

DAYA PROTEKSI SERAI DAPUR (*Cymbopogon citratus*) TERHADAP NYAMUK *Aedes aegypti*

Firda Yanuar Pradani^{1*}, Rohmansyah Wahyu Nurindra¹

¹Loka Litbang P2B2 Pangandaran, Jl Raya Pangandaran Km. 3, Dsn Kamurang, Desa Babakan, Pangandaran, Jawa Barat, Indonesia

Abstract

Herbal pesticide is a natural material that is easy to degradable nature so as not to pollute the environment and relatively safe for humans and livestock Lemongrass (Cymbopogon citratus) is a natural plant containing toxic compounds that can repel mosquitoes because of their chemical content (citronellal, geraniol and linalool). This research designed in complete randomized design, five treatment (lemongrass oil concentration were 1%; 3%; 6%; 9%) and control (0%) and repeated six times. Aedes aegypti used as insect test which is known as Dengue vectors. Protection of lemongrass oil count every hours by using arm that spreaded by lemongrass oil. Every probandus using different concentration of lemongrass oil each. Result showed that lemongrass oil in lotion form was effective as repellent to Aedes aegypti until three hours after application. In fourth hour, protection of lemongrass oil decrease dracticaly.

Keywords: *Cymbopogon citratus*, *Aedes aegypti*, repellent

PROTECTION POWER OF LEMONGRASS (*Cymbopogon citratus*) AGAINST *Aedes aegypti*

Abstrak

Pestisida nabati merupakan bahan alami yang bersifat mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia maupun ternak. Serai wangi (*Cymbopogon citratus*) merupakan tumbuhan alami yang mengandung senyawa beracun yang dapat mengusir nyamuk karena kandungan kimianya (sitronelal, geraniol dan linalool). Penelitian dirancang dalam acak lengkap, lima perlakuan (konsentrasi serai wangi dalam losion sebesar 1%; 3%; 6%; 9%) dan kontrol (0%) dan diulang enam kali. Serangga uji sebagai indikator adalah nyamuk demam berdarah *Aedes aegypti*. Daya proteksi dihitung pada setiap jam dengan cara memasukkan lengan yang telah diberi perlakuan ke dalam kurungan nyamuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri serai dapur dalam bentuk losion efektif menghalau serangan *Aedes aegypti* hingga jam ketiga setelah aplikasi/pengolesan pada lengan. Pada jam keempat, daya proteksi semua perlakuan sudah menurun drastis.

Kata kunci : *Cymbopogon citratus*, *Aedes aegypti*, repelen

Naskah masuk tanggal 2 Oktober 2017; Review tanggal 8 Januari 2018; Layak terbit tanggal 5 April 2018

* Alamat korespondensi penulis pertama: e-mail : fhierda@gmail.com ; telp: 085224422862

PENDAHULUAN

Penyakit demam berdarah merupakan suatu penyakit menular dengan angka kesakitan dan kematian yang tinggi di Indonesia.¹ Di Indonesia *Aedes aegypti* tersebar luas di seluruh wilayah Indonesia dan hidupnya berada di dalam dan di sekitar rumah.² Satu diantara cara pengendalian penyakit demam berdarah dengue adalah dengan menggunakan losion anti nyamuk, namun yang digunakan pada saat ini umumnya mengandung bahan kimia sintesis *N,N-diethyl-m-toluamide* (DEET) yang memiliki daya perlindungan yang efektif tetapi penggunaan anti nyamuk jenis ini berisiko karena sifat kimiawinya yang mudah diserap oleh kulit, bersifat korosif sehingga menyebabkan iritasi pada kulit.³ Selain itu DEET diketahui memiliki dampak negatif bagi kesehatan manusia, diantaranya adalah menimbulkan gejala toksisitas baik akut maupun kronis seperti hipotensi, kejang otot, insomnia, kebingungan bahkan koma apabila terhirup atau digunakan dalam jangka waktu yang lama. Kontak langsung dengan mata dapat menyebabkan iritasi pada mata yang cukup serius.⁴

Jalan keluar yang dapat digunakan untuk mengurangi dampak negatif ini adalah dengan pemanfaatan pestisida yang ramah lingkungan, salah satunya adalah pestisida nabati, yaitu pestisida yang berasal dari tumbuhan. Pestisida nabati merupakan bahan alami yang bersifat mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan dan relatif aman bagi manusia maupun ternak karena residunya relatif lebih mudah hilang.⁵ Tercatat ribuan tumbuhan yang berpotensi sebagai bahan dasar pestisida,⁶ salah satunya adalah serai dapur (*Cymbopogon citratus*). Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) merupakan tumbuhan alami yang mengandung senyawa beracun yang dapat mengusir nyamuk karena kandungan kimianya (sitronelal, geraniol dan linalool).⁷

Penggunaan ekstrak tanaman sebagai insektisida yang ramah lingkungan bukanlah merupakan hal yang baru, beberapa jenis tanaman telah teridentifikasi memiliki kemampuan yang baik sebagai insektisida. Minyak atsiri serai dapur

berkadar sitral tinggi (75-85%), memiliki bau lemon yang keras, sehingga dinamakan juga *lemongrass* dan tidak disukai serangga.^{8,9}

Pada penelitian ini yang digunakan serangga uji sebagai indikator adalah *Aedes aegypti* betina, karena selain sebagai indikator efikasi, nyamuk demam berdarah merupakan serangga yang sangat merugikan bagi kehidupan manusia, karena nyamuk ini berperan sebagai vektor virus DBD.¹⁰

METODE

Minyak serai dapur diperoleh dari hasil penyulingan daun dan pangkal batangnya di Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro)-Bogor, sedangkan losion yang digunakan merupakan losion dasar (*lotion base*) sebagai *carrier* (pembawa) minyak serai dapur. Dibuat beberapa konsentrasi serai dapur di dalam losion, yaitu : 1%; 3%; 6% dan 9%.¹¹

Nyamuk yang digunakan sebagai serangga uji (indikator) adalah *Ae. aegypti*, yang merupakan hasil perbanyakan di Laboratorium Loka Litbang P2B2 Pangandaran.

Penelitian dirancang dalam RAL (Rancangan Acak Lengkap) dengan jumlah perlakuan lima (konsentrasi 1%; 3%; 6%; 9% dan kontrol (0%) dan ulangan enam kali.

Penelitian dilakukan dengan cara mengoleskan masing-masing perlakuan secara merata kepada lengan penguji (sampai sikut) yang terdiri dari 4 (empat) orang, dimana setiap orang diperlakukan dengan perlakuan yang berbeda (1%; 3%; 6% dan 9%), sedangkan lengan yang satunya lagi diolesi dengan losion tanpa mengandung serai dapur (sebagai kontrol). Lengan penguji yang merupakan relawan dari lingkungan sekitar Loka Litbang P2B2 Pangandaran, kemudian secara bergantian dimasukkan ke dalam kurungan kasa yang berisi masing-masing sekitar 40 nyamuk betina (yang telah dipuasakan gula selama sehari semalam) pada setiap jamnya. Jumlah nyamuk yang hinggap pada lengan pada setiap jam pengujian dihitung pada setiap satu kali usikan (goyangan tangan

untuk mengusir nyamuk agar terbang dari tangan), dengan jarak dari usikan adalah selama 10 detik. Banyak usikan adalah enam kali (merupakan ulangan). Lamanya waktu pelaksanaan uji selama enam jam untuk mengantisipasi perilaku alami nyamuk *Aedes* yang relatif kurang aktif saat tengah hari.¹²

Daya proteksi perlakuan dihitung dengan rumus :

$$\text{Daya proteksi} = \frac{K - P}{K} \times 100\%$$

K = jumlah nyamuk pada kontrol

P = jumlah nyamuk pada perlakuan

HASIL

Pengujian pertama dilakukan sesaat setelah pengolesan perlakuan terhadap lengan menunjukkan bahwa semua perlakuan memberikan daya proteksi yang baik dan berbeda nyata dengan kontrol, terutama pada konsentrasi 9% (Tabel 1). Perlakuan dengan konsentrasi 9% memang memberikan aroma yang paling menonjol dengan aroma yang lebih tajam dan menyengat dibandingkan aroma perlakuan lainnya dengan kandungan serai dapur di bawah 9%.

Tabel 1. Daya proteksi serai dapur pada jam ke-0

Sediaan	Ulangan						Jumlah	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
MSD1 (1%)	89,47	90,00	91,66	91,66	88,88	86,95	538,62	89,77 ^b
MSD2 (3%)	94,73	80,00	75,00	91,66	94,44	91,30	527,13	87,85 ^b
MSD3 (6%)	94,73	80,00	100,00	91,66	88,88	82,60	537,87	89,64 ^b
MSD4 (9%)	89,47	100,00	100,00	100,00	94,44	100,00	583,91	97,32 ^a
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0 ^c

Keterangan: MSD= minyak serai dapur; huruf a, b, c yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf % ($P < 0,05$)

Pengujian yang dilakukan satu jam setelah pengolesan perlakuan terhadap lengan menunjukkan bahwa adanya sedikit penurunan daya proteksi semua perlakuan, namun masih menunjukkan efektifitas yang tinggi dan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 1).

Dari hasil uji pada jam ke-0 hanya Minyak serai dapur (MSD) ke-4 (ekstrak serai 9%) yang memenuhi standar minimal daya proteksi yang ditetapkan oleh komisi pestisida (90%). Perlakuan yang lain meskipun masih efektif tetapi sudah tidak lolos standar minimal pestisida yang ditetapkan.

Tabel 2. Daya proteksi serai dapur pada jam ke-1

Sediaan	Ulangan						Jumlah	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
MSD1 (1%)	84,61	93,10	73,68	87,50	77,77	71,87	488,54	81,42 ^b
MSD2 (3%)	88,46	89,65	84,21	87,50	88,88	93,75	532,45	88,74 ^a
MSD3 (6%)	92,31	96,55	78,94	75,00	77,77	93,75	514,31	85,71 ^{ab}
MSD4 (9%)	96,15	100,00	89,47	81,25	92,59	93,75	553,21	92,20 ^a
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0 ^c

Keterangan: MSD= minyak serai dapur; huruf a, b, c yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf % ($P < 0,05$)

Hasil pengujian pada jam ke-1 setelah pengolesan perlakuan terhadap lengan pengujian menunjukkan bahwa semua perlakuan masih konsisten dengan hasil

yang baik, yaitu memiliki daya proteksi berkisar antara 85% hingga 92% dan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 2). Pada jam ke-1, sediaan MSD4 (ekstrak

serai 9%) masih memiliki daya proteksi di atas 90% dan masih bisa disebut efektif.

Tabel 3. Daya proteksi serai dapur pada jam ke- 2

Sediaan	Ulangan						Jumlah	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
MSD1 (1%)	77,77	92,59	96,77	65,51	92,85	87,50	512,99	85,49 ^a
MSD2 (3%)	95,83	85,18	90,32	89,65	96,42	95,83	553,23	92,20 ^a
MSD3 (6%)	77,77	92,59	83,87	93,10	100,00	91,66	538,99	89,83 ^a
MSD4 (9%)	91,66	88,88	93,55	93,10	92,85	91,66	551,70	91,94 ^a
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0 ^b

Keterangan: MSD= minyak serai dapur; huruf a, b yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf % ($P < 0,05$)

Hasil pengujian pada jam ke-2 setelah pengolesan perlakuan terhadap lengan penguji menunjukkan bahwa semua perlakuan masih konsisten menunjukkan kemampuannya dengan daya proteksi berkisar antara 82% hingga 92% dan berbeda nyata dengan kontrol (Tabel 3). Hal menarik terlihat dari kenaikan daya proteksi sediaan MSD2 (ekstrak serai 3%) yang naik

dari jam sebelumnya, dan sediaan lain pun demikian. Hal yang mungkin terjadi adalah nyamuk uji di kandang kurang aktif pada jam ke-2 setelah pengolesan dibandingkan pada jam ke-1 sehingga tidak banyak nyamuk yang menggigit ataupun hinggap di lengan probandus.

Tabel 4. Daya proteksi serai dapur pada jam ke- 3

Sediaan	Ulangan						Jumlah	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
MSD1 (1%)	33,33	61,43	70,00	60,95	69,16	67,27	422,14	60,35 ^b
MSD2 (3%)	33,33	65,00	80,00	75,24	81,66	71,81	407,04	67,84 ^{ab}
MSD3 (6%)	44,44	68,57	85,00	75,71	69,16	70,90	413,78	68,96 ^{ab}
MSD4 (9%)	66,66	82,85	70,00	70,95	75,83	85,45	451,74	75,29 ^a
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0 ^c

Keterangan: MSD= minyak serai dapur; huruf a, b,c yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf % ($P < 0,05$)

Hasil pengamatan yang dilakukan pada jam ke-3 dan ke-4 setelah pengolesan perlakuan terhadap lengan penguji menunjukkan adanya penurunan yang cukup drastis dari semua perlakuan, yaitu dengan daya proteksi berkisar antara 60% hingga 75% (Tabel 4) dan 24% hingga 41%

(Tabel 5). Hasil ini sudah jauh di bawah nilai minimal standar daya proteksi insektisida yang disyaratkan oleh komisi pestisida, walaupun masih berbeda nyata dengan kontrol. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sediaan sudah kurang efektif lagi sebagai *repellent* penolak nyamuk.

Tabel 5. Daya proteksi serai dapur pada jam ke- 4

Sediaan	Ulangan						Jumlah	Rerata
	1	2	3	4	5	6		
MSD1 (1%)	21,43	22,50	22,75	28,12	32,75	20,00	147,55	24,59 ^b
MSD2 (3%)	21,90	22,50	22,41	27,50	31,66	36,66	162,60	27,10 ^b
MSD3 (6%)	16,66	33,33	29,31	40,62	29,16	33,33	182,40	30,40 ^b
MSD4 (9%)	35,71	41,66	43,10	46,87	41,30	40,00	248,64	41,44 ^a
Kontrol	0	0	0	0	0	0	0	0 ^c

Keterangan: MSD= minyak serai dapur; huruf a, b, c yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata pada taraf % ($P < 0,05$)

BAHASAN

Hasil penelitian tentang efektivitas minyak serai dan pala yang dilakukan di Aceh terhadap *Ae. aegypti* menunjukkan kedua jenis minyak ini memiliki potensi sebagai *repellent* terhadap nyamuk vektor demam berdarah. Daya proteksi minyak serai (100%) dan minyak pala (100%) setara dengan daya proteksi *repellent* komersil (98.33%) yang dibandingkan serta memenuhi standar efikasi yang ditetapkan Komisi Pestisida Departemen Pertanian RI 2007. Kepekaan nyamuk *Ae. aegypti* terhadap ketiga bahan uji tidak menunjukkan adanya perbedaan.¹³

Hasil uji dari tiga tanaman yaitu *Astrolochii hepii*, *Ocimum gratissimum* (selasih) dan *C. citratus* (serai wangi) terhadap *Ae. aegypti* dari Laboratorium Kementerian Kesehatan Zimbabwe menunjukkan bahwa ekstrak tanaman *O. gratissimum* efektif menolak nyamuk selama 0,5 jam, *A. hepii* selama 1 jam dan *C. citratus* selama 1,5 jam. Ketika dilakukan kombinasi antara dua tanaman, hasilnya menunjukkan peningkatan. Campuran *O. gratissimum* dengan *A. hepii* efektif menolak nyamuk selama 1,5 jam; kombinasi *O. gratissimum* dengan *C. citratus* efektif selama 2,5 jam dan kombinasi *A. hepii* dengan *C. citratus* memiliki efektivitas tertinggi yaitu selama 3,5 jam.¹⁴

Pengujian terhadap beberapa minyak atsiri dari bawang putih (*Allium sanctum*), cengkeh (*Syzygium aromaticum*), Serai dapur (*Cymbopogon citratus*), serai dapur (*Cymbopogon nardus*), kayu putih (*Eucalyptus globulus*), jeruk (*Citrus sinensis*) dan Basil (*Ocimum basilicum*) dan kombinasinya terhadap dua jenis nyamuk yaitu *Ae. aegypti* dan *Anopheles dirus* tahun 2011 menunjukkan bahwa ekstrak serai wangi dan kombinasi kayu putih dengan basil memiliki daya proteksi paling bagus dibandingkan minyak atsiri tanaman lain baik secara tunggal maupun kombinasi yaitu sebesar 97% dan 80% berturut-turut. Meskipun demikian, daya proteksi tanaman tersebut hanya mampu bertahan tidak lebih dari 120 menit terhadap kedua jenis nyamuk uji.¹⁵ Tahun 2013, dilakukan kembali uji daya proteksi minyak atsiri dari

serai wangi dan cengkeh dengan pelarut minyak kelapa dan minyak zaitun terhadap dua jenis nyamuk yaitu *Ae. aegypti* dan *Culex quinquefasciatus*. Hasilnya menunjukkan bahwa cengkeh lebih bertahan lama dibandingkan dengan serai wangi. Cengkeh mampu menolak serangga dengan efektif hingga selama 76,5 menit sementara serai wangi hanya selama 54,75 menit. Hasil ini jauh di bawah kontrol positif yang digunakan yaitu insektisida Kor yor® yang efektif menolak nyamuk uji hingga selama 433 menit untuk *Ae. aegypti* dan 421,5 menit untuk *Culex quinquefasciatus*.¹⁶

Hasil uji daya proteksi ekstrak etanol batang serai dapur (*Andropogon citratus* DC) terhadap nyamuk *Ae. aegypti* didapatkan sebesar 85% pada kadar 5% di jam ke-3. Hasil analisis kandungan kimia ekstrak etanol batang serai yang diujikan mengandung 26 senyawa dengan beberapa komponen utama yaitu heksadekanol, asam nerat, geraniol, hidrosidihidromaltol, asam palmitat dan hidroksimetilfurfural.⁵

Minyak atsiri dari serai memiliki lebih dari 80 komponen, salah satu komponen terpenting diantaranya adalah citronella, geraniol dan limonen. Ketiga komponen tersebut ditemukan dengan konsentrasi tinggi pada minyak dan bertanggungjawab atas daya tolak (*repellent*) dari minyak serai terhadap serangga. Hasil ekstraksi lebih efisien ketika proses dilakukan dalam kondisi tekanan tinggi. Pada temperatur tetap, jumlah minyak yang berhasil diekstraksi meningkat ketika tekanan bertambah.¹⁷

Ada banyak metode ekstraksi yang berbeda tergantung bagian tanaman yang akan diekstraksi. Untuk bagian daun, biasanya dilakukan dengan cara ekstraksi serial dengan menggunakan pelarut kloroform, methanol dan air. Metode ini sudah terbukti merupakan metode paling baik untuk mengekstrak zat antimikrobal dari daun serai. Penelitian yang dilakukan oleh Balakrishnan dkk yang menunjukkan bahwa ekstrak daun *C. citratus* menunjukkan aktivitas antibakteri atau zona hambat terhadap pertumbuhan bakteri gram negatif yang paling baik.¹⁸

Proses pengambilan minyak serai wangi (*citronella oil*) dari daun dan batang serai wangi yang dilakukan dengan metode distilasi uap dan air dengan pemanasan *microwave* didapatkan persen rendemen minyak serai wangi yang tinggi pada variabel daun layu cacah pada suhu 110°C dengan persen rendemen sebesar 1,52% dan untuk batang juga pada batang layu cacah pada suhu operasi 110°C dengan % rendemen sebesar 1,03%. Kandungan sitronela yang tinggi pada daun adalah saat kondisi daun segar sebesar 67,36% dan pada batang saat kondisi batang layu sebesar 85,73%.^{19,20}

Kualitas minyak serai wangi ditentukan oleh komponen utama di dalamnya yaitu kandungan sitronelal. Penelitian yang dilakukan untuk mengetahui pengaruh metode ekstraksi terhadap kadar sitronelal. Penelitian dengan mengekstraksi serai wangi (batang, daun) sebanyak 10 gram, dengan menggunakan campuran pelarut n-heksana-etanol selama 4 jam pada suhu 78^o-80^oC, dari proses ekstraksi dihasilkan minyak serai yang masih bercampur dengan pelarut. Tahap selanjutnya yaitu tahap pemurnian dengan proses distilasi untuk memisahkan minyak serai dari campuran pelarut, dari tahap ini akan dihasilkan ekstrak minyak serai. Selanjutnya minyak serai yang dihasilkan dianalisa dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui kadar sitronelal yang dihasilkan dari setiap perbandingan. Dari hasil penelitian dan analisa yang didapatkan kadar sitronelal terbesar yaitu 27,3% pada perbandingan volume pelarut 3:2 untuk bagian batang dan 10,9% pada perbandingan volume pelarut 4:1 untuk bagian daun.²¹

Komponen kimia yang terdapat pada *C. citratus* terdiri dari kadar air 5,76%; protein mentah 4,56%; abu 20%; lemak mentah 5,10%; karbohidrat 55% dan serat mentah 9,82%. Analisis fitokimia dengan menggunakan etanol mengindikasikan bahwa *C. citratus* mengandung alkaloid, saponin, tanin, antrakuinon, steroid, fenol dan flavonoid.²² Selain itu, terdapat terpenoid, alkohol, keton, aldehid dan ester. Minyak atsiri yang memiliki kandungan sitral α , sitral β , nerol geraniol, sitronela, terpinolen, asam geraniol, *myrecene* dan

terpinol metil-heptanon. Kemudian ditemukan juga senyawa flavonoid dan fenol, yang didalamnya terdapat luteolin, iso-orientin, 2'-*O*-*rhamnosid*, *quercetin*, kamfer dan apigin.^{22,23,24,25}

KESIMPULAN

Minyak atsiri serai dapur (*Cymbopogon citratus*) dalam bentuk losion efektif menghalau serangan serangga nyamuk *Aedes aegypti* selama tiga jam. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak tanaman serai dapur cukup potensial untuk digunakan sebagai insektisida nabati khususnya sebagai penolak nyamuk penyebab demam berdarah yaitu *Ae. aegypti*. Setelah tiga jam, daya proteksi sediaan berkurang sehingga sudah tidak lagi efektif digunakan sebagai *repellent*.

SARAN

Pengembangan minyak atsiri potensial sebagai alternatif insektisida sangat penting dilakukan. Potensi serai dapur (*Cymbopogon citratus*) sebagai *repellent Aedes aegypti* masih perlu diteliti lebih lanjut baik secara tunggal maupun dikombinasikan dengan bahan aktif lainnya sehingga dapat ditemukan formulasi yang lebih efektif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada Balitro Bogor dan Loka Litbang P2B2 Pangandaran.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kesehatan D. *Survei Entomologi Demam Berdarah Dengue*. Jakarta; 2007.
2. Yudhastuti R dan VA. Hubungan kondisi lingkungan, kontainer dan perilaku masyarakat dengan keberadaan jentik nyamuk *Aedes aegypti* di daerah endemis demam berdarah dengue Surabaya. *J Kesehat Lingkungan*. 2005;1(2):170-182.
3. Sembel DT. *Entomologi Kedokteran*. Yogyakarta: Andi; 2009.
4. The Merck Index. No Title. In: *An Ancylopedia of Chemical, Drugs and Biological*. 13th ed. Merck and Co.inc,

- White House Station, NJ. USA.; 2001.
5. Verawati PA, Anam K, Kusri D. Identifikasi kandungan kimia ekstrak etanol serai bumbu (*Andropogon citratus* D.C) dan uji efektivitas repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *J Sains dan Mat.* 2015;21(1):20-24.
 6. Guenther E. *Minyak Atsiri*. IV A. Jakarta: UI-Press; 1990.
 7. Abdilah A. Membasmi *Aedes aegypti* dengan serai. *Hikmah*. 2004.
 8. Kardinan Agus. *Tanaman Pengusir Nyamuk*. Jakarta: Agromedia Pustaka; 2003.
 9. Prosea. *Plant Resources of South-East Asia 19 Essential Oil Plants*. Bogor: Prosea Foundation; 1999.
 10. Sudarmaja I dan Mardihusodo S. Pemilihan tempat bertelur nyamuk *Aedes aegypti* pada limbah rumah tangga di laboratorium. *J Vet.* 2009;10(4):205-207.
 11. Palsonn K and GTJ. Plant Products used as mosquito repellents in Guinea Bissau, West Africa. *Acta Trop.* 1999;72:39-52.
 12. Hendri Joni. Daya proteksi ekstrak kulit jeruk purut (*Citrus hystrix*) terhadap nyamuk demam berdarah. *J Sain Vet.* 2013;31(2).
 13. Sari W, Agustina E. Uji bioefikasi minyak serai dan pala produk khas Aceh sebagai anti nyamuk vektor demam berdarah. *Proc Aceh Dev Int Conf 2011*. 2011;2011(March):26-28.
 14. Kazembe T, Chauruka D. Mosquito repellence of *Astrolochii hepiti*, *Cymbopogon citratus* and *Ocimum gratissimum* extracts and mixtures. *Bull Environ Pharmacol Life Sci.* 2012;1(8):60-64.
 15. Sritabutra D, Mayura S, Sirirat W and Supapom P. Evaluation of herbal essential oil as repellents against *Aedes aegypti* (L) and *Anopheles dirus* Peyton and Harrion. *Asian Fasific J Trop Dis.* 2011;1(1):124-128.
 16. Sritabutra D and MS. Repellen activity of herbal essential oil against *Aedes aegypti* (Linn) and *Culex quinquefasciatus* (Say). *Asian Fasific J Trop Dis.* 2013;3(4):271-276.
 17. Xue J, Grift TE, Hansen AC, *et al.* Energy requirement for comminution of biomass in relation to particle physical properties. *Renew Suistainable Energy Rev.* 2011;15(2):1098-1116. doi:10.1590/S0104-66322011000200019.
 18. Balakrishnan B, Paramasivam S, Arulkumar A. Evaluation of the lemongrass plant (*Cymbopogon citratus*) extracted in different solvents for antioxidant and antibacterial activity against human pathogens. *Asian Pacific J Trop Dis.* 2014;4(S1):134-139. doi:10.1016/S2222-1808(14)60428-X.
 19. Feriyanto YE, Sipahutar PJ, Prihatini P. Pengambilan minyak atsiri dari daun dan batang serai wangi (*Cymbopogon winterianus*) menggunakan metode distilasi uap dan air dengan pemanasan Microwave. *Tek Pomits.* 2013;2(1):93-97.
 20. Mohamed Hanaa AR, Sallam YI, El-Leithy AS, Aly SE. Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as affected by drying methods. *Ann Agric Sci.* 2012;57(2):113-116. doi:10.1016/j.aogas.2012.08.004.
 21. Meri Y, Meida SR, Amaliah, Rujatul E. Pengaruh perbandingan campuran pelarut n-heksana-etanol terhadap kandungan sitronelal hasil ekstraksi serai wangi (*Cymbopogon nardus*). *J Integr Proses.* 2014;5(1):8-14.
 22. Asaolu MF, Oyeyemi O, Olanlokun JO. Chemical compositions, phytochemical constituents and in vitro biological activity of various extracts of *Cymbopogon citratus*. *Pakistan J Nutr.* 2009;8(12):1920-1922. doi:10.3923/pjn.2009.1920.1922.
 23. Federal U, Postal C. *Cymbopogon citratus* DC Stapf: chemical composition and biological activities. *Rev Bras Pl Med Botucatu.* 2007;9(1):80-92.
 24. Bassol IHN, Lamien-Meda A, Bayala B, *et al.* Chemical composition and antimicrobial activity of *Cymbopogon citratus* and *Cymbopogon giganteus* essential oils alone and in combination. *Phytomedicine.* 2011;18(12):1070-1074. doi:10.1016/j.phymed.2011.05.009.
 25. Djazuli M, Suheryadi D, Penelitian B, Obat T, Tentara J, No P. Serai wangi

(*Cymbopogon nardus* L) SEBAGAI
PENGHASIL MINYAK ATSIRI,
TANAMAN KONSERVASI DAN
PAKAN TERNAK. In: *Prosiding Seminar
Nasional Inovasi Perkebunan 2011.* ;
2011:174-180.