

Penyaring Air dengan Biolarvasida Nabati Ekstrak Rimpang Lengkuas sebagai Upaya Pengendalian Vektor Demam Berdarah

Water Filter with Galangal Extract Biolarvicides as an Effort for Dengue Vector Control

Nur Lu'lu Fitriyani*, Ristiawati, Dewi Nugraheni Restu Mastuti
Prodi Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Pekalongan
Jalan Sriwijaya 3 Kota Pekalongan, Jawa Tengah, Indonesia
*E_mail: lulu.fitriyani99@gmail.com

Received date: 18-06-2021, Revised date: 29-05-2022, Accepted date: 27-06-2022

ABSTRAK

Penyakit Demam Berdarah Dengue merupakan permasalahan serius di Jawa Tengah dengan *Incidence Rate* (IR) sebesar 10,2/100.000 penduduk pada tahun 2018. Upaya penurunan angka DBD tidak terlepas dengan upaya pengendalian vektor nyamuk *Aedes aegypti*. Alternatif pengendalian vektor yang lebih aman dan ramah lingkungan dapat dilakukan dengan memanfaatkan senyawa yang berasal dari tanaman yang memiliki sifat aktif biologi. Tumbuhan yang berpotensi dapat dikembangkan sebagai insektisida alami adalah lengkuas (*Alpinia galanga*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui efektivitas penyaring air yang ditambahkan dengan larvasida nabati ekstrak rimpang lengkuas. Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuasi eksperimen dengan 4 konsentrasi ekstrak lengkuas yang berbeda (0,1%; 0,2%; 0,3% dan 0,4%) serta menggunakan kontrol negatif tanpa penambahan ekstrak lengkuas. Hasil penelitian menunjukkan pada perlakuan penyaring air dengan ekstrak rimpang lengkuas, terlihat adanya kematian pada larva nyamuk *Ae. aegypti*, sedangkan pada kontrol negatif tidak terjadi kematian larva. Hasil pengamatan terhadap kematian larva nyamuk *Ae. aegypti* terbanyak terjadi pada konsentrasi 0,4% sebanyak 25 ekor. Penyaring air dengan biolarvasida ekstrak rimpang lengkuas berpotensi membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti*.

Kata kunci: biolarvasida, Demam Berdarah Dengue, penyaring air

ABSTRACT

Dengue Hemorrhagic Fever is a serious problem in Central Java with an *Incidence Rate* (IR) of 10.2/100,000 population in 2018. Efforts to reduce the number of dengue fever cannot be separated from efforts to control the *Aedes aegypti* vector. Alternative vector control that is safer and more environmentally friendly can be done by utilizing compounds derived from plants that have biologically active properties. The plant that has the potential to be developed as a natural insecticide is galangal (*Alpinia galanga*). The aim of this study was to determine the effectiveness of a water filter added with biolarvicides from galangal rhizome extract. The research method used was a quasi-experimental method with 4 different concentrations of galangal extract (0.1%; 0.2%; 0.3% and 0.4%) and used a negative control without the addition of galangal extract. The results showed that in water filter treatment with galangal rhizome extract, there was death in *Ae. aegypti* mosquito larvae, while in negative control there was no larval death. The results showed that mortality of *Ae. aegypti* mostly occurred at a concentration of 0.4% as many as 25 larvae. Water filter with galangal rhizome extract biolarvicide has the potential to kill *Ae. aegypti* larvae.

Keywords: biolarvicide, Dengue Hemorrhagic Fever, water filter

PENDAHULUAN

Kasus Demam Berdarah (DBD) masih menjadi perhatian serius pemerintah, bahkan di tengah pandemi Covid-19. Kementerian Kesehatan meminta masyarakat tidak hanya fokus pada infeksi Covid-19 akan tetapi mewaspadai kasus DBD. Angka kejadian DBD

di Indonesia tahun 2020 (Januari-Maret) sudah mencapai 17.820 kasus. Angka ini jauh lebih tinggi dibandingkan kasus Covid-19.¹ Angka kejadian DBD di Kabupaten Pekalongan tahun 2020 (Januari-Maret) telah mencapai 32 kasus, di mana dua orang meninggal akibat infeksi virus *dengue*.² Angka ini jauh lebih tinggi

dibandingkan kasus Covid-19 di Kabupaten Pekalongan yang hanya 3 orang terkonfirmasi positif dengan jumlah kematian 1 orang pada periode yang bersamaan (Januari-Maret 2020).

Penyakit DBD masih merupakan permasalahan serius di Provinsi Jawa Tengah. Hal ini dibuktikan bahwa 35 kabupaten/kota sudah pernah terjangkit penyakit DBD. Berdasarkan data Profil Kesehatan Provinsi Jawa Tengah tahun 2018, angka kesakitan/*Incidence Rate* (IR) DBD sebesar 10,2/100.000 penduduk. Angka ini mengalami penurunan jika dibandingkan tahun 2017 yaitu 21,86 per 100.000 penduduk. Hal ini berarti bahwa IR di Jawa Tengah lebih rendah dari target nasional (<51/100.000 penduduk) dan target renstra (<46/100.000), sedangkan angka kematian/*Case Fatality Rate* DBD di Jawa Tengah sebesar 1,05%, menurun jika dibandingkan dengan CFR tahun 2017 yaitu 1,24%. Angka tersebut masih lebih tinggi dibandingkan dengan target nasional (<1%). Pada tahun 2020, terdapat 47 kasus kematian akibat penyakit DBD terjadi di 19 kabupaten/kota di Jawa Tengah.³

Metode yang bisa dilakukan untuk mengendalikan jumlah nyamuk yang paling tepat dan efektif yaitu dengan melakukan Pemberantasan Sarang Nyamuk (PSN) melalui cara 3M-Plus (Menguras, Menutup rapat penampungan air dan Memanfaatkan kembali barang bekas yang berpotensi sebagai sarang nyamuk) serta ditambah dengan menaburkan bubuk abate pada kolam atau bak tempat penampungan air. Abate merupakan bubuk larvasida sintesis yang mengandung zat aktif berupa temefos. Penggunaan abate justru memicu terjadi resistensi larva *Ae. aegypti*.⁴

Resistensi larva *Ae. aegypti* terhadap temefos telah terjadi di Desa Paguyangan Kota Denpasar⁴ dan Kota Bandung.⁵ Selain itu resistensi temefos juga terjadi di Northern Lao PDR.⁶ Selain menimbulkan resistensi, pengendalian vektor nyamuk pada tempat perindukan menggunakan bahan kimia seperti abate juga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan karena mengandung bahan kimia yang sulit terurai dan dikhawatirkan

berpengaruh terhadap kesehatan.⁵

Rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*) mengandung beberapa zat aktif antara lain tanin, fenolik, terpanoid, alkaloid, saponin, dan flavonoid.⁷ Senyawa-senyawa fitokimia tersebut menimbulkan berbagai reaksi di dalam tubuh larva sehingga dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan larva nyamuk hingga menyebabkan kematian larva nyamuk. Flavonoid bekerja sebagai inhibitor kuat pernafasan yang dapat menyebabkan kematian larva, senyawa saponin dapat menyebabkan selaput mukosa saluran pencernaan larva menjadi korosif, senyawa tanin bersifat sebagai racun perut larva nyamuk, sehingga larva nyamuk akan mengalami gangguan nutrisi, sedangkan senyawa steroid dapat menghambat proses molting pada larva sehingga menyebabkan larva nyamuk pingsan.⁸ Kandungan senyawa bioaktif tersebut menunjukkan lengkuas putih dapat digunakan sebagai larvasida alami.

Penelitian ekstrak rimpang lengkuas membuktikan rimpang lengkuas putih efektif membunuh larva *Ae. aegypti* dengan LC₅₀ sebesar 0,10% dan LC₉₀ sebesar 0,16%.⁹ Penelitian lain membuktikan ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* SW) memiliki efek larvasida nyamuk *Ae. aegypti* dengan konsentrasi 29,8 ppm (LC₅₀) dan 82,16 ppm untuk LC₉₀.¹⁰

Penelitian terkait kemampuan ekstrak lengkuas sebagai biolarvasida nyamuk *Ae. aegypti* telah banyak dilakukan, akan tetapi aplikasi pemanfaatan secara efektif dan efisien pada masyarakat belum banyak diteliti. Penelitian ini bertujuan menganalisis efektivitas penyaring air dengan biolarvasida ekstrak lengkuas dalam membunuh larva nyamuk *Ae. aegypti* dan pengaruhnya pada media pertumbuhan larva.

METODE

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen yang dilakukan untuk mengetahui efektivitas penyaring air ekstrak lengkuas terhadap jentik nyamuk *Aedes aegypti*. Rancangan penelitian

yang digunakan dalam penelitian ini dengan *post-test only control group design* yaitu hanya mengukur hasil eksperimen di akhir perlakuan. Pengukuran pengaruh perlakuan (intervensi) dilakukan dengan cara membandingkan kelompok yang diberi perlakuan dan tidak diperlakukan.

Besar sampel yang *digunakan* dalam penelitian ini sebanyak 25 ekor larva nyamuk *Ae. aegypti* instar 3. Telur nyamuk diperoleh dari Balai Litbang Kesehatan Banjarnegara, kemudian dikolonisasi sampai menjadi larva. Penelitian ini menggunakan 5 kelompok perlakuan yaitu 1 kelompok kontrol dan 4 kelompok eksperimen dengan 3 kali pengulangan menurut rumus Federer. Perlakuan pada kontrol negatif menggunakan penyaring air tanpa diberi penambahan ekstrak lengkuas dan kelompok eksperimen terdiri dari 4 macam konsentrasi ekstrak lengkuas putih yaitu 0,1%; 0,2%; 0,3% dan 0,4%. Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Saintifik Jamu Kota Pekalongan dan Universitas Pekalongan pada bulan Mei-Juli 2021.

Tahap pembuatan ekstraksi rimpang lengkuas dilaksanakan di Pusat Saintifik Jamu Kota Pekalongan. Rimpang lengkuas diiris tipis dan dijemur hingga kering. setelah benar-benar kering, rimpang lengkuas kemudian dihaluskan menggunakan blender dan diekstrak menggunakan metode maserasi dengan etanol 96% hingga di lakukan evaporasi menggunakan rotary evaporator.

Uji efektifitas penyaring air larvasida dilakukan dengan membuat penyaring sederhana dengan komposisi membran penyaring, ziolit, kapas alami dan penambahan ekstrak rimpang lengkuas. Perlakuan 0,1% diperoleh dari rumus $V1M1=V1M2$ dengan banyaknya air yang akan digunakan sebagai media sebanyak 100 mL, sehingga jumlah ekstrak yang ditambahkan dalam penyaring air sebanyak 1 mL dan seterusnya berturut-turut sebanyak 2 mL, 3 mL dan 4 mL ekstrak lengkuas. Air uji untuk media hidup larva *Ae. aegypti* yang berasal dari sumur bor dialirkan melalui penyaring dengan biolarvasida nabati ekstrak laos sebanyak 100 mL, setelah itu,

dilakukan pengukuran suhu air menggunakan termometer serta kadar pH menggunakan pH meter dapat dilihat pada Gambar 1. Tahap selanjutnya memilih larva nyamuk *Ae. aegypti* instar 3 sebanyak 25 ekor untuk masing-masing perlakuan.



Gambar 1. Air Uji yang telah Melewati Penyaring Air dengan Biolarvasida Nabati Ekstrak Laos

Hasil penelitian dianalisis menggunakan analisis deskriptif analitik untuk mengetahui sejauh mana kemampuan penyaring air larvasida yang menghasilkan air yang tidak bisa dijadikan sebagai tempat perkembangan larva nyamuk. Kematian larva nyamuk pada media air yang telah melewati penyaring air dengan ekstrak rimpang lengkuas diamati selama 24 jam setiap 8 jam sekali (pengamatan pada 8 jam, 16 jam dan 24 jam).

HASIL

Hasil pengukuran suhu sebelum dan setelah uji efektifitas pada air media larva yang melalui penyaring air dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Suhu Media

Kelompok Perlakuan	Suhu Media (°C)	
	Sebelum	Sesudah
Kontrol	29,5	29,5
Konsentrasi 0,1 %	29,5	29,5
Konsentrasi 0,2 %	29,5	29,5
Konsentrasi 0,3 %	29,5	29,5
Konsentrasi 0,4 %	29,5	29,5

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran suhu stabil baik sebelum maupun setelah perlakuan pada seluruh konsentrasi yaitu 29,5°C. Selain pengukuran suhu lingkungan juga dilakukan pengukuran nilai pH.

Derajat keasaman media tumbuh sangat berpengaruh terhadap perkembangan larva nyamuk. Pengukuran derajat keasaman dilakukan sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan pH meter. Hasil pengukuran pH terlihat pada Tabel 2 berikut.

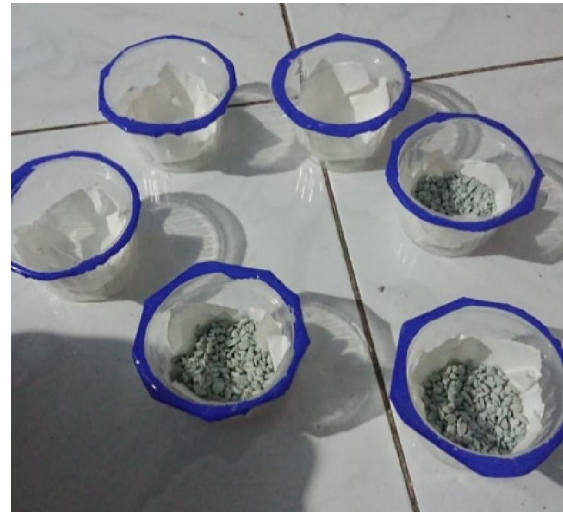
Tabel 2. Hasil Pengukuran pH Media

Kelompok Perlakuan	pH Media	
	Sebelum	Sesudah
Kontrol	7	7
Konsentrasi 0,1 %	7,1	7
Konsentrasi 0,2 %	7	7,1
Konsentrasi 0,3 %	6,9	7
Konsentrasi 0,4 %	6,7	6,9

Hasil pengukuran menunjukkan kisaran pH selama percobaan pada berbagai konsentrasi masuk pada pH netral yang dibutuhkan larva untuk melakukan perkembangannya. Hasil ini menunjukkan kondisi media memiliki lingkungan yang tepat untuk perkembangan larva nyamuk.

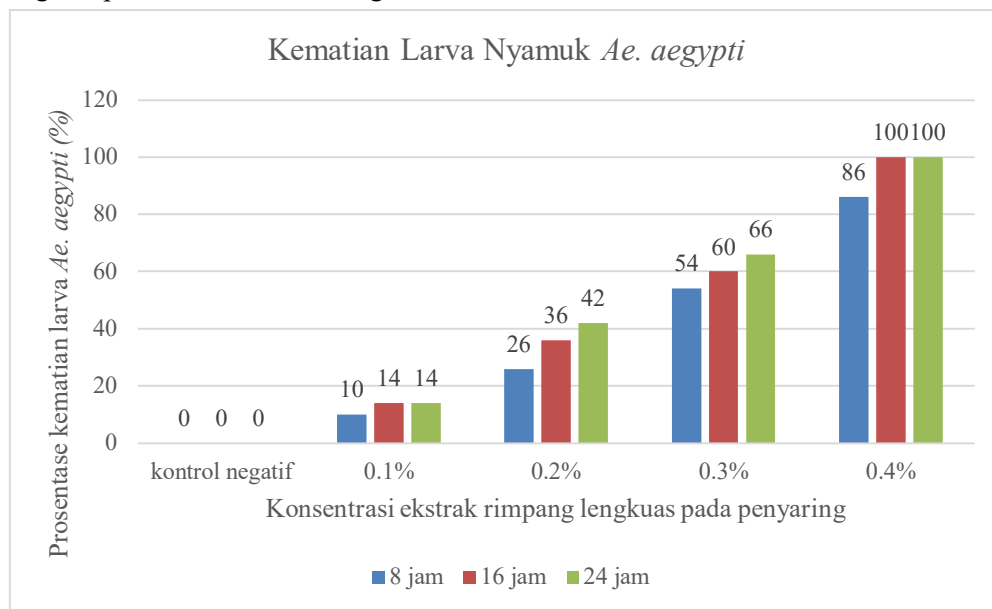
Pembuatan penyaring air dengan biolarvasida nabati ekstrak laos (Gambar 2) memanfaatkan gelas plastik air mineral dengan

komposisi berurutan kapas alami yang telah diberi ekstrak laos, ziolit dan paling bawah adalah kertas saring.



Gambar 2. Penyaring dengan Biolarvasida Nabati Ekstrak Laos

Uji efektivitas penyaring air dengan ekstrak rimpang lengkuas dilakukan menggunakan larva nyamuk *Ae. aegypti* instar 3. Penggunaan larva instar 3 dikarenakan memiliki ukuran lebih besar serta memiliki ukuran ketahanan yang baik pada kondisi lingkungan serta memiliki waktu yang cukup lama untuk berubah menjadi nyamuk dewasa. Hasil pengamatan kematian larva terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kematian Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Gambar 3 menunjukkan hasil terdapat kematian larva yang meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak yang digunakan. Pada grafik terlihat kontrol tanpa penyaring larvasida tidak ada kematian pada larva *Ae. aegypti* hingga pengamatan 24 jam. Hal ini berbeda dengan perlakuan menggunakan penyaring larvasida yang menunjukkan kematian larva *Ae. aegypti* pada 8 jam pertama (konsentrasi ekstrak 0,1%) sebanyak 10%, pengamatan 16 jam dan 24 jam terdapat 1 % larva mati

Hasil pengamatan pada konsentrasi ekstrak 0,2% pada pengamatan 8 jam pertama menunjukkan adanya kematian 26% larva *Ae. aegypti* dan meningkat pada pengamatan selanjutnya yaitu 36% pada pengamatan 16 jam dan 42% pada pengamatan 24 jam. Perlakuan menggunakan konsentrasi ekstrak 0,3% menunjukkan hasil yang lebih baik, yakni pada pengamatan 8 jam awal menunjukkan sebanyak 54% larva *Ae. aegypti* mati dan 60% larva mati pada pengamatan 16 jam dan meningkat pada pengamatan 24 jam dengan kematian larva sebanyak 66%. Hasil pengamatan kematian larva nyamuk *Ae. aegypti* pada perlakuan menggunakan 0,4% ekstrak rimpang lengkuas menunjukkan hasil yang lebih optimal, di mana pada pengamatan 8 jam pertama terjadi kematian pada 86% larva dan pada pengamatan 16 jam dan 24 jam sudah terjadi kematian larva 100%.

PEMBAHASAN

Suhu media air perlakuan sesuai dengan suhu optimum bagi perkembangan larva *Ae. aegypti*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa suhu optimum yang dibutuhkan larva untuk perkembangan adalah 25-30°C.¹² Selama proses perlakuan tidak terjadi perubahan suhu. Hal ini menunjukkan lingkungan media tidak memiliki pengaruh terhadap kematian yang terjadi selama perlakuan.

Hasil pengukuran pada derajat keasaman menunjukkan air yang telah melewati penyaring larvasida sebagai lingkungan perkembangan larva sesuai dengan kondisi

optimum. Hal ini sesuai dengan penelitian terkait keberadaan larva nyamuk *Ae. aegypti* terdapat pada kisaran pH container 6-7.¹¹ Hasil ini juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Shifa Fauziah pada tahun 2018 yang menemukan kisaran pH optimum perkembangan larva nyamuk *Ae. aegypti* pada *natural breeding* berkisar antara 6,6-6,9.¹² Hasil pengukuran pH air selama perlakuan juga menunjukkan dalam kondisi netral, artinya penggunaan penyaring air dengan penambahan biolarvasida ekstrak rimpang lengkuas tidak merubah derajat keasamaan.

Kematian larva nyamuk selama proses percobaan diduga disebabkan karena adanya penambahan biolarvasida nabati ekstrak lengkuas pada penyaring air. Hal ini diperkuat dengan pengukuran media air yang menunjukkan temperatur dan pH yang optimum bagi perkembangan larva *Ae. aegypti*. Selain itu, perlakuan pada kontrol dimana air media melewati penyaring air tanpa biolarvasida nabati ekstrak rimpang lengkuas menunjukkan tidak adanya kematian larva *Ae. aegypti* hingga 24 jam pengamatan.

Salah satu kandungan pada ekstrak rimpang lengkuas adalah saponin. Saponin merupakan senyawa yang menyerupai deterjen yang dapat merusak membran tubuh larva dan dapat menyebabkan iritasi membran mukosa (selaput lendir) sehingga faring menjadi kering dan kemerah-merahan sehingga proses respirasi larva akan terganggu. Hal tersebut menyebabkan suplai oksigen tidak tercukupi sehingga energi baru tidak dapat terbentuk.⁶

Kematian larva juga diduga disebabkan karena kandungan terpenoid yang ada pada ekstrak rimpang lengkuas. Terpenoid bersama-sama dengan alkaloid juga mempengaruhi sistem pernafasan dan sistem saraf serangga. Pada umumnya senyawa tersebut masuk ke dalam tubuh serangga melalui saluran pernafasan yang disebut spirakel dan pori-pori pada permukaan tubuhnya. Selain itu, senyawa tersebut juga menyerang pada sistem saraf pusat dan cepat menimbulkan kelumpuhan (paralysis).⁶

Tanin dapat memasuki tubuh larva melalui saluran pencernaan. Mekanisme kerja tanin bersifat sebagai racun perut, yaitu menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Rasa tanin yang sepat akan menurunkan nafsu makan pada larva.¹³

Flavonoid dapat menyebabkan kematian pada larva karena mampu mempengaruhi kerja sistem pernafasan larva yakni sebagai inhibitor kuat pernafasan. Flavonoid dapat masuk ke dalam tubuh larva melalui siphon. Masuknya senyawa flavonoid melalui sistem pernafasan ini, akan menyebabkan kelayuan syaraf serta kerusakan pada sistem pernafasan, sehingga larva tidak bisa bernapas dan akhirnya mati.¹³

Hasil uji penggunaan penyaringan air dengan biolarvasida nabati ekstrak rimpang lengkuas menunjukkan hasil yang sejalan dengan penelitian serupa terkait penggunaan filtrat rimpang lengkuas putih sebagai biolarvasida *Ae. aegypti*. Hasil penelitian menunjukkan penggunaan filtrat rimpang lengkuas konsentrasi 2% mampu membunuh larva *Ae. aegypti* 14% dan konsentrasi filtrat 4% mampu membunuh 96,6% larva.⁶

Penelitian terkait kemampuan ekstrak rimpang lengkuas sebagai larvasida menunjukkan hasil yang lebih efektif jika dibandingkan dengan ekstrak lain seperti serai dapur, pohon tanjung, kayu putih, daun sirih, sirsak, buah pare dan kemangi.⁸ Kemampuan ekstrak lengkuas sebagai larvasida terutama karena kandungan flavonoid yang mengganggu system pernafasan larva.¹⁴

KESIMPULAN

Penyaring air yang diberi perlakuan dengan biolarvasida ekstrak lengkuas berpotensi untuk mengurangi populasi vektor pada tahap larva dengan cara membuat air yang melewati penyaring tidak dapat dijadikan tempat perindukan bagi larva nyamuk *Ae. aegypti*.

SARAN

Penyaring air larvasida dapat dimanfaatkan sebagai penyaring air pada bak mandi yang aman dan efektif dalam membunuh vektor

nyamuk *Ae. aegypti*. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut guna mengetahui ketahanan pada ekstrak lengkuas pada penyaring air larvasida.

KONTRIBUSI PENULIS

Kontribusi setiap penulis dalam artikel ini adalah NLF sebagai kontributor utama bertanggung jawab dalam konsep penulisan artikel secara menyeluruh. R dan DNRM sebagai kontributor anggota bertanggung jawab dalam analisis dan penyajian data.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada LPPM Universitas Pekalongan dalam memfasilitasi penelitian penyaring air larvasida.

DAFTAR PUSTAKA

1. Admin. Pekalongan pasien demam berdarah dengue di Kota Santri terus meningkat [Internet]. Radar Pekalongan Online. [cited 2022 Jan 15]. Available from: <https://radarpekalongan.co.id/101259/pasien-demam-berdarah-dengue-di-kota-santri-terus-meningkat/>.
2. Utama DA. 47 orang meninggal akibat DBD di Jawa Tengah [Internet]. 2020 [cited 2022 Jan 15]; Available from: <https://www.merdeka.com/peristiwa/47-orang-meninggal-akibat-dbd-di-jawa-tengah.html>.
3. Fuadzy H, Hendri Loka. Indeks entomologi dan kerentanan larva *Aedes aegypti* terhadap temefos di Kelurahan Karsamenak Kecamatan Kawalu Kota Tasikmalaya. Vektora J Vektor dan Reserv Penyakit. 2015;7(2):57–64. Available from: <http://ejournal.litbang.kemkes.go.id/index.php/vk/issue/view/629>.
4. Tangena JAA, Marcombe S, Thammavong P, Chonephetsarath S, Somphong B, Sayteng K, et al. Bionomics and insecticide resistance of the arboviral vector *Aedes albopictus* in Northern Lao PDR. PLoS One. 2018;13(10). doi: 10.1371/journal.pone.0206387.
5. Saubari Y, Nastiti K, Mambang M. Uji farmakognostik dan identifikasi senyawa pada beberapa tingkatan fraksi ekstrak etanol daun lengkuas (*Alpinia galanga*). J Pharm Care Sci [Internet]. 2020 Nov 5 [cited 2022 Jan

- 16];1(1):102–10. Available from: <http://36.91.55.245/ojsjurnal/index.php/jpcs/article/view/27>.
6. Zikrilah A, Kristinawati E, Fihiruddin F. Uji efektifitas filtrat rimpang lengkuas putih (*Alpinia galanga* Swartz) sebagai larvasida *Aedes* Sp. J Anal Med Biosains. 2017;4(2):99-103. Available from: <http://jamb.s.poltekkes-mataram.ac.id/index.php/home/article/view/93/72>.
 7. Darwati. Pengaruh pemberian ekstra rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* Swartz) terhadap kematian larva *Aedes aegypti* [Internet]. Semarang; 2005 [cited 2022 Jan 16]. Available from: <http://eprints.undip.ac.id/4883/1/2714.pdf>.
 8. Astriani Y, Widawati M. Potensi tanaman di indonesia sebagai larvasida alami untuk *Aedes aegypti*. Spirakel. 2016;8(2):37-46. doi: 10.22435/spirakel.v8i2.6166.37-46.
 9. Masturoh I, Anggita T N. Metodologi penelitian kesehatan [Internet]. Jakarta: Sumber Daya Manusia Kesehatan Kementerian Kesehatan; 2018 [cited 2022 Jan 16]. Available from: http://bppsdmk.kemkes.go.id/pusdiksdmk/wp-content/uploads/2018/09/Metodologi-Penelitian-Kesehatan_SC.pdf.
 10. Yahya, Ritawati, Rahmiati DP. Pengaruh suhu ruangan, kelembapan udara, pH dan suhu air terhadap jumlah pupa *Aedes aegypti* strain liverpool (LVP). Spirakel. 2019;11(1):16-28. Available from: <https://ejournal2.litbang.kemkes.go.id/index.php/spirakel/article/view/1366>.
 11. Sulistyorini E, Hadi UK, Soviana S. Faktor entomologi terhadap keberadaan jentik *Aedes* sp. pada kasus DBD tertinggi dan terendah di Kota Bogor. J MKMI. 2016;12(3):137-47. doi: 10.30597/mkmi.v12i3.1071.
 12. Fauziyah S. Analisis faktor fisika kimia air pada natural breeding site *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* di daerah dengan angka kejadian demam berdarah dengue tinggi [Skripsi]. Surabaya:Universitas Airlangga; 2018. Available from: <http://lib.unair.ac.id>.
 13. Annafi FN. Efikasi air perasan rimpang lengkuas putih (*Alpinia galanga* L. Willd) sebagai larvasida nabati nyamuk *Aedes aegypti* [Skripsi]. Semarang: Universitas Negeri Semarang; 2017. Available from: <http://lib.unnes.ac.id/28147/1/6411412165.pdf>.
 14. Oktarinda T, Asrinawaty, Kasman. Potensi air perasan rimpang lengkuas putih (*Alpinia galanga* L. Willd) terhadap kematian larva *Aedes albopictus* [Internet]. [cited 2022 Jan 16]. Available from: <http://eprints.uniska-bjm.ac.id/3872>

