



Aktivitas Repelensi Ekstrak Etil Asetat dan Metanol Rimpang Lengkuas Terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*

Sarni¹, Risyandi Anwar², Sayono^{1*}

¹Departemen Epidemiologi, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Muhammadiyah Semarang

²Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Muhammadiyah Semarang

*Sayono

Email: say.epid@gmail.com

Hp: +62 812 245186

Abstrak

Latar Belakang: DBD ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang telah terinfeksi virus dengue. Sampai saat ini belum ditemukan pengobatan dan vaksinasi yang tepat bagi penderita DBD, sehingga upaya yang diandalkan adalah pengendalian vektor. Penggunaan repellent berbahan dasar kimia seperti *malathion*, *diethyltoluamide* (DEET), *parathion*, *diclorovinil dimethyl phospat* (DDP) dan lain-lain dapat berdampak buruk terhadap kesehatan. Sehingga diperlukan bahan aktif lain yang efektif, aman dan ramah lingkungan terutama dari bahan alami yang dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian vektor nyamuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui daya proteksi repellent ekstrak etil asetat dan metanol dalam memberikan perlindungan terhadap gigitan nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. **Metode:** Penelitian eksperimen dengan rancangan penelitian yaitu post-test dengan kelompok kontrol (The Posttest-Only Control Group Design), repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas dibuat empat konsentrasi yaitu 5%, 10%, 15% dan 25%. Subjek penelitian adalah 25 ekor nyamuk betina *Ae. aegypti* dan 25 ekor nyamuk betina *Ae. albopictus* yang dimasukkan ke dalam chamber uji selama 30 detik dengan 5 jam pengamatan. **Hasil:** repellent ekstrak etil asetat rimpang lengkuas memiliki daya proteksi lebih baik dari pada repellent ekstrak metanol rimpang lengkuas. Repellent ekstrak etil asetat terhadap nyamuk *Ae. albopictus* pada konsentrasi 15% dapat memberikan perlindungan pada jam ke-5 sampai 95,45%. **Kesimpulan:** Repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas menunjukkan perbedaan rata-rata daya proteksi terhadap nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*.

Kata kunci: lengkuas, *aedes aegypti*, *aedes albopictus*, repellent

Abstract

Background: Dengue fever is transmitted through the bite of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* mosquitoes that have infected the dengue virus. Until now there has not been found the right treatment and vaccination for DHF sufferers, so the effort that can be relied upon is burden control. The use of chemical-based repellents such as *malathion*, *diethyltoluamide* (DEET), *parathion*, *diclorovinil dimethyl phosphate* (DDP), and others can have a negative impact on health. So we need other active ingredients that are effective, safe, and environmentally friendly, especially natural ingredients that can be used as an alternative to mosquito vector control. This study aims to determine the repellent protective power of ethyl acetate and methanol extracts in providing protection against *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*. **Methods:** Experimental research with a post-test research design with a control group (The Posttest-Only Control Group Design), ethyl acetate and methanol repellent extracts of galangal rhizome were made at four concentrations, namely 5%, 10%, 15%, and 25%. The research subjects were 25 female *Ae. aegypti* mosquitoes and 25 female *Ae. albopictus* mosquitoes which were put into the test chamber for 30 seconds with 5 hours of observation. **Result:** galangal rhizome ethyl acetate repellent extract has better protective power than galangal rhizome methanol extract repellent. Ethyl acetate extract repellent against *Ae. albopictus* at a concentration of 15% can provide protection in the 5th hour to 95.45%. **Conclusion:** The repellent extracts of ethyl acetate and methanol of galangal rhizome showed differences in the average protection against mosquitoes against *Ae. aegypti* and *Ae. albopictus*.

Keywords: galangal, *aedes aegypti*, *aedes albopictus*, repellent

PENDAHULUAN

Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) tersebar di negara tropis dan subtropic [1,2] Kasus penyakit menular ini tiap tahun mengalami peningkatan baik ditingkat global maupun local [3].



Kejadian DBD tahun 2017 di dunia mencapai 1.371,3/100.000 penduduk [4]. *Incidence Rate* (IR) DBD di Indonesia pada tahun 2021 yaitu 27/100.000 penduduk dengan *Case Fatality Rate* (CFR) 0,96%. Tiga provinsi dengan IR tertinggi yaitu Kepulauan Riau (80,9/100.000 penduduk), Kalimantan Timur (78,1/100.000 penduduk) dan Bali (59,8/100.000 penduduk) [5].

DBD ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus* yang telah terinfeksi virus dengue [6]. Sampai saat ini belum ditemukan pengobatan dan vaksinasi yang tepat bagi penderita DBD, sehingga upaya yang diandalkan adalah pengendalian vector [7,8]. Pengendalian vektor dapat dilakukan dengan mengendalikan habitat nyamuk, memutus perkembangan biakan sesuai bionomi nyamuk dan pemberian perlindungan terhadap manusia. Salah satu upaya pengendalian vektor nyamuk yang banyak digunakan oleh masyarakat yaitu penggunaan repellent baik dalam bentuk lotion, semprotan, bakar dan cairan. Namun, penggunaan repellent berbahan dasar kimia seperti *malathion*, *diethyltoluamide* (DEET), *parathion*, *diclorovinil dimethyl phospat* (DDP) dan lain-lain dapat berdampak buruk terhadap kesehatan. Dampak buruk terhadap kesehatan yang dapat diderita yaitu gatal pada mata, sakit kepala, tremor, pusing, penglihatan kabur, kejang otot, sesak nafas, hilang selera makan, mata berair, lelah dan keringat berlebihan [9,10]. Sehingga diperlukan bahan aktif lain yang efektif, aman dan ramah lingkungan terutama dari bahan alami yang dapat digunakan sebagai alternatif pengendalian vektor nyamuk.

Repellent atau penolak nyamuk berbahan dasar tumbuhan merupakan alternatif bioinsektisida. Lengkuas (*Alpinia galanga*), salah satu tanaman rimpang dari keluarga *Zingiberaceae* yang berpotensi sebagai repellent nyamuk. Senyawa aktif yang ada dalam lengkuas yaitu alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan triterponoid [11]. Senyawa kimia tersebut memiliki sifat antioksidan dan antimikroba [12]. Penggunaan pelarut dalam metode ekstraksi maserasi dapat menentukan senyawa aktif dari tumbuhan yang akan dilarutkan. Hal ini dapat disesuaikan dengan penentuan larutan polar, nonpolar atau semi polar karena setiap larutan memiliki sifat dan kemampuan yang berbeda dalam mengikat senyawa metabolit dari bagian tumbuhan yang diekstraksi. Pelarut etil asetat dan metanol meningkatkan aktivitas senyawa fenolik pada rimpang lengkuas, sehingga pemanfaatannya dapat digunakan pada konsentrasi yang lebih rendah [13].

METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan rancangan penelitian yaitu post-test dengan kelompok kontrol (*The Posttest-Only Control Group Design*). Rancangan ini dibagi menjadi dua kelompok yaitu kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas diekstraksi menggunakan metode maserasi bertingkat. Pembuatan basis losion dilaksanakan di Laboratorium Farmasi Universitas Wahid Hasyim. Basis lotion dibuat dengan mencampurkan fase minyak dan air sampai homogen. Kemudian dicampurkan dengan ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas sesuai konsentrasi yang dibutuhkan yaitu 5%, 10%, 15% dan 25%. Pengujian repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas pada nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* dilaksanakan di Laboratorium Epidemiologi Universitas Muhammadiyah Semarang. Nyamuk yang digunakan yaitu nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* betina yang



berumur 2-5 hari dengan kondisi lengkap dan memiliki kemampuan terbang serta dikondisikan berpuasa selama 24 jam.

Pengujian repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas diawali dengan menyiapkan chamber uji, *timer*, *mechanic counter*, nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*, serta repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas. Nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* betina dimasukkan ke dalam chamber uji masing-masing sebanyak 25 ekor nyamuk. Lengan probandus yang telah diolesi alkohol 70% dimasukkan ke dalam chamber selama 30 detik. Apabila jumlah nyamuk lebih dari 10 ekor, maka pengujian dapat dijalankan. Selanjutnya, oleskan repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas. Masukkan lengan yang telah diolesi repellent tersebut ke dalam chamber uji selama 30 detik. Catat jumlah nyamuk yang hinggap pada lengan probandus lalu keluarkan dari chamber uji. Lakukan hal yang sama setiap satu jam berikutnya sampai 5 jam pengujian. Kemudian, lengan yang telah diolesi lotion berbahan DEET 13% sebagai kontrol positif ke dalam chamber uji selama 30 detik. Jumlah nyamuk yang hinggap di lengan pada setiap perlakuan dicatat, didokumentasikan dan dihitung kemampuan daya proteksinya, sebagai berikut ini:

$$\text{Presentase daya proteksi (\%)} = [(K-P)/K] \times 100\%$$

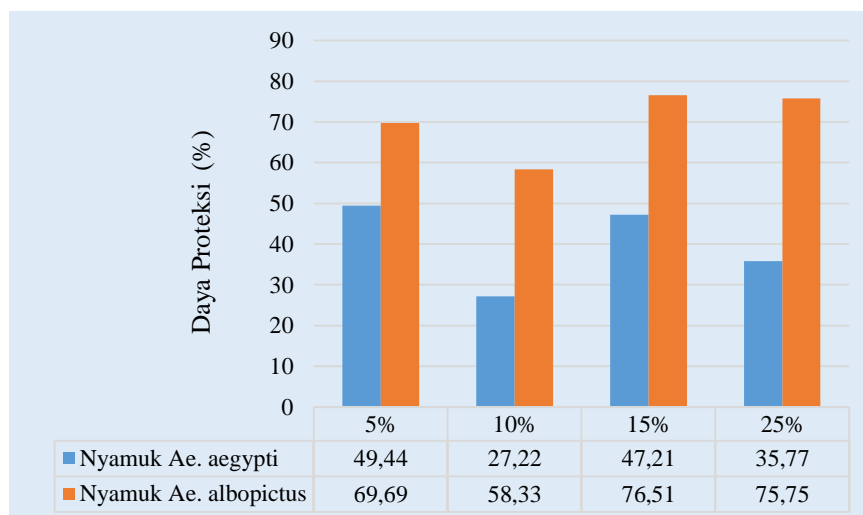
Keterangan:

K = Jumlah nyamuk yang hinggap di lengan kontrol

P = Jumlah nyamuk yang hinggap di lengan yang diberi perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

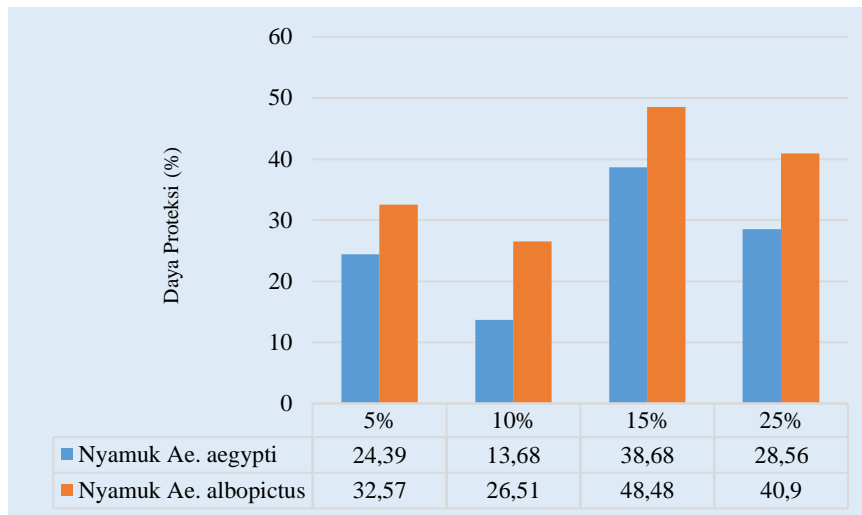
Uji repellent dilakukan pada tanggal 13 – 16 Juni 2023 untuk mengetahui jumlah nyamuk yang hinggap pada lengan perlakuan dan kontrol dengan jumlah nyamuk sebanyak 25 ekor nyamuk betina dewasa. Repellent ekstrak etil asetat rimpang lengkuas dibuat dalam 4 konsentrasi yaitu 5%, 10%, 15% dan 25%. Waktu pengujian selama 5 jam dengan 2 kali pengulangan.



Gambar 1. Rerata daya proteksi repellent ekstrak etil asetat rimpang lengkuas

Rerata daya proteksi tertinggi yaitu konsentrasi 5% pada nyamuk *Ae. aegypti* (49,44%) dan konsentrasi 15% pada nyamuk *Ae. albopictus* (76,51%). Sedangkan daya proteksi terendah yaitu

konsentrasi 10% pada nyamuk *Ae. aegypti* (27,22%) dan *Ae. albopictus* (58,33%) (Gambar 1). Repellent ekstrak metanol rimpang lengkuas dibuat dalam 4 konsentrasi yaitu 5%, 10%, 15% dan 25%. Waktu pengujian selama 5 jam dengan 2 kali pengulangan.



Gambar 2. Rerata daya proteksi repellent ekstrak metanol rimpang lengkuas

Rerata daya proteksi tertinggi yaitu konsentrasi 15% baik pada nyamuk *Ae. aegypti* (38,68%) maupun pada nyamuk *Ae. albopictus* (48,48%). Sedangkan daya proteksi terendah yaitu konsentrasi 10% pada nyamuk *Ae. aegypti* (13,68%) dan *Ae. albopictus* (26,51%) (Gambar 2). Berdasarkan uji statistik, data terdistribusi normal dan varian data tidak homogen, maka uji beda menggunakan uji Kruskal Wallis dan diperoleh hasil yang signifikan nilai ($p < 0,05$) artinya ada perbedaan daya proteksi repellent ekstrak etil asetat dan metanol pada nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* berdasarkan konsentrasi. Sehingga dilakukan analisis lebih lanjut (*post hoc analysis*) menggunakan uji Mann-Whitney untuk mengetahui beda antar pasangan kelompok konsentrasi repellent ekstrak etil asetat dan metanol pada nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus*. Uji korelasi person dilakukan untuk mengetahui hubungan antara interval waktu pengujian dengan daya proteksi. Hasil uji korelasi person diketahui bahwa repellent ekstrak etil asetat dan metanol pada nyamuk *Ae. aegypti* tidak signifikan atau tidak berhubungan antara waktu pengujian dengan daya proteksi. Sedangkan repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas pada nyamuk *Ae. albopictus* signifikan atau ada hubungan antara waktu pengujian dengan daya proteksi. Dengan koefisien korelasi sebesar $r = 0,521$ dan $r = 0,503$ artinya hubungan cukup kuat dan pola atau arahnya positif, sehingga semakin lama waktu pengujian semakin tinggi daya proteksinya.

Repellent ekstrak etil asetat rimpang lengkuas memiliki daya proteksi lebih baik daripada repellent ekstrak metanol rimpang lengkuas. Rata-rata daya proteksi repellent ekstrak etil asetat rimpang lengkuas paling tinggi yaitu 76,51% dan terendah 27,22%, sedangkan daya proteksi repellent ekstrak metanol rimpang lengkuas tertinggi 48,48% dan terendah 13,68%. Hal ini berkaitan erat dengan senyawa kimia yang terkandung di dalam rimpang lengkuas dan penggunaan pelarut pada saat ekstraksi tanaman. Senyawa kimia yang terkandung di dalam lengkuas diantaranya alkaloid, flavonoid, tanin, saponin dan triterpenoid [11]. Senyawa tersebut juga dapat ditemukan di berbagai



tanaman yang memiliki kemampuan sebagai insektisida nabati yang dapat mengganggu sistem metabolisme dan syaraf pada serangga sehingga berpengaruh terhadap perilaku bahkan dapat mengakibatkan kelumpuhan dan kematian. Penggunaan pelarut dalam ekstraksi tanaman memegang peranan penting dikarenakan senyawa kimia yang terkandung dalam tanaman memiliki sifat yang berbeda-beda. Sehingga penggunaan pelarut ini dapat membantu melarutkan senyawa yang sesuai dengan sifat pelarut yang digunakan [14]. Dalam penelitian ini pelarut yang digunakan yaitu etil asetat dan metanol. Etil asetat merupakan pelarut semi polar yang bersifat volatile atau mudah menguap, tidak beracun dan tidak higroskopis. Sehingga dapat melarutkan senyawa kimia yang terkandung di dalam rimpang lengkuas yang memiliki sifat semi polar seperti alkaloid dan triterpenoid [15]. Metanol merupakan pelarut polar yang memiliki sifat mudah menguap, mudah terbakar dan memiliki bau yang khas. Metanol dapat melarutkan senyawa kimia yang memiliki sifat polar diantaranya flavanoid, tanin dan saponin [16].

Repellent yang dioleskan ke lengan probandus akan mengalami penguapan seiring berjalannya waktu dikarenakan suhu tubuh dan keringat yang dikeluarkan oleh manusia. Sehingga bau yang dihasilkan repellent akan hilang secara perlahan-lahan dan mengalami perubahan karena bercampur dengan keringat yang keluar. Sedangkan aktivitas menggigit nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* diurnal, dengan puncak aktivitas dipagi hari dari jam 08.00-09.00 dan sore hari dari jam 16.00-17.00. Sehingga, seakan-akan pada jam berikutnya nyamuk yang hinggap di lengan probandus semakin sedikit [17,18]. Pada penelitian ini dilakukan pengamatan selama 5 jam untuk mengetahui kemampuan repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas dalam memberikan perlindungan terhadap gigitan nyamuk. Repellent ekstrak etil asetat dan metanol pada nyamuk *Ae. aegypti* dan *Ae. albopictus* mengalami penurunan dan kenaikan daya proteksi yang tidak stabil dan berbeda pada konsentrasi dan waktu pengujian. Penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, repellent ekstrak daun alpukat dengan konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 30% terhadap nyamuk *Ae. aegypti*. Daya proteksi tertinggi pada konsentrasi 5%, sehingga semakin tinggi konsentrasi semakin rendah daya proteksi. Jumlah nyamuk yang hinggap pada tangan probandus mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil pada waktu pemaparan sampai jam ke-6 [19].

Sesuai standar dari Komisi Pestisida Indonesia yaitu repellent yang baik dapat memberikan perlindungan sebesar 90% selama 6 jam [20]. Hasil penelitian repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas belum sesuai standar yang ditetapkan karena pengujian hanya dapat dilakukan sampai 5 jam. Namun, repellent ekstrak etil asetat pada nyamuk *Ae. albopictus* dengan konsentrasi 15% dapat memberikan perlindungan pada jam ke-5 sampai 95,45%. Cara kerja repellent yaitu sebagai racun dengan menginterferensi indra olfaktori nyamuk yang mendeteksi senyawa kimia pada manusia agar menghindar dan tidak menggigit. Repellent yang digunakan akan mengeluarkan bau yang kemudian akan direspon oleh kemoreseptor nyamuk dan masuk melalui pori-pori sensilla trichodea. Dilanjutkan oleh *olfactory reseptor neurons* (ORNs) ke dalam otak untuk diseleksi dengan berikatan dengan *odorant-binding proteins* (OBPs) terhadap bau yang diterima. Kemudian molekul bau akan berinteraksi dengan *G-protein-coupled reseptors* yang secara aktif bergantian dan menyebabkan perubahan konformasi *G-protein*. Sehingga terjadi depolarisasi saraf yang akan menimbulkan transmisi impuls elektrik ke antena nyamuk yang dapat mempengaruhi respon pada



tingkah laku nyamuk untuk menghindari sumber bau tersebut. Dengan begitu nyamuk tidak dapat mendeteksi keberadaan sasarannya [21,22]. Selain itu juga, ada beberapa hal yang dapat mempengaruhi kinerja repellent terhadap pemberian perlindungan dari gigitan nyamuk. Setiap individu memiliki daya tarik yang berbeda terhadap nyamuk, karena aktivitas menggigit pada nyamuk tidak hanya mengandalkan kemampuan mengenali bau saja, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan genetik. Faktor lingkungan yang dapat mempengaruhi diantaranya suhu, kondisi pencahayaan, kelembapan dan lain sebagainya. Sedangkan faktor genetik berkaitan dengan mikroorganisme pada kulit, kemampuan absorpsi kulit dan produksi keringat pada setiap individu berbeda sehingga akan menimbulkan respon yang berbeda pada setiap individu [23,24]. Spesies nyamuk yang digunakan pada saat pengujian juga akan menimbulkan respon yang berbeda karena beberapa spesies nyamuk selain dilengkapi dengan ORs di antenanya, ada yang memiliki *gustatory receptors* (GRs) atau disebut kemoreseptor yang terletak di bagian mulut sebagai *feeding deterrence*. Ini mengakibatkan nyamuk kembali mendekati lengan probandus setelah paparan yang telah menghentikan sinyal bau. Sehingga, mempengaruhi respon yang berbeda pada setiap paparan [25].

Pada penelitian sebelumnya telah digunakan ekstrak rimpang lengkuas sebagai repellent dalam bentuk minyak atsiri yang diformulasikan menggunakan teknik mikroenkapsulasi. Repellent tersebut dapat memberikan perlindungan sampai 98,91% terhadap nyamuk *Ae. aegypti* selama 4 jam [26]. Namun, belum ada penelitian lain yang melakukan pengujian repellent ekstrak lengkuas terhadap spesies nyamuk lainnya. Repellent yang diujikan pada satu spesies nyamuk belum tentu dapat memberikan perlindungan yang sama dengan spesies nyamuk lainnya. Karena setiap nyamuk memiliki karakteristik dan aktivitas menggigit yang berbeda sehingga akan menimbulkan respon yang berbeda [25,27]. Selain itu juga, dibutuhkan repellent yang dapat memberikan perlindungan terhadap beberapa spesies nyamuk, karena di lingkungan tertentu terdapat beberapa jenis nyamuk yang dapat menyebabkan penyakit yang berbeda.

KESIMPULAN

Daya proteksi repellent ekstrak etil asetat rimpang lengkuas lebih baik dari repellent ekstrak metanol rimpang lengkuas. Repellent ekstrak etil asetat pada nyamuk *Ae. albopictus* dengan konsentrasi 15% dapat memberikan perlindungan pada jam ke-5 sampai 95,45%. Repellent ekstrak etil asetat dan metanol rimpang lengkuas dapat memberikan perlindungan lebih lama terhadap nyamuk *Ae. albopictus*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Dekan Fakultas Farmasi Universitas Wahid Hasyim yang telah mengizinkan penelitian pembuatan basis lotion di Laboratorium teknologi farmasi dan kepada Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muhammadiyah yang telah mengizinkan penelitian uji repellent di Laboratorium epidemiologi.



DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Cattarino, L., Rodriguez-Barraquer, I., Imai, N., Cummings, D. A. T., & Ferguson, N. M. (2020). Mapping global variation in dengue transmission intensity. *Sci. Transl. Med*, 12. <http://stm.sciencemag.org/>
- [2]. Hasan, S., Jamdar, S. F., & Alalowi, M. (2016). Dengue virus : A global human threat : Review of literature. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 6(1), 1–6. <https://doi.org/10.4103/2231-0762.175416>
- [3]. Harapan, H., Michie, A., Sasmono, R. T., & Imrie, A. (2020). Dengue: A minireview. *Viruses*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/v12080829>
- [4]. Zeng, Z., Zhan, J., Chen, L., Chen, H., & Cheng, S. (2021). Global, regional, and national dengue burden from 1990 to 2017: A systematic analysis based on the global burden of disease study 2017. *EClinicalMedicine*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2020.100712>
- [5]. Kementerian Kesehatan. (2022). *Profil Kesehatan Indonesia 2021* (Sibuea Farida, Hardhana Boga, & Widiyanti Winne, Eds.)
- [6]. Waterman, S. H., & Gubler, D. J. (1989). Dengue Fever. *Clinics in Dermatology*, 7(1), 117–122. [https://doi.org/10.1016/0738-081X\(89\)90034-5](https://doi.org/10.1016/0738-081X(89)90034-5)
- [7]. de Almeida, R. R., Paim, B., de Oliveira, S. A., Souza, A. S., Gomes, A. C. P., Escuissato, D. L., Zanhjetti, G., & Marchiori, E. (2017). Dengue Hemorrhagic Fever: A State-of-the-Art Review Focused in Pulmonary Involvement. *Lung*, 195, 389–395. <https://doi.org/10.1007/s00408-017-0021-6>
- [8]. Ebi, K. L., & Nealon, J. (2016). Dengue in a changing climate. *Environmental Research*, 151, 115–123. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2016.07.026>
- [9]. Kardinan, A., & Dhalimi, A. (2010). Potensi Adas (*Foeniculum vulgare*) sebagai Bahan Aktif Lotion Anti Nyamuk Demam Berdarah (*Aedes aegypti*). *Bul. Littro*, 21(1), 61–68.
- [10]. Purba, I. G., Sunarsih, E., Septiawati, D., Sitorus, R. J., & Lionita, W. (2020). Keluhan Kesehatan Subjektif Pada Masyarakat Pengguna Insektisida Antinyamuk di Kecamatan Indralaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 19(1), 35–44. <https://doi.org/10.14710/jkli.19.1.35-44>
- [11]. Mardhiyyah, K., Ryandini, Y. I., & Hermawan, Y. (2021). Uji Aktivitas Antioksidan dan Skrining Fitokimia Perasan Lengkuas Merah dan Lengkuas Putih. *Jurnal Jamu Indonesia*, 6(1), 23–31. <https://doi.org/10.29244/jji.v6i1.174>
- [12]. Das, G., Patra, J. K., Gonçalves, S., Romano, A., Gutiérrez-Grijalva, E. P., Heredia, J. B., Talukdar, A. das, Shome, S., & Shin, H. S. (2020). Galangal, the Multipotent Super Spices: A Comprehensive Review. In *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 101, pp. 50–62). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.04.032>



- [13]. Kurnia, L. U. (2011). *Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Fenolik dari Rimpang Lengkuas (Alpinia galanga)*. <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/25299>
- [14]. Agustina, S., Ruslan, & Wiraningtyas, A. (2016). Skrining Fitokimia Tanaman Obat di Kabupaten Bima. *Cakra Kimia (Indonesian E-Journal of Applied Chemistry)*, 4(1), 71–76.
- [15]. *Safety Data Sheet: Ethyl acetate*. (2019).
- [16]. *Methanol*. (2022).
- [17]. Zen, S. (2014). Kelimpahan Dan Aktivitas Menggigit Nyamuk Aedes sp Pada Daerah Endemis Demam Berdarah Dengue di Kota Metro, Lampung. *Bioedukasi*, 5(2), 151–155.
- [18]. Mirawati, P., Simaremare, E. S., & Pratiwi, R. D. (2018). Uji Efektivitas Repellent Lotion Kombinasi Minyak Atsiri Daun Zodia (*Evodia suaveolens* Scheff) dan Minyak Atsiri Batang Serai (*Cymbopogon citratus*) terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 15(01), 1–15.
- [19]. Anindhita, R. D., & Hestiningsih, R. (2015). Daya Tolak Repellent Bentuk Lotion dengan Ekstrak Daun Alpukat (*Persea americana* Mill) terhadap Nyamuk *Aedes aegypti* Linn. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 3(3), 702–711. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkm>
- [20]. Utomo, P. P., & Supriyatna, N. (2014). Perbandingan Daya Proteksi Lotion Anti Nyamuk Dari Beberapa Jenis Minyak Atsiri Tanaman Pengusir Nyamuk. *BIOPROPAL INDUSTRI*, 5(2), 79–84.
- [21]. Paluch, G., Bartholomay, L., & Coats, J. (2010). Mosquito repellents: A Review of Chemical Structure Diversity and Olfaction. In *Pest Management Science* (Vol. 66, Issue 9, pp. 925–935). <https://doi.org/10.1002/ps.1974>
- [22]. Hill, S. R., Hansson, B. S., & Ignell, R. (2009). Characterization of Antennal Trichoid Sensilla from Female Southern House Mosquito, *Culex quinquefasciatus* Say. *Chemical Senses*, 34(3), 231–252. <https://doi.org/10.1093/chemse/bjn080>
- [23]. Raji, J. I., & DeGennaro, M. (2017). Genetic Analysis of Mosquito Detection of Humans. *Current Opinion in Insect Science*, 20, 34–38. <https://doi.org/10.1016/j.cois.2017.03.003>
- [24]. Stajković, N., & Milutinović, R. (2013). Insect Repellents Transmissible Disease Vectors Prevention. *Vojnosanitetski Pregled*, 70(9), 854–860. <https://doi.org/10.2298/VSP1309854S>
- [25]. Rasikari, H. L. (2007). *Phytochemistry and arthropod bioactivity of Australian Lamiaceae* (Doctoral dissertation, Southern Cross University).
- [26]. Misni, N., Nor, Z. M., & Ahmad, R. (2016). New Candidates for Plant-Based Repellents Against *Aedes aegypti*. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 32(2), 117–123. <https://doi.org/10.2987/moco-32-02-117-123.1>
- [27]. Becker, N., Petric, D., Boase, C., Madon, M., Zgomba, M., Dahl, C., & Kaiser, A. (2010). *Mosquitoes and Their Control* (2nd ed.). <https://doi.org/10.1007/978-3-540-92874-4>