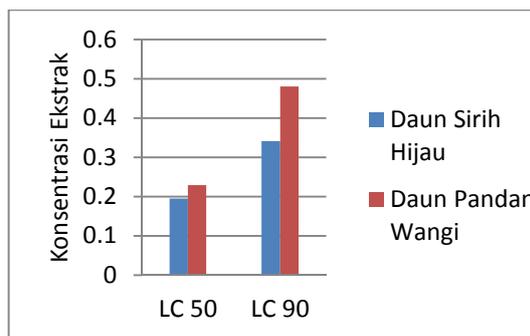
Berdasarkan Tabel 6. diketahui bahwa ekstrak daun sirih hijau memiliki sifat toksik LC50 pada konsentrasi 0,19% dengan batas nilai bawah 0,01 dan

batas nilai atas 0,24 sedangkan LC90 pada konsentrasi 0,34% dengan batas nilai bawah 0,280 dan batas nilai atas 13,638. ekstrak daun pandan

wangi memiliki sifat toksik LC50 pada konsentrasi 0,229% dengan batas nilai bawah 0,064 dan batas nilai atas 0,270 sedangkan LC90 pada konsentrasi 0,48% batas nilai bawah 0,358 dan batas nilai atas 22,845.

3. Uji Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* Linn) dan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb) terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes Aegypti*

Diagram 1. Analisis Probit Ekstrak Daun Sirih Hijau dan Daun Pandan Wangi



Sumber : Data Primer, 2018

Berdasarkan diagram 1 hasil analisis probit dengan waktu 24 jam setelah perlakuan nilai konsentrasi kematian LC50 ekstrak daun sirih hijau lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak daun pandan wangi, sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* Linn) lebih efektif mematikan larva uji (nyamuk *Aedes aegypti*) dibandingkan dengan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb).

DISKUSI

Peneitian ini dilaksanakan pada tanggal 24 sampai 28 September 2018, bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan pada kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III atau IV yang telah diberi perlakuan dengan ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* Linn) dan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb) dalam berbagai konsentrasi. Ekstrak daun sirih (*Piper betle* Linn) dan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb) ini didapatkan dengan metode maserasi dan menggunakan pelarut etanol.

Penelitian ini, larva yang digunakan adalah larva nyamuk *Aedes aegypti* instar III atau IV, instar ini dipilih karena pada stadium ini memiliki ketahanan tubuh yang cukup baik terhadap lingkungan eksternal. Mengetahui umur larva (Instra III/IV) sangat penting karena jika salah dalam memilih instar larva, maka akan dapat mengakibatkan bias pada tingkat kematian larva nyamuk yang berbeda. Larva dikembangbiakkan di dalam Laboratorium Terpadu Universitas Halu Oleo.

Suhu air rata-rata pada habitat larva tidak dilakukan karena keterbatasan peneliti. Akan tetapi, ketika larva dibawa ke laboratorium dilakukan pengukuran suhu dan didapatkan suhu larva yaitu 29°C. Hal ini masih sesuai dengan kriteria WHO (2011), bahwa rata-rata suhu optimum yang baik bagi spesies larva nyamuk agar hidup normal adalah 25-29°C¹⁶.

Penelitian ini digunakan 4 kelompok uji untuk masing-masing ekstrak dengan konsentrasi yang berbeda dengan masing-masing kelompok berisi 25 larva dalam 100 ml aquades. Konsentrasi I adalah 0,10% konsentrasi II adalah 0,15%, konsentrasi III adalah 0,20%, konsentrasi IV adalah 0,25%, dan menggunakan 2 kelompok kontrol yaitu kontrol negatif (aquadest) dan kontrol positif (Abate).

1. Uji Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* Linn) dan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

a. Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* Linn) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Berdasarkan pengamatan pada tabel 1 dapat dilihat bahwa tidak terdapat kematian larva pada konsentrasi 0% (kontrol negatif) berbeda dengan kelompok perlakuan setelah waktu pengamatan selama 24 jam didapatkan adanya kematian larva *A. aegypti*. Hal ini menunjukkan bahwa kematian larva *A. aegypti* terjadi akibat pemberian ekstrak daun sirih.

Uji *One Way* ANOVA pada taraf kepercayaan (α) 0,05, didapatkan nilai signifikansi $p = 0,000$ ($< 0,05$). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan efek larvasida yang bermakna pada kelompok konsentrasi ekstrak daun sirih yang berbeda. Selain hasil penelitian diuji dengan *One Way* ANOVA, dilanjutkan dengan menggunakan uji *post hoc Tamhane's*, didapatkan adanya perbedaan yang signifikan antara masing-masing kelompok ($p < 0,05$) kecuali pada kelompok konsentrasi 0,10% vs 0,15% dan pada kelompok 0,20% vs 0,25% dimana nilai p yang ditemukan $> 0,05$ sehingga tidak ada perbedaan yang bermakna.

Perolehan jumlah larva yang mati berbeda-beda pada setiap konsentrasi perlakuan. Perolehan

jumlah larva yang mati meningkat secara signifikan pada setiap konsentrasi 0,10%, 0,15%, 0,20%, dan 0,25% yang menyebabkan jumlah rata-rata kematian larva berturut-turut 53%, 64%, 67% dan 86%. Sehingga semakin tinggi tingkat konsentrasi ekstrak daun sirih hijau yang diberikan, maka semakin besar persentase kematian larva *Aedes aegypti*. Pada kontrol (-) aquades terlihat bahwa larva nyamuk *Aedes aegypti* tidak mengalami kematian, sedangkan penggunaan kontrol (+) abate 0,01ml/0,5L aquades mengalami kematian 100% lebih cepat dibandingkan dengan ekstrak daun sirih hijau. Hal ini terjadi karena pada penggunaan bahan kimia hasilnya sangat cepat dirasakan dibandingkan dengan bahan alami.

Hal ini sejalan dengan hasil penelitian bahwa kematian larva >50% pada dosis 4mL/100mL aquadest dan kematian mencapai 92,5% pada dosis 8mL/100mL air setelah pemaparan selama 24 jam. Sedangkan pada kelompok kontrol tidak ada yang mati (kematian 0%). Letak kesamaan penelitian yang dilakukan Ardiyansyah, Sri Wahdaningsih dan Ita Arniyanti dengan penelitian yang dilakukan peneliti yaitu menggunakan bahan dasar daun sirih hijau dan menggunakan pelarut aquades¹⁷.

Hal ini serupa dengan penelitian tentang pengaruh ekstrak daun sirih hijau terhadap kematian larva nyamuk *Aedes Aegypti* digunakan larva instar III dan IV sebagai sampel. Penelitian ini menggunakan 5 jenis konsentrasi ekstrak daun sirih hijau yaitu 300 ppm, 600 ppm, 900 ppm, 1200 ppm dan 1500 ppm serta dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan. Rentang waktu pengamatan selama perlakuan adalah 24 jam¹⁸.

Kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* ini disebabkan oleh adanya berbagai senyawa aktif atau kandungan kimia didalam daun sirih hijau (*Piper betle* L.). Beberapa senyawa aktif tersebut diantaranya adalah saponin, tannin, flavonoid, steroid, alkaloid, dan fenol. Kandungan alkaloid yang dimiliki oleh daun sirih memiliki manfaat yang dapat mengganggu sistem saraf nyamuk dan dapat menyebabkan kematian pada larva.

Kandungan lainnya adalah Minyak atsiri, Sepertiga pada daun sirih adalah phenol dan sebagian besar adalah kavikol. Kavikol ini bertanggung jawab atas aroma khas yang tajam pada daun sirih dan memiliki daya bunuh bakteri 5 kali lebih kuat dari phenol biasa. Selain untuk membunuh bakteri minyak atsiri ini juga dapat membunuh larva nyamuk. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Parwata (2011) yang mengatakan bahwa minyak atsiri dinyatakan toksik terhadap larva nyamuk *Aedes aegypti*. Minyak atsiri mempunyai aktifitas sebagai antibakteri, antijamur, antikanker, antiseptik dan antioksidan. Minyak atsiri turunan fenol berinteraksi dengan sel melalui proses absorpsi yang melibatkan

ikatan hidrogen. Pada kadar rendah terbentuk kompleks protein fenol dengan ikatan yang lemah dan segera mengalami peruraian, diikuti penetrasi fenol ke dalam sel dan menyebabkan presipitasi serta denaturasi protein. Pada kadar tinggi fenol menyebabkan koagulasi protein dan sel membran mengalami lisis. Hal ini diduga juga memicu kematian larva *Aedes aegypti*. Selain itu minyak atsiri juga berperan sebagai racun pernapasan sehingga menyebabkan kematian larva¹⁹.

Kandungan saponin pada ekstrak daun sirih dapat berperan sebagai racun kontak, racun perut, dan racun pernapasan. Mortalitas larva yang disebabkan oleh racun kontak, bermula ketika saponin masuk melalui kulit. Dinding tubuh merupakan bagian tubuh serangga yang dapat menyerap zat toksik dalam jumlah besar. Zat toksik relatif lebih mudah menembus kutikula dan selanjutnya masuk ke dalam tubuh serangga karena serangga pada umumnya berukuran kecil sehingga luas permukaan luar tubuh yang terdedah relatif lebih besar (terhadap volume) dibandingkan mamalia. Saponin diduga mampu berdifusi dari lapisan kutikula terluar melalui lapisan yang lebih dalam menuju hemolimfa, mengikuti aliran hemolimfa dan disebarkan ke seluruh bagian tubuh larva²⁰.

Senyawa lain yang dapat mengakibatkan kematian pada larva adalah steroid dan tannin. Steroid dapat menghambat proses pergantian kulit pada larva. Tannin dapat mempengaruhi penurunan aktivitas pengikatan protein dan penyerapan makanan di saluran cerna. Berdasarkan mekanisme ini perkembangan larva instar III menjadi instar IV atau menjadi pupa akan terhambat.

Berdasarkan hasil penelitian dengan didukung dengan teori pada penelitian sebelumnya, maka dapat disimpulkan kematian larva nyamuk merupakan efek dari senyawa minyak atsiri, saponin, tannin, flavonoid, steroid, alkaloid, dan fenol yang dapat merusak pertumbuhan jentik yang masuk kedalam tubuh nyamuk *Aedes aegypti* yang termakan.

b. Efektivitas Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb) Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa larva nyamuk *Aedes aegypti* yang mati setelah diberikan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllipolius* Roxb) dengan berbagai konsentrasi pada waktu 24 jam. Pada kontrol negatif (aquades) tidak terdapat larva nyamuk *Aedes aegypti* yang mati. Sedangkan untuk kontrol positif (bubuk abate) terdapat larva nyamuk *Aedes aegypti* yang mati sebanyak 100% dari 25 ekor larva uji pada setiap

pengulangan. Pada kelompok perlakuan yaitu konsentrasi 0,10%, 0,15%, 0,20% dan 25% terdapat larva nyamuk yang mati dengan rata-rata kematian 19% pada konsentrasi 0,10%, 32% pada konsentrasi 0,15%, 49% konsentrasi 0,20% dan pada konsentrasi 0,25% rata-rata kematian larva yaitu 61%. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka jumlah mortalitas larva semakin meningkat pula. Kejadian ini disebabkan karena masuknya senyawa toksin ke dalam tubuh larva dan merusak sistem saraf tubuh larva.

Hasil statistik yang dilakukan pada program SPSS, dengan menggunakan uji One Way ANOVA pada tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan terhadap 4 kelompok perlakuan ($p=0,000<0,05$). Selanjutnya pada uji Post-Hoc Tamhane's didapatkan adanya perbedaan yang signifikan antara seluruh kelompok dengan p value $<0,05$.

Aktivitas larvasida pada daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) kemungkinan besar disebabkan adanya berbagai senyawa aktif atau kandungan kimia didalamnya. Beberapa senyawa aktif tersebut diantaranya Saponin diduga mengandung hormon steroid yang menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi rusak²¹. Tanin membentuk kompleks dengan protein yang kaya prolin yang menyebabkan inhibisi sintesis protein sel²². Flavonoid masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasannya lalu menimbulkan kerusakan pada sistem pernapasan itu. Alkaloid dapat mendegradasi dinding sel dan merusak sel, serta juga memengaruhi sistem saraf dengan menghambat kerja enzim asetilkolin esterase. Polifenol mempunyai kemampuan menghambat pencernaan serangga²³.

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian lain yang menunjukkan bahwa terdapat pengaruh ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* ($p = 0,000$). Efektivitas ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) dalam membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi 0,5% dapat membunuh larva rata-rata sebesar 19,5 (78%), konsentrasi 0,6% membunuh larva sebesar 20,75 (83%), konsentrasi 0,7% membunuh larva sebesar 23 larva (92%), konsentrasi 0,8% membunuh larva sebesar 24 larva (96%), konsentrasi 0,9% membunuh larva sebesar 25 larva (100%), dan konsentrasi 1,0% membunuh larva sebesar 25 larva (100%). Konsentrasi ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) yang efektif dalam membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti* adalah konsentrasi 0,9% yang merupakan

konsentrasi terkecil yang sudah dapat membunuh larva sebesar 100%²⁴.

Berdasarkan hasil penelitian dengan didukung dengan teori pada penelitian sebelumnya, maka dapat disimpulkan kematian larva nyamuk merupakan efek dari senyawa zat alkaloida, saponin, flavonoida, tanin, dan polifenol yang terkandung pada daun pandan wangi yang dapat merusak pertumbuhan jentik yang masuk ke dalam tubuh nyamuk *Aedes aegypti* yang termakan.

2. LC50 dan LC90 Terhadap Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*.

Berdasarkan tabel 6 hasil analisis probit diperlihatkan pada konsentrasi ekstrak daun sirih hijau memiliki nilai LC50 0,19% dan LC90 pada konsentrasi 0,34%. Artinya pada konsentrasi 0,19% ekstrak daun sirih hijau dapat mematikan 50% larva uji dengan batas nilai *lower* yaitu 0,01 dan nilai *Upper* yaitu 0,24 dan pada konsentrasi 0,34% dapat mematikan 90% larva uji dengan batas nilai *lower* yaitu 0,28 dan nilai *Upper* 13,64. Sedangkan pada ekstrak daun pandan wangi dengan LC50 pada konsentrasi 0,23% dan LC90 pada konsentrasi 0,48%. Artinya pada konsentrasi 0,23% daun pandan wangi dapat mematikan 50% larva uji dengan nilai *lower* yaitu 0,06 dan *Upper* yaitu 0,27 dan pada konsentrasi ekstrak 0,48% dapat mematikan 90% larva uji dengan nilai *lower* yaitu 0,36 dan *Upper* yaitu 22,85. Untuk itu nilai probit memiliki perbedaan antar LC50 dan LC90 pada ekstrak daun sirih hijau dan ekstrak daun pandan wangi. *Lethal Concentration* (LC) adalah konsentrasi ekstrak yang dapat mematikan larva nyamuk pada kelompok kontrol dan kelompok perlakuan.

Hasil penelitian uji probit pada larva nyamuk *Anopheles* sp dan *Culex* diperoleh nilai LC50 sebesar 0,012% pada jenis nyamuk *Anopheles* dan 0,011% pada jenis nyamuk *Culex*. Pengaruh yang disebabkan oleh ekstrak etanol daun sirih (*Piper betle* L) mampu menyebabkan kematian 50% pada konsentrasi 0,012% pada jenis nyamuk *Anopheles* dan 0,011% pada jenis nyamuk *Culex*²⁵.

Tingkat toksisitas larvasida untuk membunuh larva sangat bergantung pada bentuk larvasida, cara masuk senyawa ke dalam tubuh larva, konsentrasi dan jumlah senyawa dalam tubuh larva serta ukuran, susunan tubuh, stadium dan habitat larva. Larvasida masuk ke dalam tubuh larva melalui 3 cara, yaitu melalui permukaan tubuh (racun kontak), melalui mulut dan saluran pencernaan (racun perut), dan melalui sistem respirasi (racun pernafasan).

3. Perbandingan Efektivitas Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* Linn) dan Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) Terhadap Kematian larva *Aedes aegypti*

Parameter efektivitas larvasida yaitu bahwa konsentrasi larvasida dianggap efektif apabila dapat menyebabkan kematian larva uji antara 10-95%²⁶. Senyawa larvasida yang terkandung dalam ekstrak daun sirih hijau dan ekstrak daun pandan wangi merupakan penyebab kematian larva nyamuk *Aedes aegypti* karena zat yang terkandung didalam senyawa tersebut bersifat toksik. Kematian larva nyamuk disebabkan oleh ketidakmampuan larva dalam mendetoksifikasi senyawa toksik yang masuk kedalam tubuhnya.

Semakin rendah nilai LC50 suatu zat tersebut mempunyai aktivitas yang lebih tinggi dalam membunuh hewan coba, karena dengan zat tersebut perlu konsentrasi yang lebih rendah untuk mematikan hewan coba atau larva uji dalam waktu yang sama²⁷. Berdasarkan tabel 5 dapat dilihat bahwa nilai konsentrasi kematian LC50 ekstrak daun sirih hijau adalah 0,19% sedangkan pada ekstrak daun pandan wangi adalah 0,23% artinya konsentrasi ekstrak daun sirih hijau lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak daun pandan wangi, sehingga dapat disimpulkan bahwa ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* Linn) lebih efektif mematikan larva uji (nyamuk *Aedes aegypti*) dibandingkan dengan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb).

Perbedaan kandungan ekstrak daun sirih hijau dan daun pandan wangi yaitu ekstrak daun sirih hijau memiliki kandungan Minyak atsiri, Sepertiga pada daun sirih adalah phenol dan sebagian besar adalah kavikol. Kavikol ini bertanggung jawab atas aroma khas yang tajam pada daun sirih dan memiliki daya bunuh bakteri 5 kali lebih kuat dari phenol biasa¹⁹. Selain untuk membunuh bakteri minyak atsiri ini juga dapat membunuh larva nyamuk, saponin pada ekstrak daun sirih dapat berperan sebagai racun kontak, racun perut, dan racun pernapasan, steroid dapat menghambat proses pergantian kulit pada larva, tannin dapat mempengaruhi penurunan aktivitas pengikatan protein dan penyerapan makanan di saluran cerna serta kandungan alkaloid yang dimiliki oleh daun sirih memiliki manfaat yang dapat mengganggu sistem saraf nyamuk dan dapat menyebabkan kematian pada larva²⁰. Sedangkan daun pandan wangi hanya memiliki kandungan kimia saponin yang diduga mengandung hormon steroid yang menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus menjadi rusak, tanin yang menyebabkan inhibisi sintesis protein sel, Flavonoid masuk ke dalam tubuh serangga melalui

sistem pernapasannya lalu menimbulkan kerusakan pada sistem pernapasan itu, alkaloid dapat mendegradasi dinding sel dan merusak sel, serta juga memengaruhi sistem saraf dengan menghambat kerja enzim asetilkolin esterase serta kandungan polifenol daun pandan wangi mempunyai kemampuan menghambat pencernaan serangga^{21,22,23}.

SIMPULAN

1. Ekstrak daun sirih hijau (*Piper betle* Linn) memiliki rata-rata persentase kematian sebesar 53% pada konsentrasi 0,10%, 64% pada konsentrasi 0,15%, 67% pada konsentrasi 0,20%, dan 86% pada konsentrasi 0,25% menjadikan larvasida alami dari ekstrak daun sirih hijau efektif untuk mematikan larva nyamuk *Aedes aegypti*. Ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) memiliki tingkat rata-rata persentase kematian sebesar 4,75% pada konsentrasi 0,10%, 8% pada konsentrasi 0,15%, 12,25% pada konsentrasi 0,20% dan 15,25% pada konsentrasi 0,25% menjadikan larvasida alami dari ekstrak daun pandan wangi efektif untuk mematikan larva nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Konsentrasi yang efektif untuk mematikan 50% larva uji nyamuk *Aedes aegypti* pada ekstrak daun sirih hijau berada pada konsentrasi 0,19% dan dapat mematikan 90% larva pada konsentrasi 0,34% sedangkan untuk ekstrak daun pandan wangi dapat mematikan 50% larva uji pada konsentrasi 0,23% dan mematikan 90% pada konsentrasi 0,48%.
3. Konsentrasi ekstrak daun sirih hijau lebih rendah dibandingkan dengan ekstrak daun pandan wangi, sehingga ekstrak daun sirih hijau lebih efektif mematikan larva uji (nyamuk *Aedes aegypti*) dibandingkan dengan ekstrak daun pandan wangi.

SARAN

1. Mengingat adanya keterbatasan dalam penelitian ini, maka diperlukan adanya penelitian lanjut, yaitu suatu penelitian serupa dengan sampel, kontrol dan metode yang lebih baik.
2. Adanya penelitian lanjutan untuk pengendalian larva nyamuk dalam volume besar mengingat penelitian ini menggunakan volume kecil dalam mematikan larva nyamuk.
3. Adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui uji kandungan ekstrak daun sirih hijau dan daun pandan wangi.

4. Penelitian ini bisa dilanjutkan dan dikembangkan dengan menguji pada larva spesies lainnya seperti *Culex sp*, *Anopheles sp* dan *Mansoni sp*.
5. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan melakukan proses pengeringan pada ekstrak menjadi serbuk sehingga dapat langsung di aplikasikan kepada masyarakat.
15. Susana Dewi, dkk, 2003, "Potensi daun pandan wangi untuk membunuh larva nyamuk *Aedes aegypti*", Universitas Indonesia, Jakarta
16. Sumantri Arif. 2015. METODOLOGI PENELITIAN KESEHATAN. Jakarta: Kencana Prenada Media Group
17. Ardiyansyah, Wahdaningsih Sri & Arniyanti Ita. Efektivitas Larvasida Infusa Daun Sirih (*Piper betle*, Linn.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal Cerebellum*. Volume 2. Nomor 4. November 2016

DAFTAR PUSTAKA

1. Widoyono. 2011. Penyakit Tropis : Epidemiologi, Penularan, Pencegahan, dan Pemberantasannya. Jakarta: Erlangga
2. Sugiono & Sri Darnoto. 2016. Pengaruh Pelatihan Pencegahan Demam Berdarah *Dengue* (DBD) Terhadap Tingkat Pengetahuan dan Sikap Siswa di SDN Wirogunani Kartasura Kabupaten Sukoharjo, *Jurnal Kesehatan*, ISSN 1979-7621, Vol. 9, No. 2, Desember 2016
3. Kemenkes RI. 2010. Demam Berdarah Dengue di Indonesia Tahun 1968-2009. *Buletin Jendela Epidemiologi*, Volume 2.
4. Kemenkes RI. 2018. *Profil Kesehatan Indonesia 2017*. Kemenkes RI, Jakarta.
5. Dinkes Sultra. 2018. *Profil Kesehatan Sulawesi Tenggara 2017*. Dinkes Sultra, Kendari
6. Dinkes Kota Kendari. 2018. *Profil Kesehatan Kota Kendari 2017*. Dinkes Kota Kendari, Kendari
7. Kemenkes RI. 2017. *Profil Kesehatan Indonesia 2017*. Kemenkes RI, Jakarta.
8. Dinkes Kota Kendari. 2015. *Profil Kesehatan Kota Kendari 2017*. Dinkes Kota Kendari, Kendari
9. Mirnawaty, Supriadi dan Jaya. 2012. Uji Efektivitas Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) Sebagai Anti Nyamuk Elektrik. *Jurnal Akademika Kimia*. 1(4) : 148
10. Suirta, Puspawati dan Gumiati. 2007. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Aktif Larvasida dari Biji Mimba (*Azadirachta indica* A. Juss.) Terhadap Larva Nyamuk Demam Berdarah (*Aedes aegypti*). *Jurnal Kimia*. 1(1): 47-54.
11. Arif DN. 2011. Kematian Larva *Aedes Aegypti* Setelah Pemberian Abate Dibandingkan Dengan Pemberian Serbuk Serai. *Jurnal Kemas*, 7(1) : 91-96
12. Suwanbamrung. 2009. Community Capacity Domains of Dengue Prevention and Control. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 2(4): 50-57
13. Pratiwi, Ameliana. 2012. Penerimaan Masyarakat Terhadap Larvasida Alami, *Jurnal KEMAS 8 (1) (2012) 88-93*
14. Aulung, A., Christian, dan Ciptaningsih. 2010. Daya Larvasida Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L) Terhadap Mortalitas Larva *Aedes Aegypti*. *Majalah Kedokteran FK UKI*. 28(1).
18. Wahyuni Dwi & Loren Intania. Perbedaan Toksisitas Ekstrak Daun Sirih (*Piper betle* L.) Dengan Ekstrak Biji Srikaya (*Annona squamosa* L.) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Jurnal Saintifika*, Volume 17, Nomor 1, Juni 2015, hlm. 38 – 48
19. Parwata, I.M.O., P. Fanny, S.D. Isolasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Minyak Atsiri Dari Rimpang Lengkuas (*Alpinia galanga* L.). *Jurnal Kimia Universitas Udayana*. 2008; 2(2):100-104
20. Kaihena, M., V. Laliatu dan M. Nindatu. 2011. Efektivitas Ekstrak Etanol Daun Sirih (*Piper betle* L.) Terhadap Mortalitas Larva Nyamuk *Anopheles* Sp. Dan *Culex*. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan MOLLUCA MEDICA*. 1979-6358.
21. Aminah NS, Sigit SH, Partosoedjono S, Chairul. S. rarak, D. metel, dan E. Prostata sebagai larvasida *Aedes aegypti*. *CDK*. 2001;131:7-9.
22. Hayatie L, Biworo A, Suhartono E. Aqueousextracts of seed and peel of Carica papaya against *Aedes Aegypti*. *J Med Bioeng*. 2015;4(5):417-21.
23. Cania E, Setyaningrum E. Uji efektifitas larvasida ekstrak daun legundi (*Vitex trifolia*) terhadap larva *Aedes aegypti*. *Med J Lampung Univ*. 2013;2(4):52-60.
24. Pratama, B.A Pemanfaatan ekstrak daun pandan wangi (*Pandanus Amryllifolius* Roxb) sebagai larvasida alami. *Jurnal Kesehatan*, 2012.
25. Martha Kaihena. 2012. efektivitas ekstrak etanol daun sirih (*piper betle* l.) terhadap mortalitas larva nyamuk *anopheles* sp dan *culex* *jurnal kedokteran dan kesehatan program studi pendidikan dokter universitas pattimura ISSN: 1979 – 6358 Molucca Medica*, Volume 4, Nomor 1, Oktober 2012, hlm. 88-105
26. World Health Organization. 2015. Guidelines for Laboratory and Field Testing of Mosquito Larvicides. Retrieved 20, 2017
27. Fazal Sabiha, Manzoor Farkhanda, Latif Abdul Asma, Munir Neelma, Izza & Pervaiz Mahnoor. 2013. Larvicidal Activities of Five Essential Oils Against *Aedes aegypti* (L.) Larvae (Diptera: Culicidae). *Asian Journal of Chemistry*, Vol. 25, No. 18 (2013), 10212-10216

