

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Demam berdarah dengue (DBD) adalah penyakit infeksi virus yang sangat berbahaya, karena dapat mengakibatkan penderita meninggal dalam waktu 12-24 jam (Sumarmo, 2002). Penyakit DBD ini di Indonesia pertama kali ditemukan pada tahun 1968 di Surabaya (Saskia, 2003; Agus, 2005), dan merupakan salah satu penyakit infeksi yang masih endemis di Indonesia (Depkes RI, 2004a).

Di Indonesia pengaruh musim terhadap DBD tidak begitu jelas (Sumarmo, 2002), namun kejadiannya hampir dapat dipastikan setiap tahun, khususnya di awal musim penghujan (Sudarmono, 1988). Jumlah kasus biasanya meningkat antara bulan September sampai Februari dengan puncaknya pada bulan Januari (Sumarmo, 2002). Hal ini mungkin disebabkan oleh peningkatan jumlah populasi vektor DBD pada musim penghujan (Depkes RI, 2004c).

Selama bulan Januari – Mei 2004 jumlah korban DBD di 30 provinsi di Indonesia sebanyak 59.321 orang, yang meninggal 669 orang. Sedang pada tahun 1998 jumlah korban DBD sebanyak 72.133 orang dan yang meninggal 1.414 orang (Depkes RI, 2004a; Depkes RI, 2004b). Kejadian Luar Biasa (KLB) dengue terakhir yang cukup bermakna terjadi pada lima dari enam wilayah WHO (Afrika, Asia, Eropa, Amerika Utara, Oceania, Amerika Selatan), dengan wilayah Eropa merupakan satu-satunya pengecualian.

Meskipun demikian, dari Eropa dilaporkan beberapa kasus dengue import. Menurut hasil perkiraan, terdapat sedikitnya 100 juta kasus demam dengue terjadi setiap tahunnya dan 500.000 kasus DBD yang memerlukan rawat inap (WHO, 2004).

Vektor utama demam berdarah dengue adalah nyamuk kebun yang disebut *Aedes aegypti* (Srisasi dkk.,1998; Hindra dan Mila, 2005), sedang vektor potensialnya adalah *Aedes albopictus* (Srisasi dkk., 1998).

Mengingat vaksin untuk mencegah demam berdarah masih dalam taraf penelitian dan obat yang efektif terhadap virus belum ditemukan (Saleha, 2005), maka untuk mencegah dan memberantas demam berdarah selama ini adalah dengan mengendalikan nyamuk dan mengurangi kontak antara manusia dan nyamuk (Renganathan *et al*, 2003).

Salah satu cara untuk mengurangi kontak antara manusia dengan nyamuk yang paling baik adalah menggunakan repelen atau zat penolak nyamuk berbentuk *lotion* atau *cream* (Rui *et al*, 2003; Martini dkk, 2004). Namun hampir semua *lotion* anti nyamuk (repelen) yang beredar di Indonesia dan paling sering dipakai sampai saat ini mengandung bahan aktif DEET (*N,N diethyl-m - toluamide*) yang merupakan bahan kimia sintesis beracun dalam konsentrasi 10-15% (Gunandini, 2006). Disamping itu, telah dilaporkan adanya beberapa kasus dermatitis dan ensefalopati akibat pemakaian DEET pada anak-anak dan bayi (Belohertown, 2000; Fradin, 2005).

Slogan *Back to Nature* telah menjadi *trend* di dunia saat ini, yaitu semangat hidup sehat dengan kembali ke alam atau menggunakan bahan-

bahan alami, termasuk dalam menanggulangi penyakit demam berdarah (Agus, 2007). Untuk itu Saut (2003) telah melakukan penelitian repelensi ekstrak beberapa tanaman terhadap *Periplaneta americana* L., diantaranya ekstrak daun Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb). Ekstrak daun Pandan wangi dengan pelarut metanol memberikan pengaruh repelen yang kuat terhadap *Periplaneta americana* pada konsentrasi 1% dan cenderung stabil hingga 24 jam. Tanaman Pandan wangi banyak ditanam di halaman atau di kebun, baik di pulau Jawa maupun di daerah lain di Indonesia. Daunnya mengandung alkaloida, saponin, flavonoida, tanin, polifenol, dan zat warna (Dalimartha, 1999; Ipteknet, 2005). Menurut Novizan (2002), saponin yang diekstrak dari buah lerak (*Sapindus rarak*) terbukti dapat dipakai untuk mengendalikan jentik dan bentuk dewasa dari nyamuk *Aedes aegypti*, serta bersifat sebagai repelen. Dewi Susana, *et al.* (2003), juga telah membuktikan bahwa ekstrak daun Pandan wangi pada konsentrasi 2500 ppm dapat membunuh 55,55% larva *Aedes aegypti*. Disamping itu saponin dan tanin juga bersifat sebagai pengusir nyamuk (repelen) (Rui *et al.*, 2003). Hal ini membuat peneliti tertarik untuk meneliti apakah ekstrak daun Pandan wangi juga bersifat repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, mengingat daun Pandan wangi juga mengandung saponin dan tanin, disamping mudah dijumpai di pekarangan atau tumbuh liar di tepi selokan yang teduh, serta aman digunakan, terbukti telah digunakan sebagai penyedap, pewangi maupun pemberi warna hijau pada makanan (Dalimartha, 1999).

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut di atas, maka dapat dirumuskan sebagai berikut: Apakah ekstrak daun Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) dapat dimanfaatkan sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui manfaat ekstrak daun Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis:

Mengetahui bahwa ekstrak daun Pandan wangi bermanfaat sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

2. Manfaat aplikatif:

Bila penelitian ini berhasil, dapat memberikan alternatif pilihan tentang pemanfaatan ekstrak daun Pandan wangi sebagai repelen alami terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, dengan harapan dapat terhindar dari gigitan nyamuk *Aedes aegypti*, sehingga dapat menurunkan jumlah penderita penyakit demam berdarah.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Pustaka

1. Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb)

a. Klasifikasi (Wikipedia, 2007)

Divisio	: Magnoliophyta
Kelas	: Liliopsida
Ordo	: Pandanales
Famili	: Pandanaceae
Genus	: Pandanus
Spesies	: <i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.

Sinonim:

P. odoratus Ridl., *P. latifolius* Hassk., *P. hasskarlii* Merr (Ipteknet, 2005).

Nama Daerah :

Pandan wangi mempunyai nama menurut daerah tumbuhnya, yaitu Pandan rampe, P. seungit, P. room, P. wangi (Jawa) (Ipteknet,2005; Ning, 2007); Seuke bangu, S. musang, Pandan jau, P. bebau, P. harum, Pandan rempai, P. wangi, P. musang (Sumatera); Pondang, Pondan, Ponda, Pondago (Sulawesi); Kelamoni, Hao moni, Keker moni, Ormon foni, Pondak, Pondaki, Pudaka (Maluku); Pandan arrum (Bali); Bonak (Nusa Tenggara) (Ipteknet, 2005).

b. Deskripsi Tumbuhan

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb) merupakan tanaman perdu yang banyak digemari karena cita rasanya. Di Indonesia tanaman ini banyak terdapat di pulau Jawa, tetapi juga banyak terdapat di daerah lain. Pandan wangi tumbuh di daerah tropis dan banyak ditanam di halaman atau kebun, kadang tumbuh liar di tepi sungai, tepi rawa dan di tempat-tempat yang agak lembab. Tanaman ini tumbuh subur dari daerah pantai sampai daerah ketinggian 500 m dpl (Dalimartha, 2002; Ning, 2007).

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) merupakan tanaman perdu tahunan, tingginya 1-2 m, batangnya bulat bercabang, menjalar. Daunnya tunggal, berwarna hijau, memanjang seperti daun palem dan tersusun berbaris tiga dalam garis spiral atau tersusun secara roset yang rapat, panjangnya dapat mencapai 60 cm, lebarnya 3 - 5 cm, serta beraroma wangi yang khas. Helai daun berbentuk pita, tipis, licin, tepi rata, bertulang sejajar dan ujungnya meruncing. Bunganya merupakan bunga majemuk berwarna putih, dan buahnya menggantung berbentuk bola (PROSEA, 1999; Ipteknet, 2005; Wikipedia, 2007).

c. Kandungan Kimia

Daun Pandan wangi mengandung alkaloida, saponin, flavonoida, tanin, polifenol, dan zat warna (Sugati dan Johnny, 1991; Rohmawati, 1995; Dalimartha, 1999; PDPERSI, 2003; Ipteknet, 2005; Ning, 2007).

Saponin yang diekstrak dari buah lerak (*Sapindus rarak*) terbukti dapat dipakai untuk mengendalikan jentik nyamuk *Aedes aegypti* dan dapat membunuh nyamuk dewasa, serta bersifat sebagai repelen sehingga mencegah gigitan nyamuk (Novizan, 2002). Sedang Dewi Susana, *et al.* (2003), telah membuktikan bahwa ekstrak daun Pandan wangi pada konsentrasi 2500 ppm dapat membunuh 55,55% larva *Aedes aegypti*. Disamping itu menurut Rui dkk. (2003), saponin dan tanin juga dapat bersifat sebagai pengusir serangga (repelen).

d. Manfaat

Pandan wangi selain sebagai rempah-rempah juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan minyak wangi. Daunnya beraroma wangi sehingga banyak digunakan sebagai penyedap, pewangi, dan pemberi warna hijau pada makanan (Dalimartha, 1999). Disamping itu, daun Pandan wangi juga berkhasiat untuk mengatasi lemah saraf (neurasthenia), tidak nafsu makan, rematik, pegal linu, sakit disertai gelisah, rambut rontok, menghitamkan rambut, dan menghilangkan ketombe (PDPERSI, 2003; Wikipedia, 2007).

2. *Aedes aegypti*

a. Klasifikasi (Nasci and Miller, 1996)

Filum : Arthropoda

Kelas : Insekta

Ordo	: Diptera
Sub ordo	: Nematocera
Famili	: Culicidae
Sub famili	: Culicinae
Tribus	: Culicini
Genus	: Aedes
Spesies	: <i>Aedes aegypti</i>

b. Morfologi

Telur *Aedes aegypti* berbentuk elips atau lonjong memanjang, berwarna hitam, pada dindingnya terdapat garis-garis menyerupai anyaman kawat kasa/sarang tawon. Panjang telur lebih kurang 0,6 mm dan beratnya 0,0113 mg, diletakkan satu persatu di permukaan atau sedikit di bawah permukaan air. Di alam bebas, telur nyamuk diletakkan menempel pada dinding wadah atau tempat perindukan nyamuk sejauh kurang lebih 2,5 cm. Telur dilindungi oleh selubung protein yang berfungsi untuk meminimalisasi kehilangan air, tetapi pertukaran gas tetap dimungkinkan. Telur mampu mengalami masa kekeringan yang lama (lebih dari satu tahun). Kemampuan telur dalam menjalani masa kekeringan ini membantu mempertahankan kelangsungan spesies selama kondisi iklim yang buruk (Sumarmo, 1988; Satni, 1995; Nasci and Miller, 1996; WHO, 2004; Saleha, 2005).

Larva nyamuk *Aedes aegypti* berbentuk vermiform dan tidak berkaki, dengan jumlah rambut sederhana atau bercabang lateral yang tersusun secara simetris sepanjang tubuhnya. Panjang larva antara 7 - 10 mm, hidup di dalam air yang jernih, dan tubuhnya dibagi menjadi tiga bagian, yaitu kepala, thorax, dan abdomen. Kepalanya dilengkapi dengan antena, mata majemuk, dan mulut. Thorax mempunyai ukuran lebih besar daripada kepala dan abdomen. Abdomen terbagi menjadi sepuluh segmen, tujuh segmen yang pertama berbentuk silinder panjang, tiga segmen bagian posterior mengalami modifikasi. Pada segmen kedelapan terdapat sisir /*pecten* yang tersusun dalam satu baris, pada sisir terdapat gigi sisir yang berduri lateral. Segmen ke 9 dan 10 menjadi segmen anal dan siphon, pada segmen anal terdapat 4 papilla anal dan pelana yang terbuka, siphon berukuran lebih pendek daripada siphon *Culex sp.*, dan mempunyai sepasang bulu siphon (Satni, 1995; Nasci and Miller, 1996; WHO, 2004; Saleha, 2005).

Pupa mempunyai bentuk tubuh bengkok (Agus, 2005). Pupa hidup secara akuatik seperti halnya stadium larva. Stadium pupa dari nyamuk ini bersifat motil dan aktif. Tubuhnya terdiri dari kepala yang besar dan thorax yang menyatu menjadi cephalothorax, abdomen, dan sepasang kaki pengayuh yang saling menutupi dengan rambut-rambut pada ujung abdomen terakhir. Pada cephalothorax terdapat alat pernafasan seperti tabung/terompet (*respiratory trumpets*) yang lebih pendek dari *Culex sp.* dan suatu kantong udara yang terletak di antara bakal sayap. *Respiratory*

trumpets tersebut dijaga supaya tetap kontak dengan udara saat pupa berada di permukaan air (Satni, 1995; Nasci and Miller, 1996; Borrer et al, 1996; Saleha, 2005).

Aedes aegypti dewasa berukuran kecil dengan warna dasar hitam. Bagian tubuh nyamuk terdiri atas kepala, thorax, dan abdomen. Tubuh dengan warna dasar hitam dan bintik-bintik putih. Pada kakinya terdapat lingkaran putih, sedang pada punggung (mesonotum) terdapat bercak berupa 2 garis sejajar di bagian tengah dan 2 garis lengkung di tepinya, sehingga menyerupai gambaran lira (*lyra-form*) berwarna putih sebagai ciri khas yang membedakannya dengan nyamuk lain (Sumarmo, 1988; Sudarto, 1992; Satni, 1995; Russel, 1996; Agus, 2005; Saleha, 2005). Probosis bersisik hitam, palpi pendek dengan ujung hitam bersisik putih perak. Oksiput bersisik lebar, berwarna putih memanjang. Femur bersisik putih pada permukaan posterior dan setengah basal, anterior dan tengah bersisik putih memanjang. Tibia semuanya berwarna hitam. Tarsi belakang mempunyai lingkaran berwarna putih pada segmen kesatu sampai keempat, dan segmen kelima berwarna putih. Sayap berukuran 2,5-3,0 mm, bersisik hitam (Sumarmo, 1988; Satni, 1995). Di bagian kepala terdapat sisik tegak bercabang dua, dan jumlahnya tidak banyak. Skutum dengan tanda putih berbentuk segitiga (WHO, 2004).

c. Habitat

Nyamuk *Aedes* merupakan nyamuk yang kosmopolitan, dapat ditemukan mulai dari kutub utara sampai daerah tropis, kecuali di daerah antartika (Fradin, 1998). Nyamuk *Aedes aegypti* betina suka bertelur di atas permukaan air, menempel pada dinding vertikal bagian dalam wadah-wadah yang berisi sedikit air. Air tersebut harus jernih dan terlindung dari cahaya matahari secara langsung. Tempat air yang dipilih adalah tempat air di dalam dan di dekat rumah (Sumarmo, 1988; Putut, 1988). Telur diletakkan satu persatu pada permukaan yang basah tepat di atas batas permukaan air (WHO, 2004; Agus, 2005). Tempat air yang tertutup longgar lebih disukai sebagai tempat bertelur daripada tempat air yang terbuka (Sumarmo, 1988). Tempat perindukan *Aedes aegypti* terutama/paling banyak berupa wadah air rumah tangga buatan manusia di hampir seluruh wilayah Asia Tenggara (Srisasi dkk., 1998; WHO, 2004). Keadaan bejana tertentu, misalnya warna yang lebih gelap, dan tempat yang teduh lebih disukai daripada tempat yang terang dan terbuka (Putut, 1988).

Larva *Aedes aegypti* umumnya ditemukan di drum, tempayan/gentong tempat penyimpanan air minum, atau bak mandi yang kebersihannya kurang diperhatikan, jambangan/pot bunga, kaleng, botol, ban mobil di halaman rumah atau di kebun yang berisi air hujan (Sumarmo, 1988). Meskipun jarang sekali ditemukan, larva dapat ditemukan pada lubang pohon, pangkal/kelopak daun tanaman (keladi,

pisang), tonggak bambu dan tempurung kelapa yang berisi air hujan (Srisasi dkk., 1998; WHO, 2004). Di daerah yang panas dan kering, tangki air di atas dan *septic tank* bisa menjadi habitat utama larva (WHO, 2004). Larva dan nyamuk dewasa banyak ditemukan sepanjang tahun di semua kota di Indonesia (Sumarmo, 1988).

d. Siklus Hidup Nyamuk

Nyamuk *Aedes aegypti* dalam perkembangan hidupnya mengalami metamorfosis sempurna (holometabola). Siklus hidup nyamuk terdiri dari empat tahap, yaitu: telur, jentik (larva), kepompong (pupa), dan nyamuk dewasa (imago) (Fradin, 1998; Saskia, 2003; Agus, 2005).

Seekor nyamuk betina, selama masa bertelur mampu meletakkan ratusan telur (Fradin, 1998), bisa mencapai 100-400 butir telur (Agus, 2005). Telur tersebut dapat bertahan berbulan-bulan pada suhu -2°C - 42°C (Sumarmo, 1988; Afandi, 2003). Pada kondisi optimum, waktu yang dibutuhkan mulai dari penetasan telur sampai dengan kemunculan nyamuk dewasa berlangsung sedikitnya 7 hari (WHO, 2004), sedang menurut Srisasi dkk.(1998), dibutuhkan waktu kira-kira 9 hari. Bila kelembaban terlalu rendah, maka telur akan menetas hanya dalam waktu 4 hari (Sumarmo, 1988). Menurut Afandi (2003), telur yang berumur 4-7 hari setelah keluar dari induknya akan segera menetas setelah kontak dengan air. Selanjutnya larva akan mengalami empat kali proses pergantian kulit (*moulting/exdycis*). Waktu yang dibutuhkan untuk perkembangan larva ini

bergantung pada suhu, ketersediaan makanan, dan kepadatan larva pada sarang. Pada suhu rendah, mungkin dibutuhkan waktu beberapa minggu untuk menjadi nyamuk dewasa (WHO, 2004). Tetapi menurut Agus (2005), pada keadaan optimal proses perkembangan larva membutuhkan waktu 7-9 hari, sedang menurut Satni (1995), pada iklim tropika dengan makanan yang cukup, lamanya periode adalah 7 hari. Larva mengambil makanannya di dasar air sehingga disebut juga *bottom feeder*. Larva lebih menyukai makanan yang memiliki kandungan protein yang tinggi dibandingkan dengan hidrat arang (Afandi, 2003). Setelah stadium keempat berakhir, larva akan melakukan pengelupasan kulit dan berubah menjadi stadium pupa dalam waktu dua hari (Afandi, 2003).

Stadium pupa merupakan stadium terakhir calon nyamuk *Aedes aegypti* yang ada di dalam air. Stadium ini merupakan fase tanpa makan (puasa) dan sangat sensitif terhadap pergerakan air. Fase pupa membutuhkan waktu 2-5 hari. Setelah melewati fase tersebut, pupa akan berubah menjadi imago/nyamuk dewasa yang dapat terbang dan keluar dari air (Agus, 2005). Biasanya nyamuk jantan akan keluar lebih dahulu dari nyamuk betina (Mullen dan Durden, 2002; Saleha, 2005).

Setelah menjadi nyamuk dewasa, nyamuk akan segera mencari pasangan, kawin, dan nyamuk yang sudah dibuahi akan menghisap darah dalam waktu 24-36 jam (WHO, 2004). Menghisap darah bagi nyamuk betina sangat penting, karena berfungsi untuk pematangan telurnya. Darah diperlukan untuk memacu hormon gonadotropin yang diperlukan untuk

ovulasi. Produksi hormon ini dirangsang oleh serotonin dan adrenalin yang berasal dari darah mangsanya (Mullen dan Durden, 2002; Agus, 2005; Saleha, 2005).

Nyamuk betina dewasa yang mulai menghisap darah manusia, 3 hari sesudahnya mampu bertelur sebanyak 100 butir. Dua puluh empat jam kemudian nyamuk menghisap darah lagi, lalu kembali bertelur. Saat nyamuk mulai menghisap darah sampai bertelur dan menghisap darah kembali, dinamakan satu siklus gonotrofik. Walaupun nyamuk betina hanya berumur lebih kurang 10 hari, namun waktu tersebut cukup bagi nyamuk betina untuk makan, dan cukup juga bagi virus untuk berkembang biak, serta cukup juga bagi nyamuk betina untuk menyebarkan virus tersebut ke manusia lainnya (Sumarmo, 1988).

Ketika nyamuk betina menghisap darah manusia yang kebetulan mengandung virus dengue, virus tersebut turut masuk ke dalam tubuh nyamuk, lalu masuk ke saluran pencernaan nyamuk, kemudian sampai di *hemocoelom* dan kelenjar ludah. Virus dengue memerlukan waktu 8-11 hari untuk dapat berkembang biak dengan baik secara propagatif agar menjadi infeksius, yaitu sejak virus masuk tubuh nyamuk sampai ke kelenjar ludah yang siap untuk ditularkan (masa tunas ekstrinsik). Kemudian nyamuk akan tetap infeksius selama hidupnya. Virus tidak dapat ditemukan dalam telur nyamuk, sehingga disimpulkan tidak terdapat penularan secara transovarian (herediter) (Sumarmo, 1988; Afandi, 2003).

e. Perilaku Nyamuk

Nyamuk *Aedes aegypti* betina lebih menyukai darah manusia (antropofilik), walaupun bisa pula menghisap darah dari hewan berdarah panas lainnya (WHO, 2004; Gunandini, 2006). Sedangkan nyamuk jantan tidak menghisap darah, tetapi menghisap sari bunga (WHO, 2004). Nyamuk betina juga tertarik oleh cahaya, pakaian berwarna gelap, dan pergerakan hospes. Disamping itu, nyamuk betina memiliki kebiasaan menggigit berulang-ulang (*multiple biters*), yaitu menggigit beberapa orang secara bergantian dalam waktu yang singkat. Kebiasaan ini memungkinkan virus dengue tertular ke beberapa orang sekaligus, sehingga dilaporkan beberapa orang menderita demam berdarah dalam satu rumah. Pada malam hari nyamuk beristirahat di dalam rumah, pada benda-benda yang digantung seperti baju dan korden serta di dinding, atau di luar rumah dekat tempat berkembang biaknya yang agak gelap (Sumarmo, 1988; Satni, 1995; Agus, 2005; Fradin, 2005; Saleha, 2005).

Aktivitas menggigit dan menghisap darah dilakukan oleh nyamuk *Aedes aegypti* betina pada waktu pagi sampai sore hari (*day-bitter*) (Handrawan, 2004; Hindra dan Mila, 2005). Sebagai hewan diurnal, nyamuk betina memiliki dua periode aktivitas menggigit, pertama di pagi hari selama beberapa jam (WHO, 2004), biasanya antara pukul 08.00 pagi hingga 13.00 (Agus, 2005), dan sore hari selama beberapa jam sebelum gelap (WHO, 2004), biasanya antara pukul 15.00 hingga 17.00 (Agus, 2005). Puncak waktu menggigitnya pada pukul 09.00-10.00 dan pukul 16.00-

17.00 (Handrawan, 2004; Hindra dan Mila, 2005). Suhu lingkungan yang hangat dan lembab membuat nyamuk mudah berkembang biak dan agresif mengisap darah (Afandi, 2003).

Kemampuan terbang nyamuk betina sekitar 40 meter, tetapi ada juga yang dapat terbang sampai sejauh dua kilometer (Sumarmo, 1988). Menurut penelitian terbaru di Puerto Rico menunjukkan bahwa nyamuk ini dapat menyebar sampai lebih dari 400 meter. Transportasi pasif dapat berlangsung melalui telur dan larva yang ada di dalam penampung (WHO, 2004). Karena nyamuk ini aktif pada siang hari di tempat-tempat yang bersih di rumah, kantor, dan di tempat orang banyak berkumpul, maka penyebaran virus dengue dapat meluas dengan mudah dan cepat (Satni, 1995).

f. Pengendalian Nyamuk

Untuk membasmi nyamuk dewasa dapat dilakukan dengan cara *foging*, namun upaya ini hanya mampu mengurangi jumlah populasi nyamuk dalam jangka waktu pendek. Kemampuan nyamuk betina untuk memproduksi telur dalam jumlah banyak dapat mengembalikan jumlah populasi nyamuk dalam jumlah seperti semula. Usaha yang paling efektif dilakukan untuk mengurangi populasi nyamuk *Aedes aegypti* adalah memberantas tempat perindukan nyamuk dengan tiga M (menutup, menguras, dan mengubur barang bekas yang dapat menampung air) (Afandi, 2003).

Untuk membunuh larva nyamuk dapat digunakan insektisida abate. Cara penggunaan bubuk abate adalah ditaburkan pada tempat penampungan air. Abate adalah insektisida golongan organofosfat. Insektisida ini digunakan untuk membunuh dengan cepat (*rapid knockdown*) lalat, nyamuk, dan ngengat (Afandi, 2003).

Disamping itu, untuk mencegah gigitan nyamuk dapat digunakan repelen (penolak nyamuk) pada permukaan kulit yang tidak tertutup pakaian (Afandi, 2003)

3. Repelen

Repelen adalah zat kimia yang digunakan untuk melindungi manusia dan hewan dari gigitan kutu dan serangga penghisap darah, terutama pada situasi dimana perlindungan personal lebih memungkinkan (*Massachusetts Dept of Public Health*, 1991), sedang menurut (Mahardika dan Budi, 1997), repelen adalah zat penolak nyamuk yang bersifat racun ringan.

Repelen bekerja dengan cara memblok reseptor penerima rangsang yang dapat menyebabkan serangga menghindari makanannya (Rutledge dan Day, 2005).

Menurut Brown (1983), repelen yang efektif dan dapat bertahan sampai beberapa jam adalah indalon, dimetil ftalat, Rutgers 612 dan dietil toluamida. Repelen yang efektif tidak lengket pada permukaan kulit tetapi tidak cepat menguap, misalnya DEET (*N,N diethyl-m-toluamide*) mampu bertahan sampai 8 jam (rata-rata 4 sampai 6 jam). Keefektifan ini

dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya tipe repelen, konsentrasi, frekuensi, cara penggunaan, kondisi pemakai, kondisi lingkungan (suhu, kelembaban, angin), jumlah serangga penghisap darah, kesensitifan serangga, dan ketertarikan serangga penghisap darah (WHO, 1997; Martini, 2004; Fradin, 2005).

Saat ini ada dua macam repelen, yaitu repelen modern yang menggunakan senyawa sintetis dari zat kimia dan repelen dari derivat tanaman atau repelen tradisional/alami (WHO, 1997; Rutledge dan Day, 2005). Contoh repelen yang menggunakan senyawa sintetis dari zat kimia diantaranya DEET, etil heksanadiol, IR3535, dan piperidin, sedang contoh repelen dari derivat tanaman diantaranya minyak esensial dari serai wangi, lavender, eucalyptus, dan lain-lain (Soedarto, 1992; Novizan, 2004; Fradin, 2005).

Cara menggunakan repelen dengan digosokkan pada tubuh atau disemprotkan pada pakaian, dengan demikian repelen yang akan digunakan harus memenuhi beberapa syarat, yaitu tidak lengket, tidak beracun, tidak menimbulkan iritasi, tidak merusak pakaian, baunya tidak mengganggu pemakai maupun orang di sekitarnya, dan dapat bertahan lama (Soedarto, 1992).

Untuk mengetahui suatu zat mempunyai manfaat sebagai repelen adalah dengan cara menghitung *blood feed* dan nilai daya proteksi. *Blood feed* adalah dengan cara menghitung jumlah nyamuk yang kenyang menghisap darah, sedangkan daya proteksi adalah nilai yang didapat untuk

mengetahui presentase perlindungan dengan menggunakan suatu rumus tertentu (Komisi Pestisida Departemen Pertanian, 1995; Mahardika dan Budi, 1997). Menurut Komisi Pestisida Departemen Pertanian (1995), nilai daya proteksi dianggap efektif apabila hingga jam ke-6 daya proteksinya masih di atas 90%.

Repelen yang paling sering dipakai di masyarakat sampai saat ini adalah repelen sintetis yang berbahan aktif DEET (*N,N diethyl-m-toluamide*). DEET dengan konsentrasi 10% dapat memberikan perlindungan selama 2 jam, sedang dengan konsentrasi 24% mampu memberikan perlindungan sampai 5 jam. DEET tersebut biasa digunakan dengan cara dioleskan dalam bentuk *lotion*. Contoh produk *lotion* anti nyamuk di pasaran yang menggunakan bahan aktif DEET diantaranya Autan, Lavenda, Sari puspa dan Soffell, dimana kadar DEET yang terkandung dalam produk-produk tersebut adalah 12%-15%. Namun dilaporkan adanya beberapa kasus dermatitis dan ensefalopati akibat pemakaian DEET pada anak-anak dan bayi (Belohertown, 2000; Fradin, 2005).

C. Hipotesis

Ekstrak daun Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) dapat dimanfaatkan sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental laboratorik semu.

B. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium B2P2VRP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit) Salatiga, Jawa Tengah.

C. Obyek Penelitian

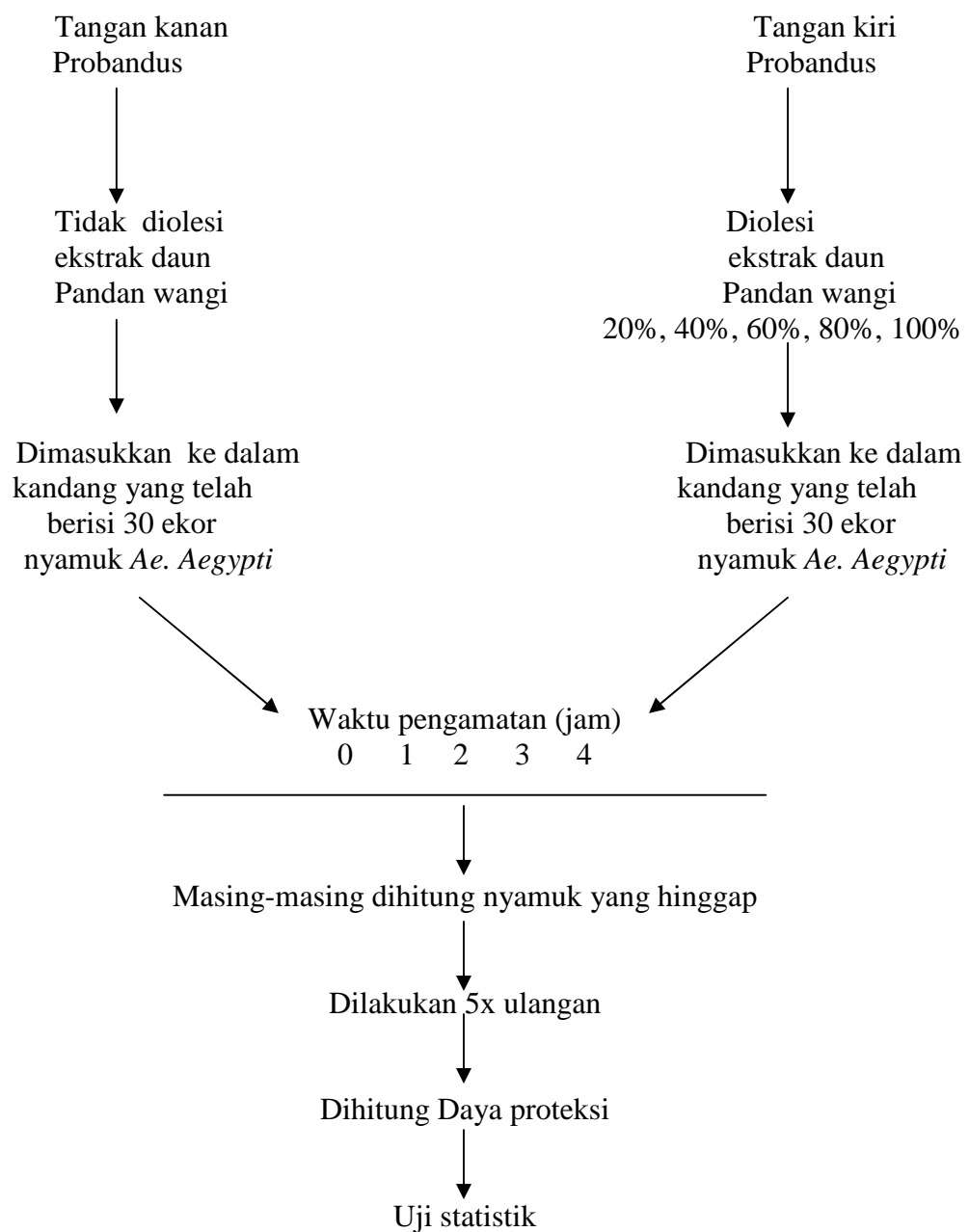
Obyek penelitian adalah nyamuk *Aedes aegypti* betina yang berumur 3-5 hari, hasil kolonisasi dari B2P2VRP (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit) Salatiga, Jawa Tengah.

D. Teknik Sampling

Teknik sampling yang digunakan adalah *purposive sampling*, dengan kriteria nyamuk *Aedes aegypti* berumur 3-5 hari, dipilih yang betina.

E. Rancangan Penelitian

Rancangan Penelitian yang digunakan adalah rancangan kelompok lengkap teracak (Steel and Torrie, 1995). Penelitian menggunakan 5 perlakuan (t) dengan 5 kali ulangan (r), menggunakan rumus $(t-1)(r-1) \geq 15$ (Cavalcanti *et al.*, 2004).



F. Identifikasi Variabel Penelitian

1. Variabel bebas : Konsentrasi Ekstrak daun Pandan wangi
2. Variabel terikat : Daya proteksi
3. Variabel luar (pengganggu)

a. Terkendali:

- 1) jenis nyamuk,
- 2) umur nyamuk,
- 3) kepadatan nyamuk,
- 4) ketertarikan nyamuk,
- 5) tipe repelen,
- 6) suhu ruangan,
- 7) kelembaban ruangan

b. Tidak terkendali:

- 1) suhu tubuh probandus,
- 2) kesensitifan nyamuk terhadap repelen.

G. Definisi Operasional Variabel

1. Variabel bebas

Konsentrasi Ekstrak daun Pandan wangi :

Konsentrasi Ekstrak daun Pandan wangi adalah kadar repelen yang akan digunakan, yaitu kadar ekstrak daun Pandan wangi yang diperoleh dari B2P2TO2T (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional) Tawangmangu. Konsentrasi ekstrak daun

Pandan wangi yang digunakan adalah 20%, 40%, 60%, 80%, 100%.

Konsentrasi ekstrak tersebut berskala ordinal.

2. Variabel terikat

Daya Proteksi

Daya proteksi adalah nilai persentasi perlindungan terhadap hinggapan nyamuk yang didapat dengan menggunakan rumus daya proteksi. Daya proteksi tersebut berskala rasio (Komisi Peptisida Departemen Pertanian, 1995)

3. Variabel luar

a. Variabel luar Terkendali

1) Jenis nyamuk

Adalah spesies nyamuk yang dijadikan obyek penelitian. Nyamuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah nyamuk *Aedes aegypti* betina dewasa hasil kolonisasi B2P2VRP Salatiga Jawa Tengah.

2) Umur nyamuk

Adalah umur nyamuk sejak keluar dari pupa. Dalam penelitian ini digunakan nyamuk *Aedes aegypti* yang berumur 3-5 hari (disamakan), dengan pertimbangan pada umur tersebut nyamuk mulai aktif menghisap darah.

3) Kepadatan nyamuk

Kepadatan nyamuk adalah jumlah nyamuk dalam suatu lingkungan yang dalam hal ini yaitu 30 ekor dalam setiap kandang uji.

4) Ketertarikan nyamuk

Adalah faktor fisiologis nyamuk yang mempengaruhi keinginan nyamuk untuk menghisap darah. Ketertarikan nyamuk dapat dikendalikan dengan cara nyamuk dilaparkan (tidak diberi makan darah maupun cairan gula) selama 2 hari.

5) Tipe repelen

Tipe repelen meliputi bentuk sediaan dan dosis. Bentuk sediaan pada penelitian ini yaitu dalam bentuk cairan. Dosis pemakaian repelen juga disamakan, yaitu 5 ml untuk masing-masing probandus.

6) Suhu ruangan

Adalah suhu di tempat melakukan percobaan

7) Kelembaban ruangan

Adalah kadar air yang terdispersi di udara di tempat melakukan percobaan.

b. Variabel luar tak terkendali

1) Suhu tubuh probandus

Suhu tubuh probandus berpengaruh terhadap aktivitas nyamuk, tetapi tidak bisa dikendalikan karena tidak bisa diatur sesuai kehendak peneliti.

2) Kesensitifan nyamuk terhadap repelen

Kesensitifan nyamuk tidak dapat dikendalikan karena faktor genetik dan fisiologis.

H. Instrumentasi/Alat dan Bahan Penelitian

1. Kandang nyamuk dengan panjang 50 cm, lebar 35 cm dan tinggi 40 cm yang terbuat dari kasa nylon berbingkai kayu, pada sisi bagian depan terdapat dua buah lubang untuk memasukkan tangan probandus dan diberi kasa sepanjang 30 cm. Pada bagian atas dilapisi kaca untuk mengamati.
2. *Stop watch*
3. Ekstrak daun Pandan wangi
4. Jam weker
5. Nyamuk *Aedes aegypti* betina umur 3-5 hari hasil kolonisasi B2P2VRP Salatiga
6. Aquades
7. Gelas ukur 50/1ml
8. Pipet ukur 1ml
9. Aspirator

I. Cara kerja

1. Nyamuk *Aedes aegypti* betina yang berumur 3-5 hari hasil kolonisasi BBPPVRP Salatiga dilaparkan terlebih dahulu selama 2 hari. Setiap hari nyamuk tersebut dimasukkan ke dalam kandang nyamuk, masing-masing 30 ekor
2. Ekstrak daun Pandan wangi yang akan diuji disiapkan terlebih dahulu. Ekstrak tersebut diperoleh dengan metode sohxletasi (100 g daun Pandan wangi ditambah pelarut/penyari etanol 70% sampai volume 200 ml),

dilakukan di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Tanaman Obat dan Obat Tradisional (B2P2TO2T) Tawangmangu. Dalam hal ini digunakan pelarut/penyari etanol 70%, karena tidak beracun, mudah bercampur dengan aquades, mudah mengabsorpsi dan tidak mudah ditumbuhi mikroba maupun jamur. Etanol juga bersifat netral (tidak bersifat sebagai repelen), sehingga tidak mempengaruhi hasil penelitian. Cara memperoleh ekstraksi dengan metode sohxletasi dapat dilihat pada lampiran D. Sebelum digunakan, ekstrak daun Pandan wangi tersebut diencerkan dahulu menggunakan aquades sehingga konsentrasinya 20%, 40%, 60%, 80%, dan 100%, dengan menggunakan rumus:

$$V_1 \times M_1 = V_2 \times M_2$$

Keterangan:

V_1 : Volume ekstrak daun Pandan wangi yang dicari

M_1 : Konsentrasi awal ekstrak daun Pandan wangi

V_2 : Volume pelarut (aquades) yang diinginkan

M_2 : Konsentrasi ekstrak daun Pandan wangi yang diinginkan

Volume pelarut yang diinginkan adalah 5 ml, maka dengan menggunakan rumus tersebut di atas bisa didapatkan volume pelarut yang ditambahkan berikut ini:

Volume ekstrak daun Pandan wangi yang dibutuhkan (ml)	Volume pelarut yang ditambahkan (ml)	Konsentrasi akhir (%)
5	0	100
4	1	80
3	2	60
2	3	40
1	4	20

3. Sesudah menyiapkan repelen, dilakukan pengujian. Tangan kiri masing-masing probandus diberi perlakuan (diolesi dengan 5 ml ekstrak daun Pandan wangi konsentrasi 20 %, 40%, 60%, 80% dan 100% secara merata), sedang tangan kanan tidak diolesi repelen (sebagai kontrol). Pengujian dilakukan secara bergantian antara tangan kiri dan tangan kanan.
4. Tangan kiri masing-masing probandus dimasukkan ke dalam masing-masing kandang uji yang telah berisi 30 ekor nyamuk, lalu diamati selama 5 menit dan dihitung banyaknya nyamuk yang hinggap. Apabila ada nyamuk yang hinggap, segera dilakukan gerakan agar nyamuk tidak sampai menghisap darah. Hal ini dilakukan supaya selama pengujian tidak ada nyamuk yang kenyang sehingga tidak mengganggu ketertarikan nyamuk.
5. Setelah jumlah nyamuk yang hinggap dihitung, tangan kiri dikeluarkan dari kandang uji. Selanjutnya tangan kanan dimasukkan ke dalam kandang uji yang sama, sebagai kontrol, diamati selama 5 menit dan dihitung

banyaknya nyamuk yang hinggap. Apabila ada nyamuk yang hinggap, segera dilakukan gerakan agar nyamuk tidak sampai menghisap darah. Hal ini dilakukan supaya selama pengujian tidak ada nyamuk yang kenyang sehingga tidak mengganggu ketertarikan nyamuk.

6. Setelah jumlah nyamuk yang hinggap dihitung, tangan kanan dikeluarkan dari kandang uji. Kemudian ditunggu sampai menit yang ke 60, tangan kiri masing-masing probandus dimasukkan lagi ke dalam masing-masing kandang, diamati lagi selama 5 menit dan dihitung banyaknya nyamuk yang hinggap. Demikian dilakukan setiap 1 jam sampai jam yang ke – 4.
7. Pengamatan terhadap banyaknya nyamuk yang hinggap pada tangan dilakukan setiap jam mulai jam ke – 0 (segera sesudah tangan diolesi) sampai dengan jam ke-4. Penggunaan interval 1 jam dengan waktu pengujian selama 5 menit dimaksudkan untuk menghemat waktu, disamping telah representatif untuk pengujian daya proteksi.
8. Hari berikutnya dilakukan pengujian yang sama menggunakan nyamuk yang berbeda . Dalam satu hari dilakukan 2x pengujian menggunakan lima konsentrasi ekstrak daun Pandan wangi, terhadap lima orang probandus yang berbeda, yaitu pada jam 08.00-12.00 dan pada jam 13.00-17.00. Setiap probandus menggunakan kandang uji yang berbeda (Komisi Pestisida Departemen Pertanian, 1995).

J. Teknik Analisis Data

Manfaat ekstrak daun Pandan wangi sebagai repelen ditentukan berdasarkan daya proteksi yang dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Daya Proteksi (DP)} = (K-R)/K \times 100 \%$$

K = banyaknya nyamuk yang hinggap pada tangan kontrol

R = banyaknya nyamuk yang hinggap pada tangan perlakuan

(Komisi Pesticida Departemen Pertanian, 1995).

Hasil yang diperoleh dari rumus daya proteksi tersebut diatas selanjutnya dianalisis secara statistik menggunakan Analisis Varians (Anava) dua arah untuk mengetahui apakah ada perbedaan daya proteksi yang bermakna antara kelompok perlakuan dan waktu pengujian. Apabila ada perbedaan yang bermakna, maka dilanjutkan dengan uji *Duncan* untuk mencari kelompok perlakuan mana yang berbeda nyata pada setiap waktu pengujian (Steel & Torrie, 1995).

BAB IV
HASIL PENELITIAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian terhadap ekstrak daun Pandan wangi sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti* telah dilaksanakan pada tanggal 20-23 Juli 2008 di Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit (BBPPVRP) Salatiga. Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data banyaknya nyamuk yang hinggap pada tangan perlakuan dan tangan kontrol untuk setiap jamnya. Data tersebut dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Jumlah nyamuk yang hinggap pada tangan perlakuan dan tangan Kontrol

Perlakuan	Ulangan	Waktu pengujian									
		0 jam		1 jam		2 jam		3 jam		4 jam	
		P	K	P	K	P	K	P	K	P	K
100%	1	36	210	19	100	42	200	46	205	55	217
	2	17	102	24	139	33	161	36	171	37	160
	3	21	112	20	96	21	97	26	110	26	103
	4	27	132	27	128	30	122	35	131	43	148
	5	17	101	23	120	26	130	30	130	34	140
Rata-rata		23,6	131,4	22,6	116,6	30,4	142	34,6	149,4	39	153,6
80%	1	19	70	31	104	30	97	38	115	35	94
	2	25	95	25	88	28	87	35	99	39	98
	3	20	72	24	80	29	82	34	90	40	99
	4	22	78	29	94	30	91	45	126	43	111
	5	25	80	71	219	42	120	70	192	51	129
Rata-rata		22,2	79	36	117	31,8	95,4	44,4	124,4	41,6	106,2
60%	1	122	264	93	192	130	254	135	254	130	232
	2	88	194	78	168	70	144	93	182	130	235
	3	71	172	73	169	83	184	72	153	73	148
	4	89	205	61	134	58	124	53	109	49	93
	5	68	172	43	104	48	113	45	101	45	92
Rata-rata		87,6	201,4	69,6	153,4	77,8	163,8	79,6	159,8	85,4	160
40%	1	70	103	70	100	61	85	63	85	54	70
	2	140	205	118	170	184	259	193	260	76	101
	3	85	117	78	106	87	115	133	170	166	204
	4	133	192	137	189	130	177	113	148	125	157
	5	75	100	78	102	84	107	58	71	79	96
Rata-rata		100,6	143,4	96,2	133,4	109,2	148,6	112	146,8	100	125,6

20%	1	113	134	86	99	85	96	87	95	134	144
	2	75	91	77	92	76	89	75	87	107	120
	3	119	158	92	117	114	142	103	127	80	96
	4	59	70	84	98	139	159	130	145	124	137
	5	108	142	121	157	94	118	91	110	111	130
Rata-rata		94,8	119	92	112,6	101,6	120,8	97,2	112,8	111,2	125,4

Keterangan: P = Perlakuan; K = Kontrol

Data tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam rumus daya proteksi sehingga didapatkan nilai daya proteksi setiap jamnya. Nilai daya proteksi tersebut dapat dilihat pada tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi mulai jam ke-0 sampai jam ke-4

Perlakuan	Ulangan	Daya Proteksi (%)				
		0jam	1jam	2jam	3jam	4jam
100%	1	82,85714	81,00000	79,00000	77,56098	74,85438
	2	83,33333	82,73381	79,50311	78,94737	76,87500
	3	81,25000	79,16667	78,35052	76,36364	74,75728
	4	79,54545	78,90625	75,40984	73,28244	70,94595
	5	83,16832	80,83333	80,00000	76,92308	75,71429
Rata-rata		82,03085	80,52801	78,45269	76,61550	74,62938
80%	1	72,85714	70,19231	69,07217	66,95652	62,76596
	2	73,68421	71,59091	67,81609	64,64646	60,20408
	3	72,22222	70,00000	64,63415	62,22222	59,59596
	4	71,79487	69,14894	67,03297	64,28571	61,26126
	5	68,75000	67,57991	65,00000	63,54167	61,24031
Rata-rata		71,86169	69,70241	66,71107	64,33052	61,01351
60%	1	53,78788	51,56250	48,81890	46,85039	43,96552
	2	54,63918	53,57143	51,38889	48,90110	44,68085
	3	58,72093	56,80473	54,89130	52,94118	50,67568
	4	56,59537	54,47761	53,22581	51,37615	47,31183
	5	60,46512	58,65385	57,52212	55,44555	51,08696
Rata-rata		56,84170	55,01402	53,16940	51,10287	47,54419
40%	1	32,03884	30,00000	28,23529	25,88235	22,85714
	2	31,70732	30,58824	28,95753	25,76923	24,75248
	3	27,35043	26,41509	24,34783	21,76471	18,62745
	4	30,72917	27,51323	26,55367	23,64865	20,38217
	5	25,00000	23,52941	21,49533	18,30986	17,70833
Rata-rata		29,36515	27,60920	25,91793	23,07496	20,86551

20%	1	15,67164	13,13131	11,45833	8,42105	6,94444
	2	17,58241	16,30435	14,60674	13,79310	10,83333
	3	24,68354	21,36752	19,71831	18,89764	16,66667
	4	15,71429	14,28571	12,57862	10,34483	9,48905
	5	23,94366	22,92994	20,33898	17,27273	14,61539
Rata-rata		19,51911	17,60377	15,74020	13,74587	11,70978

B. Analisis Data

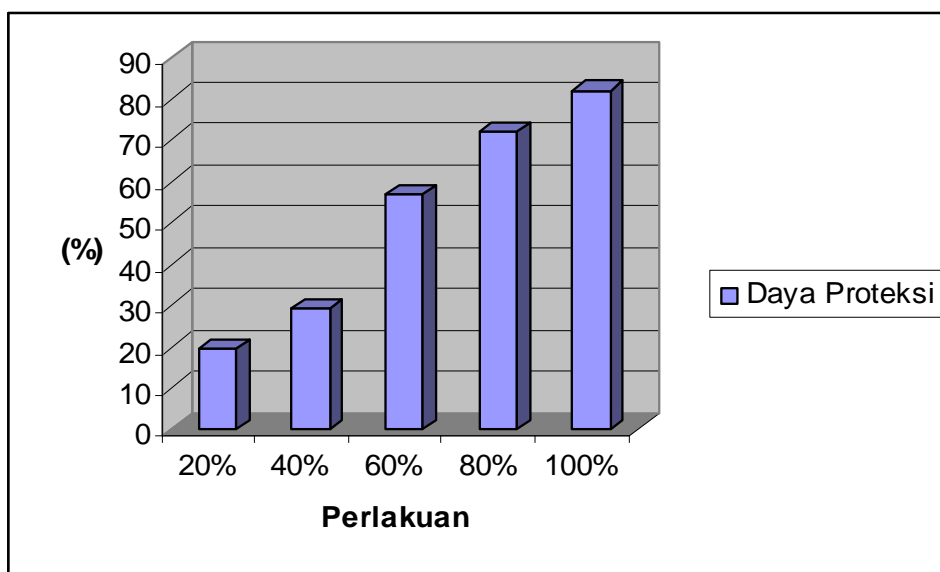
Nilai daya proteksi yang telah didapat tersebut dalam tabel 2 kemudian diolah secara statistik. Analisis statistik yang digunakan adalah uji Anava dua arah, untuk mengetahui perbedaan daya proteksi dalam kelompok perlakuan dan dalam setiap waktu pengujian, dan uji Duncan untuk mengetahui perbedaan yang nyata antar kelompok perlakuan pada setiap waktu pengujian. Analisis statistik tersebut dilakukan dengan menggunakan program *SPSS for Window Release 12.0*. Hasil analisis statistik tersebut dapat dilihat sebagai berikut ini.

Setelah dilakukan uji Anava dua arah, didapatkan perbedaan daya proteksi yang nyata pada kelompok perlakuan yang diujikan ($F_{hitung} > F_{tabel}$; $p < 0,05$), dan didapatkan perbedaan daya proteksi yang nyata pada setiap waktu pengujian ($F_{hitung} > F_{tabel}$; $p < 0,05$). Disamping itu didapatkan interaksi yang tidak bermakna antara perlakuan dan waktu pengujian terhadap daya proteksi ($F_{hitung} < F_{tabel}$; $p > 0,05$). Perhitungan uji Anava dua arah dengan program *SPSS for Window Release 12.0* dapat dilihat pada lampiran 1.

Hasil uji Duncan pada jam ke-0 dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-0 (dalam persen)

Perlakuan\Ulangan	1	2	3	4	5	Rata-rata
100%	82,85714	83,33333	81,25000	79,54545	83,16832	82,03085
80%	72,85714	73,68421	72,22222	71,79487	68,75000	71,86169
60%	53,78788	54,63918	58,72093	56,59537	60,46512	56,84170
40%	32,03884	31,70732	27,35043	30,72917	25,00000	29,36515
20%	15,67164	17,58241	24,68354	15,71429	23,94366	19,51911



Histogram 1. Daya proteksi rata-rata ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-0

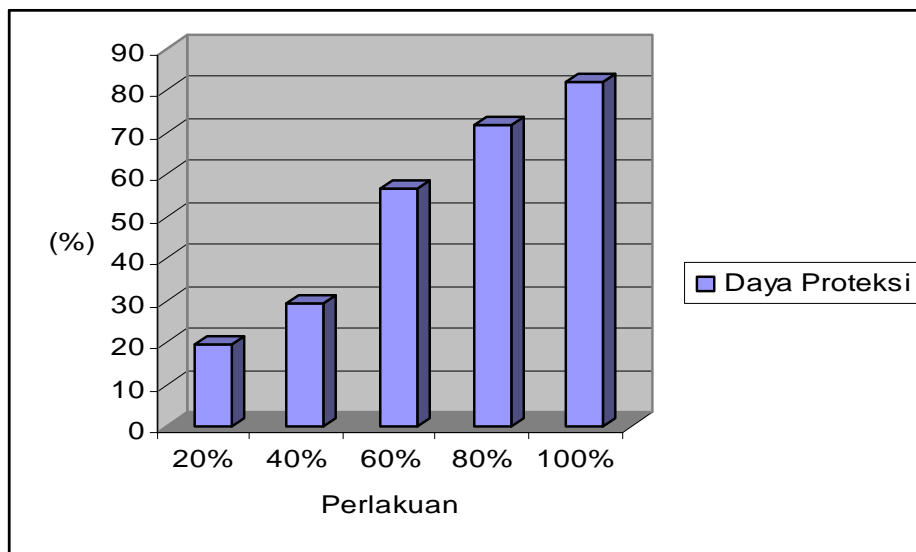
Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-0 ditunjukkan pada tabel 3 dan histogram 1, yang mana pengujian dilakukan langsung setelah pengolesan ekstrak daun Pandan wangi pada tangan probandus. Secara statistik terlihat perbedaan yang nyata antara konsentrasi 20% dengan konsentrasi 40%, 60%, 80% dan 100%. Demikian pula antara konsentrasi 40% dengan konsentrasi 20%, 60%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 60% dengan konsentrasi 20%, 40%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 80% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 100%; juga antara konsentrasi 100%

dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% masing-masing menunjukkan adanya perbedaan yang nyata (dapat dilihat pada lampiran 1). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi mempunyai kemampuan sebagai repelen yang berbeda. Pada histogram 1 tampak bahwa pada pengujian jam ke-0 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi akan semakin meningkat daya proteksinya. Namun pada masing-masing perlakuan bahkan pada konsentrasi 100%, daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi tidak ada yang mencapai 90%.

Hasil uji Duncan pada jam ke-1 dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-1 (dalam persen)

Perlakuan\ulangan	1	2	3	4	5	Rata-rata
100%	81,00000	82,73381	79,16667	78,90625	80,83333	80,52801
80%	70,19231	71,59091	70,00000	69,14894	67,57991	69,70241
60%	51,56250	53,57143	56,80473	54,47761	58,65385	55,01402
40%	30,00000	30,58824	26,41509	27,51323	23,52941	27,60920
20%	13,13131	16,30435	21,36752	14,28571	22,92994	17,60377



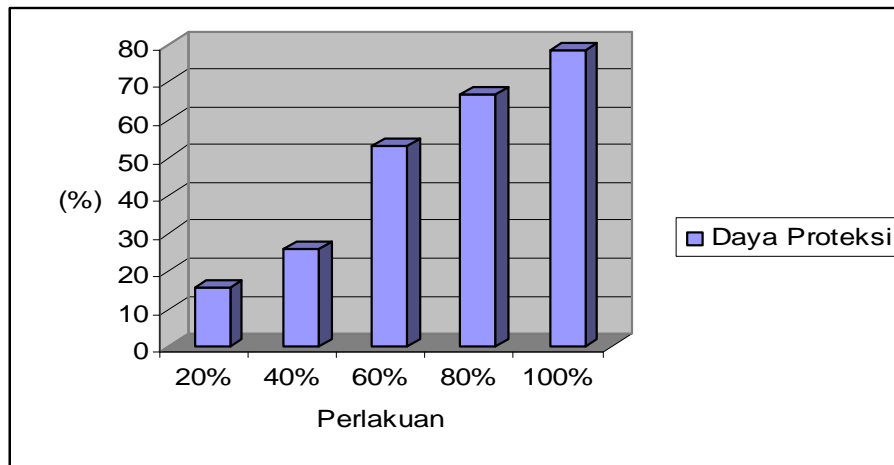
Histogram 2. Daya proteksi rata-rata ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-1

Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-1, yaitu pengujian yang dilakukan 1 jam setelah pengolesan ekstrak daun Pandan wangi pada tangan probandus, ditunjukkan pada tabel 4 dan histograf 2. Secara statistik terlihat perbedaan yang nyata antara konsentrasi 20% dengan konsentrasi 40%, 60%, 80% dan 100%. Demikian pula antara konsentrasi 40% dengan konsentrasi 20%, 60%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 60% dengan konsentrasi 20%, 40%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 80% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 100%; juga antara konsentrasi 100% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% masing-masing terlihat adanya perbedaan yang nyata (dapat dilihat pada lampiran 1). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi mempunyai kemampuan sebagai repelen yang berbeda. Pada histograf 2 tampak bahwa pada pengujian jam ke-1 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi akan semakin meningkat daya proteksinya. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi terhadap nyamuk *Aedes aegypti* pada jam ke-1 ini, pada masing-masing perlakuan juga tidak ada yang mencapai 90%. Daya proteksi tertinggi hanya 80,52801%, yaitu pada konsentrasi ekstrak daun Pandan wangi 100%.

Hasil uji Duncan pada jam ke-2 dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-2 (dalam persen)

Perlakuan\Ulangan	1	2	3	4	5	Rata-rata
100%	79,00000	79,50311	78,35052	75,40984	80,00000	78,45269
80%	69,07217	67,81609	64,63415	67,03297	65,00000	66,71107
60%	48,81890	51,38889	54,89130	53,22581	57,52212	53,16940
40%	28,23529	28,95753	24,34783	26,55367	21,49533	25,91793
20%	11,45833	14,60674	19,71831	12,57862	20,33898	15,74020



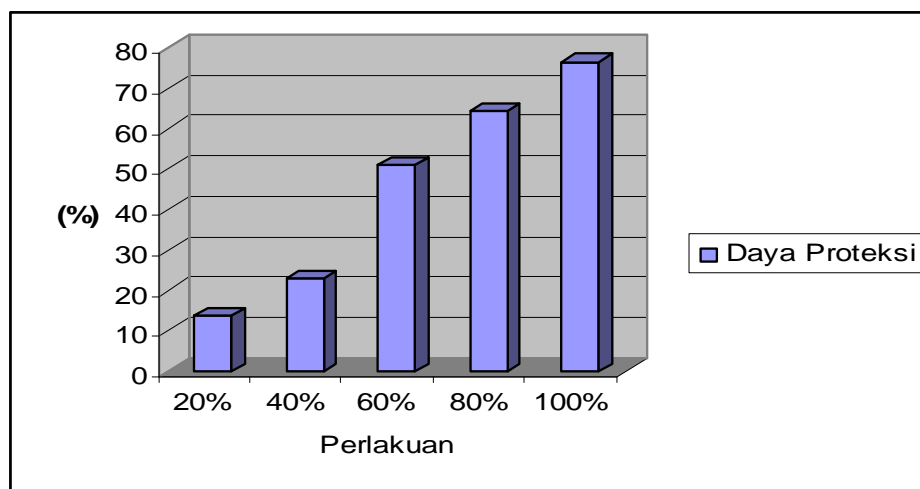
Histogram 3. Daya proteksi rata-rata ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-2

Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-2, yaitu pengujian yang dilakukan 2 jam setelah pengolesan ekstrak daun Pandan wangi pada tangan probandus, ditunjukkan pada tabel 5 dan histogram 3. Secara statistik terlihat perbedaan yang nyata antara konsentrasi 20% dengan konsentrasi 40%, 60%, 80% dan 100%. Demikian pula antara konsentrasi 40% dengan konsentrasi 20%, 60%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 60% dengan konsentrasi 20%, 40%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 80% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 100%; juga antara konsentrasi 100% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% masing-masing terlihat adanya perbedaan yang nyata (dapat dilihat pada lampiran 1). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi mempunyai kemampuan sebagai repelen yang berbeda. Pada histogram 3 tampak bahwa pada pengujian jam ke-2 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi juga semakin meningkat daya proteksinya. Pada pengujian jam ke-2 ini, daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi terhadap nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi 100% hanya 78,45269%.

Hasil uji Duncan pada jam ke-3 dapat dilihat pada tabel 6 berikut ini:

Tabel 6. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-3 (dalam persen)

Perlakuan\ Ulangan	1	2	3	4	5	Rata-rata
100%	77,56098	78,94737	76,36364	73,28244	76,92308	76,61550
80%	66,95652	64,64646	62,22222	64,28571	63,54167	64,33052
60%	46,85039	48,90110	52,94118	51,37615	55,44555	51,10287
40%	25,88235	25,76923	21,76471	23,64865	18,30986	23,07496
20%	8,42105	13,79310	18,89764	10,34483	17,27273	13,74587



Histogram 4. Daya proteksi rata-rata ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-3

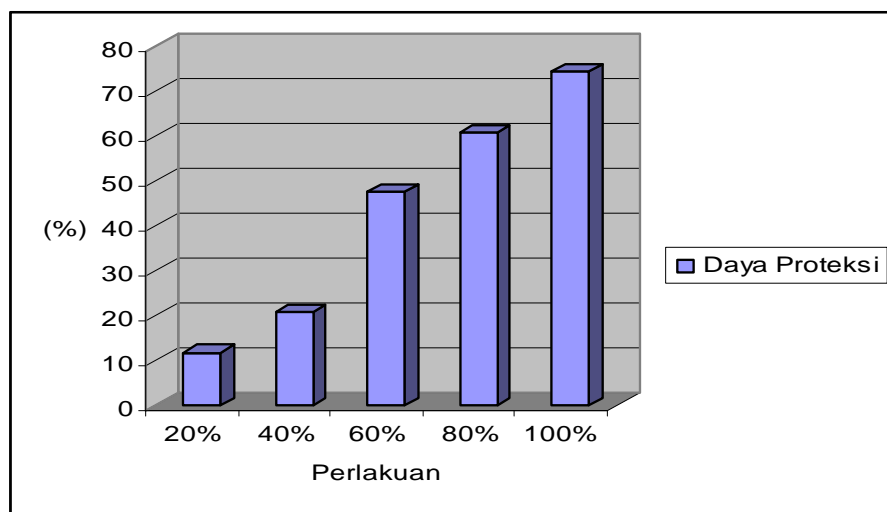
Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-3, yaitu pengujian yang dilakukan 3 jam setelah pengolesan ekstrak daun Pandan wangi pada tangan probandus, ditunjukkan pada tabel 6 dan histogram 4. Secara statistik terlihat perbedaan yang nyata antara konsentrasi 20% dengan konsentrasi 40%, 60%, 80% dan 100%. Demikian pula antara konsentrasi 40% dengan konsentrasi 20%, 60%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 60% dengan konsentrasi 20%, 40%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 80% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 100%; juga antara konsentrasi 100%

dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% masing-masing terlihat adanya perbedaan yang nyata secara statistik (dapat dilihat pada lampiran 1). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi mempunyai kemampuan sebagai repelen yang berbeda. Pada histogram 4 tampak bahwa pada pengujian jam ke-3 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi akan semakin meningkat daya proteksinya. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi terhadap nyamuk *Aedes aegypti* pada perlakuan jam ke-3 ini semakin menurun dibandingkan pengujian jam sebelumnya, yaitu tertinggi hanya 76,6155%.

Hasil uji Duncan pada jam ke-4 dapat dilihat pada tabel 7 berikut ini.

Tabel 7. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-4 (dalam persen)

Perlakuan\Ulangan	1	2	3	4	5	Rata-rata
100%	74,85438	76,87500	74,75728	70,94595	75,71429	74,62938
80%	62,76596	60,20408	59,59596	61,26126	61,24031	61,01351
60%	43,96552	44,68085	50,67568	47,31183	51,08696	47,54419
40%	22,85714	24,75248	18,62745	20,38217	17,70833	20,86551
20%	6,94444	10,83333	16,66667	9,48905	14,61539	11,70978



Histogram 5. Daya proteksi rata-rata ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-4

Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi pada jam ke-4, yaitu pengujian yang dilakukan 4 jam setelah pengolesan ekstrak daun Pandan wangi pada tangan probandus, ditunjukkan pada tabel 7 dan histogram 5 tersebut diatas. Secara statistik terlihat perbedaan yang nyata antara konsentrasi 20% dengan konsentrasi 40%, 60%, 80% dan 100%. Demikian pula antara konsentrasi 40% dengan konsentrasi 20%, 60%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 60% dengan konsentrasi 20%, 40%, 80% dan 100%; antara konsentrasi 80% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 100%; juga antara konsentrasi 100% dengan konsentrasi 20%, 40%, 60% dan 80% masing-masing menunjukkan adanya perbedaan yang nyata secara statistik (dapat dilihat pada lampiran 1). Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing konsentrasi mempunyai kemampuan sebagai repelen yang berbeda. Pada histogram 5 tampak bahwa pada pengujian jam ke-4 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi juga semakin meningkat daya proteksinya. Daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi terhadap nyamuk *Aedes aegypti* pada perlakuan jam ke-4 inipun semakin menurun dibandingkan pengujian jam sebelumnya. Daya proteksi tertinggi hanya 74,62938% yaitu pada konsentrasi 100%

BAB V

PEMBAHASAN

Hasil penghitungan daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi menunjukkan bahwa daya proteksi tertinggi adalah 82,03085%, yaitu pada konsentrasi 100% jam ke-0 pada tabel 2, dimana daya proteksinya menurun sampai 74,62938% selama 4 jam. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak daun Pandan wangi mempunyai potensi sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, meskipun daya proteksinya kurang dari 90%, dimana peraturan pemerintah melalui Komisi Pestisida Departemen Pertanian (1995) mensyaratkan bahwa suatu *lotion* anti nyamuk dapat dikatakan efektif apabila daya proteksinya paling sedikit 90% dan mampu bertahan sampai 6 jam (Agus, 2007). Hal ini memang berbeda apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Agus (2007), dimana pada penelitian Agus Kardinan daya proteksi tertinggi dari minyak atsiri Selasih adalah 79,7% pada konsentrasi 20%, selama 1 jam. Namun kedua tanaman tersebut sama-sama berpotensi sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

Dalam penelitian ini digunakan daun Pandan wangi karena mengandung alkaloida, saponin, flavonoida, tanin, polifenol, dan zat warna (Sugati dan Johnny, 1991; Rohmawati, 1995; Dalimartha, 1999; Ipteknet, 2005; Ning, 2007). Sedang menurut Novizan (2002), saponin terbukti dapat dipakai untuk mengendalikan jentik dan bentuk dewasa nyamuk *Aedes aegypti*, serta bersifat sebagai repelen sehingga mencegah gigitan nyamuk. Demikian juga menurut Rui dkk. (2002),

saponin dan tanin juga dapat bersifat sebagai pengusir serangga (repelen). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun Pandan wangi mempunyai potensi sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, meskipun daya proteksinya kurang dari 90%. Hal ini mungkin karena kondisi laboratorium tempat penelitian (di antaranya suhu dan kelembaban ruangan) di mana peneliti melakukan penelitian berbeda dengan kondisi laboratorium peneliti-peneliti tersebut diatas, atau mungkin karena cara ekstraksi daun Pandan wangi dengan metode sohxletasi, di mana larutan dipanaskan terus menerus, sehingga zat aktif pada daun Pandan wangi rusak karena tidak tahan panas. Atau ada kemungkinan serbuk daun Pandan wangi yang diekstraksi kurang banyak sehingga kandungan zat aktif yang terekstraksi juga kurang (untuk itu dibutuhkan serbuk daun Pandan wangi lebih dari 100 gram).

Penelitian yang dilakukan oleh Saut (2003), membuktikan bahwa ekstrak daun Pandan wangi dengan pelarut metanol memberikan pengaruh repelen yang kuat terhadap *Periplaneta americana* pada konsentrasi 1% dan cenderung stabil hingga 24 jam. Namun dalam penelitian ini sebagai larutan penyari tidak digunakan metanol karena disamping beracun, uapnya juga berbahaya dan dapat menimbulkan kebutaan. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan etanol 70%, karena netral, tidak beracun, dapat bercampur dengan air, mudah mengabsorpsi, dan tidak mudah ditumbuhi oleh mikroba maupun jamur.

Meskipun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan ekstrak daun Pandan wangi sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti* masih di bawah standar Nasional yang diberlakukan untuk *lotion* anti nyamuk berbahan

aktif bahan kimia sintetis seperti DEET, namun setelah dilakukan analisis statistik menggunakan uji Anava dua arah untuk mengetahui perbedaan daya proteksi dalam kelompok perlakuan dan dalam setiap waktu pengujian, didapatkan perbedaan daya proteksi yang nyata pada kelompok perlakuan yang diujikan ($F_{hitung} > F_{tabel}$; $p < 0,05$), dan didapatkan perbedaan daya proteksi yang nyata pada setiap waktu pengujian ($F_{hitung} > F_{tabel}$; $p < 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa daya proteksi ekstrak daun Pandan wangi dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak daun Pandan wangi dan waktu pengujian. Namun didapatkan interaksi yang tidak bermakna antara perlakuan dan waktu pengujian terhadap daya proteksi ($F_{hitung} < F_{tabel}$; $p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara konsentrasi ekstrak daun Pandan wangi dengan waktu pengamatan dalam mempengaruhi daya proteksi. Setelah dilanjutkan dengan uji Duncan dengan tingkat kemaknaan 0,05 ($\alpha = 0,05$), ternyata ada perbedaan yang nyata antar kelompok perlakuan (antara masing-masing konsentrasi ekstrak daun Pandan wangi) pada setiap waktu pengujian, baik pada jam ke-0, jam ke-1, ke-2, ke-3 maupun jam ke-4.

BAB VI

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Ekstrak daun Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) dapat dimanfaatkan sebagai repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*, walaupun daya proteksinya masih di bawah standar Nasional yang diberlakukan untuk *lotion* anti nyamuk berbahan aktif bahan kimia sintetis seperti DEET.
2. Daya proteksinya tertinggi adalah 82,03085%, yaitu pada konsentrasi 100% jam ke-0. Kemudian daya proteksinya menurun sampai 74,62938% setelah 4 jam.

B. Saran

Penelitian terhadap daun Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) sebagai bahan repelen alami perlu dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan pelarut/penyari yang berbeda, atau dengan metode ekstraksi yang lain, mengingat dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan bahan kimia sintetis beracun terhadap kesehatan manusia .

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, 2003. *Cegah Demam Berdarah dan Chikungunya*. PR Cyber Media (artikel). 23-3-2003.
- Agus Kardinan, 2005. *Tanaman pengusir dan pembasmi nyamuk*. AgroMedia Pustaka, Depok. Hal: 1-6; 21-33.
- Agus Kardinan, 2007. Potensi Selasih sebagai *Repellent* terhadap Nyamuk *Aedes aegypti*. *Jurnal LITTRI* Vol.13 No.2: 39-42.
- Belohertown, 2000. *WNV Fact sheet with references*. www.belohertown.org/departement/westNileVirusEncephalitis.htm.15k
- Borror, D.J., Triplehorn, C.A., Johnson, N.F. 1996. *Pengenalan pelajaran serangga*. Edisi keenam. Terjemahan. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta. Hal: 670-671.
- Brown, H.W. 1983. *Dasar Parasitologi Klinis*. Penerbit PT Gramedia, Jakarta. Hal: 419-426.
- Cavalcanti, E.S.B., de Moraes, S.M., Lima A.M.A., Santana E.W.P. 2004. Larvicidal Activity of essential oils from Brazilian Plants against *Aedes aegypti* L. <http://www.scielo.br/pdf/mioc/v99n5/v99n5a15.pdf> (27 Februari 2007)
- Dalimartha, S. 1999. Atlas Tumbuhan Obat Indonesia. Jilid 1, Trubus Agriwidya, Bogor.
- Departemen Kesehatan R.I. 2004a. *Datangnya Musim Hujan Pada Oktober 2004 Kasus DBD Meningkat Di Seluruh Wilayah Indonesia*, January 17, 2005. <http://www.depkes.go.id>
- Departemen Kesehatan R.I. 2004b. *Menkes: Bangunan Terbengkalai Menjadi Penyebab DBD*, January 17, 2005. <http://www.depkes.go.id>
- Departemen Kesehatan R.I. 2004c. *Warga diingatkan lagi Waspada Demam Berdarah*, January 17, 2005. <http://www.depkes.go.id>
- Dewi Susana, A. Rahman dan Eram Tunggul Pamenang. 1999. Potensi Daun Pandan wangi untuk Membunuh Larva *Aedes aegypti*. *Jurnal Ekologi Kesehatan* Vol.2 No.2: 228-231.

- Fradin, M. S. 1998. *Mosquitoes and Mosquito Repellents A Clinician' Guide*, January 17, 2005. <http://www.annals.org>.
- Fradin, M.S. 2005. *Insect Repellents*, January 17, 2005. <http://www.emedicine.com>.
- Gunandini, D.J. 2006. Bioekologi dan Pengendalian Nyamuk Sebagai Vektor Penyakit. Pros. Sem. Nas. Pestisida Nabati III. Balitro. Hal.: 43-48.
- Handrawan Nadesul. 2005. *100 Pertanyaan + Jawaban Demam Berdarah*. Kompas, Jakarta. Hal: 33-35.
- Hindra I. Satari, Mila Meiliasari. 2005. *Demam berdarah Perawatan di Rumah & Rumah Sakit + Menu*. Puspa Swara, Jakarta. Hal: 2-6.
- Ipteknet. 2005. *Tanaman Obat Indonesia*. BPPT, Jakarta. (27 Februari 2007).
- Komisi Pestisida Departemen Pertanian. 1995. Metode Standar Pengujian Efikasi Pestisida. Departemen Pertanian. Jakarta. I-HL 4/9-95.
- Mahardika Agus Wijayanti, Budi Mulyaningsih .1997. Efek Ekstrak Akar *Andropogon zizanioides* urban sebagai Repelen terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Berkala Ilmu Kedokteran* Vol.29 No. 3: 111-114.
- Massachusetts Dept of Public Health. 1991. *EE Fact Sheet*. January 17, 2005. www.Malpole.ma.us/h.mosquito.htm.
- Martini, Ludfi Santoso, Windadari Murni H. 2004. Efektifitas Daya Tolak (*Repellent*) Berbagai Jenis Daun Jeruk (*Citrus sp.*) dari Kontak Nyamuk *Aedes aegypti*. *M Med Indonesiana* Vol. 39 No. 2: 65-69.
- Mullen, G., Durden, L. 2002. *Medical and Veterinary Entomology*. Academic Press. Amsterdam – Boston – London – New York – Oxford – Paris – San Diego – San Francisco – Singapore – Sydney – Tokyo. Pp: 203-233.
- Nasci, R. S., Miller, B. R. 1996. *Culicine Mosquitoes and The Agents They Transmit*. In: Beaty Barry, J., Marquardt William, C. *The Biology of Disease Vectors*. University press of Colorado, Colorado. Pp: 85-96.
- Ning Harmanto. 2007. *Pandan wangi*. Ningharmanto.com. (2 Juli 2007).
- Novizan. 2002. *Membuat dan Memanfaatkan Pestisida Ramah Lingkungan*. AgroMedia Pustaka, Jakarta.

- PDPERSI (Pusat Data & Informasi Perhimpunan Rumah Sakit Seluruh Indonesia). 2003. *Pandan wangi* (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). PDPERSI.CO.ID. Jakarta. (2 Juli 2007).
- PROSEA (Plant Resources of South-East Asia). 1999. Spices: *Pandanus amaryllifolius* Roxb. In: de guzma C C and Siemonsma J S (editors). Bogor. P: 13.
- Putut Djokopitojo. 1988. *Jangka Waktu Efektif Pemakaian 1% S.G. Abate dengan Kadar 1 mg/L Terhadap Aedes aegypti Pada Empat Macam Penampungan Air di Laboratorium*. Prosiding Seminar Parasitologi Nasional V Ciawi, Bogor. 20-22 Agustus 1988. Hal: 673-691.
- Renganathan E., Parks W., Lloyd L., Nathan M.B., Hosein E., Odugleh A., Clark G.G., Gubler D.J., Prasittisuk C., Palmer K. and San Martín J.L. 2003. Toward Sustaining Behavioural Impact in Dengue Prevention and Control. *Dengue Bulletin*. 27: 6-13.
- Rohmawati Eni. 2003. Skrining Kandungan Kimia Daun Pandan serta Isolasi dan Identifikasi Alkaloidnya. Fakultas Farmasi. Universitas Gadjah Mada.
- Rui X., B. Donald and A. Arshad. 2003. Laboratory evaluation of eighteen repellent compounds as oviposition deterrents of *Aedes albopictus* and as larvacides of *Aedes aegypti*, *Anopheles quadrimaculatus* and *Culex quinquefasciatus*. Agriculture Research Service, United States Department of Agriculture. 2pp.
- Russell, R.C. 1996. *Aedes aegypti*. <http://medent.usyd.edu.au> (27 Februari 2007).
- Rutledge, C.R., Day, J.F. 2005. *Mosquito Repellents*. <http://edis.ifas.ufl.edu> (27 Februari 2007).
- Saleha Sungkar. 2005. Bionomik *Aedes aegypti*, Vektor Demam Berdarah Dengue. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 55(4): 384-389.
- Saskia Ibrahim. 2003. *Klinik Keluarga Terapi Demam*. Penerbit Progres, Jakarta. Hal: 1-7.
- Satni Eka Putra. 1995. *Nyamuk Aedes aegypti*, Bahaya dan Pengendaliannya. Universitas Andalas Padang. Hal: 7-29.

- Saut Matio Manik. 2003. *Repelensi Beberapa Ekstrak Tanaman Terhadap Periplanetta americana L. (Dictyoptera: Blattidae)*. Jurusan Hama Dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Hal: 14, 21-22.
- Soedarmono, S.S.P. 1988. Demam Berdarah (Dengue) Pada Anak. Universitas Indonesia Press. Jakarta. Hal: 20-24
- Soedarto. 1992. *Entomologi Kedokteran*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta. Hal: 59-61, 102.
- Srisasi Gandahusada, Herry D. Ilahude, Wita Pribadi. 1998. *Parasitologi Kedokteran*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Jakarta. Hal: 235-237, 245.
- Steel, R.G.D., Torrie, J.H. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistik: Suatu Pendekatan Biometrik*. Penerbit P.T. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. Hal: 168-215.
- Sugati, S. dan Johnny, R.H. 1991. *Inventaris Tanaman Obat Indonesia*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kesehatan R.I. Jakarta.
- Sumarmo Sunaryo Poorwo Soedarmono. 1988. *Demam Berdarah (Dengue) pada Anak (Desertasi)*. UI Press, Jakarta. Hal: 18-26.
- Sumarmo Poorwo Soedarmono. 2002. *Infeksi Virus Dengue*. Dalam: Sumarmo S. Poorwo Soedarmono, Herry Garna, Sri Rezeki S. Hadinegoro. Buku Ajar Ilmu Kesehatan Anak, Infeksi dan Penyakit Tropis. Edisi Pertama. Ikatan Dokter Anak Indonesia. Jakarta. Hal: 176-208.
- WHO. 1997. *Vector Control: Methods for Use by Individuals and Communities*. Geneva. p: 1-65
- WHO. 2004. *Panduan Lengkap Pencegahan dan Pengendalian Dengue dan Demam Berdarah*. EGC. Jakarta.
- Wikipedia. 2007. *Pandanus amaryllifolius*. http://id.wikipedia.org/wiki/Pandan_wangi (27 Februari 2007).