

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Daun Pandan Wangi

Indonesia sebagai negara tropis memiliki beraneka tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia. Masyarakat Indonesia sejak jaman dahulu telah mengenal dan memanfaatkan tanaman yang mempunyai khasiat obat atau menyembuhkan penyakit. Tanaman tersebut dikenal dengan sebutan tanaman obat tradisional atau obat herbal. Salah satu tanaman tersebut adalah daun pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) (Dalimartha, 2009).



Gambar 1. Daun Pandan Wangi (Sumber: Koleksi Pribadi)

1. Klasifikasi Daun Pandan Wangi

Klasifikasi Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) menurut Van steenis (1997) adalah sebagai berikut:

Regnum	: Plantae
Divisio	: Spermatophyta
Classis	: Monocotyledonae
Ordo	: Pandanales
Familia	: Pandanaceae
Genus	: <i>Pandanus</i>
Species	: <i>Pandanus amaryllifolius</i> Roxb.

2. Morfologi Daun Pandan wangi

Pandan wangi (*Pandanus amaryllifolius*) atau biasa disebut pandan saja adalah jenis tanaman monokotil dari famili *Pandanaceae*. Daunnya merupakan komponen penting dalam tradisi masakan Indonesia dan negara-negara Asia Tenggara lainnya. Di beberapa daerah, tanaman ini dikenal dengan berbagai nama antara lain: Pandan Rampe, Pandan Wangi (Jawa); Seuke Bangu, Pandan Jau, Pandan Bebau, Pandan Rempai (Sumatera); Pondang, Pondan, Ponda, Pondago (Sulawesi); Kelamoni, Haomoni, Kekermioni, Ormon Foni, Pondak, Pondaki, Pudaka (Maluku); Pandan Arrum (Bali), Bonak (Nusa Tenggara) (Rohmawati, 1995). Pandan wangi merupakan tanaman perdu, tingginya sekitar 1- 2 m. Tanaman ini mudah dijumpai di pekarangan atau tumbuh liar di tepi-tepi selokan yang teduh.

Batangnya bercabang, menjalar, pada pangkal keluar akar tunjang. Daun pandan wangi berwarna hijau, diujung daun berduri kecil, kalau diremas daun ini berbau wangi. Daun tunggal, dengan pangkal memeluk batang, tersusun berbaris tiga dalam garis spiral. Helai daun tipis, licin, ujung runcing, tepi rata, bertulang sejajar, panjang 40-80 cm, lebar 3-5 cm, dan berduri tempel pada ibu tulang daun permukaan bawah bagian ujung-ujungnya. Beberapa varietas memiliki tepi daun yang bergerigi (Dalimartha, 2009).

3. Penyebaran

Tumbuhan pandan wangi dapat dijumpai di daerah tropis dan banyak ditanam di halaman, di kebun dan di pekarangan rumah atau tumbuh liar di tepi-tepi selokan yang teduh. Selain itu, tumbuhan ini dapat tumbuh liar di tepi sungai, rawa dan tempat-tempat lain yang tanahnya agak lembab dan dapat tumbuh subur dari daerah pantai sampai daerah ketinggian 500 m dpl (di atas permukaan laut) (Dalimartha, 2009).

4. Kandungan Daun Pandan Wangi

Pandan wangi memiliki aroma yang khas pada daunnya. Komponen aroma dasar dari daun pandan wangi itu berasal dari senyawa kimia 2-acetyl-1-pyrroline (ACPY) yang terdapat juga pada tanaman jasmin, hanya saja konsentrasi ACPY pada pandan wangi lebih tinggi dibandingkan dengan jasmin (Cheetangdee, 2006).

Daun pandan mempunyai kandungan kimia antara lain *alkaloida*, *saponin*, *flavonoida*, *tanin*, *polifenol*, dan zat warna. Pandan wangi merupakan salah satu tanaman yang potensial untuk menghasilkan minyak atsiri (Rohmawati E., 1995). Minyak atsiri juga ditemukan sebagai produk metabolit sekunder (Buchbauer, 2010).

- a) *Alkaloid* merupakan senyawa organik detoksikan yang menetralkan racun-racun di dalam tubuh.
- b) *Saponin* merupakan senyawa antibakteri dan antivirus. Senyawa ini meningkatkan sistem kekebalan tubuh, mengurangi kadar gula darah, dan mengurangi penggumpalan darah.
- c) *Flavonoid* merupakan suatu antioksidan alam dengan aktivitas biologis, antara lain menghambat berbagai reaksi oksidasi, bertindak sebagai pereduksi radikal hidroksil, superoksida dan radikal peroksil.
- d) Minyak Atsiri adalah senyawa khas tumbuhan tetapi tidak semua tumbuhan menghasilkan minyak atsiri. Minyak atsiri hanya ditemukan pada tumbuhan yang memiliki sel glandula (Wijayakusuma, 2008; Buchbauer, 2010).

Minyak atsiri atau minyak esensial adalah jenis minyak berasal dari bahan nabati yang mudah menguap tanpa mengalami penguraian dan memiliki bau khas. Minyak atsiri tidak berwarna, tetapi dapat berubah menjadi gelap karena proses oksidasi dan penderaman. Kemampuan daya tahan minyak atsiri cukup lama namun akan teroksidasi menjadi resin apabila terpapar cahaya dan udara. Minyak atsiri dapat disuling dari sumber alami

tumbuh karena tidak disusun oleh ester gliserol asam lemak (Astuthi dkk., 2012).

Minyak atsiri hampir ditemukan di seluruh bagian tumbuhan. Minyak ini dibentuk di *Oil cells*. Ada 2 tipe *Oil cells* yaitu *Superficial cells* dan *Cells embedded in plant tissue*. Lokasi *Superficial cells* dilapisan permukaan misalnya kelenjar rambut, sedangkan *Cells embedded in plant tissue* terletak di *Intercellular space* (Buchbauer, 2010).

Aroma tumbuhan bergantung pada komposisi dan susunan senyawa kimia minyak atsiri. Minyak atsiri terdiri dari campuran senyawa kimia yang rumit. Hampir tiap jenis senyawa organik dapat ditemukan di dalamnya (*hydrocarbon, alkohol, keton, aldehyd, eter, ester* dan lainnya). Hanya sedikit yang mempunyai komponen tunggal (Buchbauer, 2010).

Minyak atsiri terdiri dari campuran unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O). Kandungan kimia minyak atsiri terbagi dalam dua golongan besar yaitu:

- a) *Terpenoidhydrocarbon*, terbentuk dari unsur Karbon (C) dan Hidrogen (H) melalui biosintesis *asetat mevalonat*.
- b) Senyawa aromatis, terdiri dari unsur Karbon (C), Hidrogen (H) dan Oksigen (O) melalui biosintesis *sikimat fenil propanoat*. Contoh senyawa ini adalah *alkohol, keton, ester, eter, dan fenol* (Ketaren, 2005).

Bahan utama minyak atsiri adalah terpenoid yang terdapat pada fraksi atsiri tersuling uap. Zat ini menyebabkan bau khas tumbuhan (Ketaren, 2005).

Senyawa terpenoid memiliki aktifitas *repellent* ampuh dengan penggunaan monoterpen, yaitu *alpha pinen*, *cineol*, *eugenol*, *limonene*, *terpinolen*, *citronellol*, *citronellal*, *champor*, dan *timol* (Nerio and Stashenko, 2010). Minyak atsiri yang diisolasi dari tumbuhan dijadikan sebagai *repellent* bagi jenis *arthropoda haematophagous* (Ramirez, 2012).

Senyawa-senyawa kimia minyak atsiri tumbuhan terbukti mempengaruhi aktivitas lokomotor. Komponen aroma minyak atsiri berinteraksi cepat dengan sistem syaraf pusat dan langsung merangsang pada sistem *olfactory*, kemudian akan menstimulasi syaraf-syaraf otak dibawah keseimbangan korteks serebral (Buchbauer, 2010).

Aktivitas lokomotor merupakan aktivitas gerak sebagai akibat adanya perubahan aktivitas listrik yang disebabkan oleh perubahan permeabilitas membran pascasinaptik dan pelepasan transmitter oleh neuron prasinaptik pada sistem syaraf pusat (Goodman and Gilman, 2006).

Saponin dan *terpenoid* dapat dijadikan sebagai *repellent*. Minyak atsiri memiliki kandungan golongan terpenoid, hidrokarbon dan senyawa aromatik. Golongan terpenoid mengandung zat yang berfungsi sebagai *repellent* diantaranya adalah *cineol*, *eugenol*, *limonene*, *terpinolen*, *citronellol*, *champor*, dan *timol* (Nerio and Stashenko, 2010; Maia *et. al.*, 2011).

5. Ekstrak

Ekstrak adalah sediaan kering, kental atau cair yang diperoleh dengan mengekstraksi senyawa aktif dari simplisia nabati ataupun hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian pelarut diuapkan dan massa yang tersisa diperlakukan sedemikian hingga memenuhi baku yang telah ditetapkan (Depkes RI, 2000).

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak dapat larut dengan pelarut cair. Pembuatan ekstrak memiliki beberapa tahapan (Depkes RI, 2000).

a) Pembuatan serbuk simplisia

Simplisia dibentuk menjadi serbuk agar proses pembasahan dapat merata dan difusi zat aktif meningkat.

b) Cairan pelarut

Pelarut digunakan untuk memisahkan zat aktif. Ethanol merupakan pelarut yang baik digunakan secara universal. Pelarut dipilih selektif tergantung pada zat aktif yang diharapkan. Ethanol dapat melarutkan zat dari tanaman tanpa merusak bagian dari tanaman tersebut.

c) Pemisahan dan pemurnian

Tahapan memisahkan zat aktif yang diharapkan sehingga mendapatkan ekstrak murni.

d) Pengeringan ekstrak

Pengeringan ekstrak bertujuan untuk menghilangkan pelarut dari bahan sehingga menghasilkan massa kering rapuh.

e) Rendemen

Rendemen adalah perbandingan antara ekstrak yang diperoleh dengan simplisia awal.

Metode ekstraksi secara maserasi merupakan metode pemisahan zat aktif secara pengadukan dan penyaringan. Metode maserasi digunakan untuk membuat ekstrak tumbuhan. Cairan pelarut masuk ke dalam sel menciptakan perbedaan konsentrasi antara larutan di dalam dan di luar sel. Larutan konsentrasi rendah berada di dalam sel sedangkan larutan konsentrasi tinggi terdesak keluar sel (Depkes RI, 2000).

B. *Aedes aegypti*

Aedes aegypti merupakan vektor nyamuk utama pembawa virus dengue. Nyamuk ini hidup berdampingan dengan manusia dalam satu tempat tinggal (CDC, 2012). Kedudukan nyamuk *Aedes aegypti* dalam klasifikasi hewan sebagai berikut:

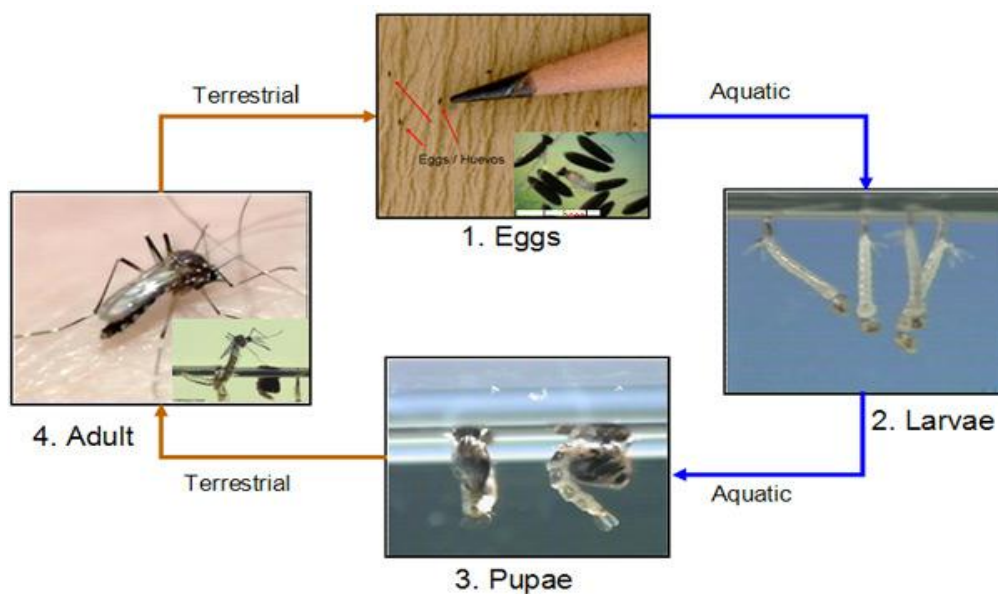
Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Diptera
Family : Culicidae
Genus : Aedes
Spesies : *Aedes aegypti* Linn. (Universal Taxonomic Services, 2012)

Nyamuk *Aedes aegypti* merupakan spesies nyamuk tropis dan subtropis berada diantara garis lintang 35°U dan 35°S (Gambar 2). *Aedes aegypti* tidak dapat ditemukan di ketinggian lebih dari 1000m dpl (di atas permukaan laut) (Hasan, 2006).



Gambar 2. Nyamuk dewasa *Aedes aegypti* (Landcare Research, 2013).

Penemuan *Aedes aegypti* pertama di Indonesia yaitu tahun 1860 kemudian menyebar luas ke Jawa, Bali, Sumatera, Kalimantan, Maluku, Nusa Tenggara dan Irian Jaya. Penyebaran *Aedes aegypti* berkaitan dengan perkembangan transportasi dan pemukiman penduduk (Christophers, 1960; Marisa, 2007).



Gambar 3. Siklus perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* (CDC, 2012).

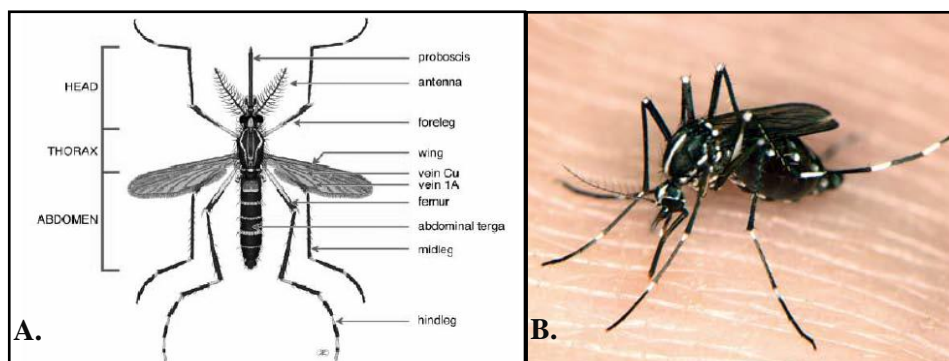
1. Siklus Hidup

Aedes aegypti memiliki siklus hidup sempurna dimulai dari telur, larva, pupa dan nyamuk dewasa (gambar 3). Perkembangan dari telur menjadi nyamuk dewasa membutuhkan waktu 9-10 hari (CDC, 2012).

2. Stadium Nyamuk Dewasa

Ukuran nyamuk betina lebih besar dibandingkan nyamuk jantan (Gillot, 2005). Nyamuk jantan muncul satu hari sebelum nyamuk betina dan makan sari tumbuhan. Nyamuk betina menetas dan makan sari tumbuhan untuk mengisi tenaga, kemudian kawin dan menghisap darah manusia (Hu, 2012).

Aedes aegypti adalah nyamuk berwarna hitam dengan *lyre* putih (CDC, 2012). *Lyre* terletak di bagian dorsal, bentuk *lyre* khas seperti huruf U yakni 2 garis sejajar di bagian tengah dan 2 garis lengkung di tepinya (Gambar 4) (Gillot, 2005).

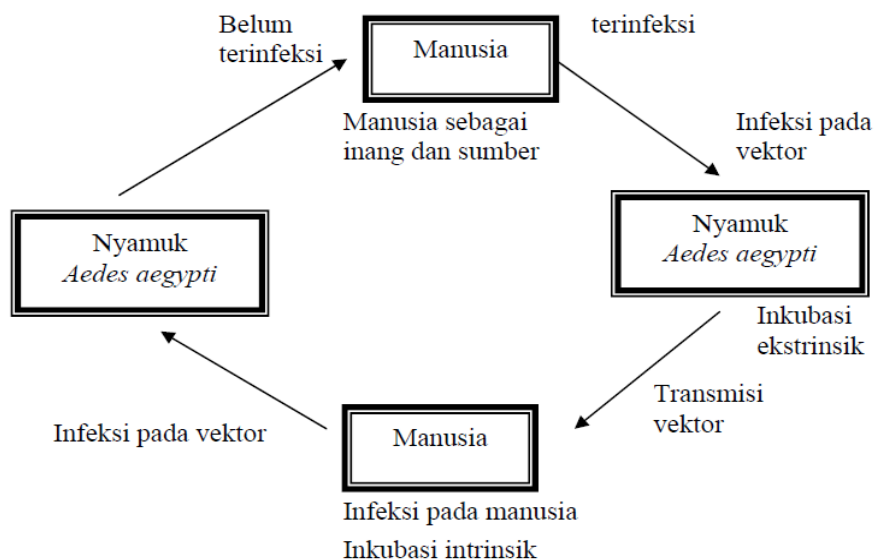


Gambar 4.(A) Anatomi *Aedes aegypti* dewasa (Rueda, 2004); (B) *Aedes aegypti* (Hu, 2012).

Toraks terdiri dari kaki dan sayap. Kaki *Aedes aegypti* berwarna hitam dengan pita putih dan berjumlah 3 pasang, yaitu sepasang kaki depan, kaki tengah dan kaki belakang. Sayap mempunyai sisi yang simetris. Bagian abdomen terdiri dari 8 segmen, berbentuk silinder dengan warna agak gelap dan pangkal segmen berwarna cerah (Hasan, 2006).

3. *Aedes aegypti* sebagai Vektor Penyakit DBD

Aedes aegypti merupakan vektor virus dengue penyebab penyakit DBD. *Aedes aegypti* yang telah terinfeksi *dengue* akan terus menularkan penyakit (Marissa, 2007). Siklus transmisi memiliki beberapa komponen yang saling berhubungan antara inang vertebrata dan inang antropoda (Gambar 5). Inang vertebrata meningkatkan infeksi vektor dan inang antropoda melakukan transmisi. Akhirnya inang vertebrata terinfeksi setelah digigit vektor (Mullen, 2002).



Gambar 5. Infeksi virus dengue melalui vektor nyamuk *Aedes aegypti* (Mullen, 2002).

DBD pertama kali ditemukan di kota Surabaya dengan CFR 41,3%. Sejak saat itu terjadi peningkatan jumlah kasus DBD dari 58 menjadi 158.912 kasus pada tahun 2009 (Pusat Data dan Surveilans Epidemiologi, 2010).

4. Pengendalian Vektor

Pengendalian vektor adalah semua usaha untuk menekan populasi vektor pada tingkat yang tidak membahayakan kesehatan masyarakat (Simanjutak, 2008). Secara garis besar ada 4 cara pengendalian vektor yaitu dengan menggunakan senyawa kimia, cara biologi, radiasi dan mekanik/pengelolaan lingkungan (Soegijanto, 2006).

a. Pengendalian vektor menggunakan senyawa kimia

Pengendalian menggunakan senyawa kimia untuk membunuh nyamuk (insektisida), membunuh jentik (larvasida) dan menghalau nyamuk (*repellent*). Senyawa kimia yang dapat digunakan sebagai berikut:

a) Senyawa kimia nabati

Senyawa kimia dengan bahan aktif berasal dari tumbuh-tumbuhan dan bersifat racun bagi organisme pengganggu. Kelompok metabolit sekunder yang mengandung senyawa bioaktif misalnya *alkaloid, terpenoid* dan *fenolik* (Sarjan, 2007).

Insektisida nabati hanya meninggalkan sedikit residu pada komponen lingkungan sehingga lebih aman daripada insektisida kimia. Selain itu, cepat terurai di alam sehingga tidak menimbulkan resistensi pada sasaran (Naria, 2005).

b) Senyawa kimia non-nabati

Senyawa kimia non-nabati yaitu berupa derivat minyak bumi seperti minyak tanah dan minyak pelumas. Minyak dituangkan di atas permukaan air menghasilkan lapisan tipis yang menghambat pernapasan larva nyamuk (Wahyuni, 2005).

c) Senyawa kimia sintetis

Senyawa kimia sintetis bersumber dari bahan dasar minyak bumi dengan perubahan struktur untuk memperoleh sifat tertentu. Senyawa ini berasal dari golongan *organo chlorine*, *organo phosphate*, dan *carbomat* (Wahyuni, 2005).

b. Pengendalian vektor dengan cara biologi

Pengendalian biologi menggunakan kelompok hidup dari mikroorganisme, hewan invertebrata atau hewan vertebrata. Contohnya ikan kepala timah (*Panchax panchax*), ikan gabus (*Gambusia affinis*) adalah pemangsa cocok larva nyamuk (Soegijanto, 2006).

c. Pengendalian vektor dengan cara radiasi

Pengendalian vektor secara radiasi adalah penyinaran bahan radioaktif (Sinar X, sinar gamma atau neutron) dengan dosis tertentu agar nyamuk menjadi infertil. Nyamuk jantan yang telah diradiasi akan dilepaskan ke alam bebas dan tidak akan dapat menghasilkan telur yang fertil. Pelepasan serangga jantan mandul terus menerus menekan perkembangan populasi (Nurhayati,2005; Soegijanto,2006).

Proses radiasi dapat dilakukan pada semua stadium namun stadium pupa memiliki tingkat keberhasilan tinggi karena berlangsungnya proses transformasi organ muda menjadi organ dewasa (Nurhayati, 2005).

d. Pengendalian vektor dengan cara mekanik

Pengendalian cara mekanik adalah upaya untuk membuat keadaan lingkungan menjadi tidak sesuai bagi perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* yaitu modifikasi lingkungan secara permanen agar tempat perindukan nyamuk tidak tersedia (Marisa, 2007). Kegiatan ini di Indonesia dikenal sebagai Pengendalian Sarang Nyamuk 3M+ yang berarti menutup, menguras, menimbun dan memantau (Depkes RI, 2004).

Pencegahan personal terhadap *Aedes aegypti* berupa memakai baju lengan panjang, celana panjang, kaus kaki dan *repellent* pada kulit yang terpajan dengan dunia luar (CDC, 2012).

C. *Repellent*

Repellent adalah bahan kimia menjauhkan serangga dari manusia sehingga dapat menghindari gangguan dari serangga. Penggunaan *repellent* dengan cara dioleskan ke tubuh. Oleh karena itu diperlukan standar pemakaian spesifik agar tidak menyebabkan iritasi, lengket dan memiliki bau yang mengganggu (MDPH, 2011).

1. Jenis-jenis *Repellent*

Jenis-jenis *repellent* antara lainnya *repellent* kimiawi dan *repellent* nabati.

a. *Repellent* kimiawi

Repellent kimiawi lebih efektif dan lebih bertahan lama dibanding *repellent* nabati. DEET merupakan *repellent* kimiawi yang banyak digunakan. Selain DEET ditemukan pula *picaridin*, *nepetalactone*, *permethrin*, dan IR3535 (Patel and Oswal, 2012).

DEET dapat digunakan pada pakaian yang berbahan *cotton*, *wool* dan *nylon* tetapi merusak *spandex*, *rayon* dan *acetate*. DEET dapat mendegradasi plastik misalnya bingkai kaca mata (Katz *et. al.*, 2008). DEET mesti digunakan dengan perhatian tertentu karena dapat menyebabkan pusing dan iritasi kulit, iritasi mata bahkan kematian (Patel and Oswal, 2012). Ada 43 laporan kasus mengenai toksisitas DEET selama 5 dekade dimana 25 kasus merupakan gangguan sistem syaraf pusat, 1 kasus kardiovaskular dan 17 kasus alergi. Ditemukan 6 kasus kematian akibat DEET (Katz *et. al.*, 2008).

CDC merekomendasikan penggunaan *repellent* yang berbasis tumbuhan sejak tanggal 22 April 2005, meskipun terdapat perbedaan efikasi perlindungan 100% yaitu selama dua jam pertama untuk *repellent* kimiawi selama 30-60 menit pertama untuk *repellent* nabati (Patel and Oswal, 2012).

b. *Repellent nabati*

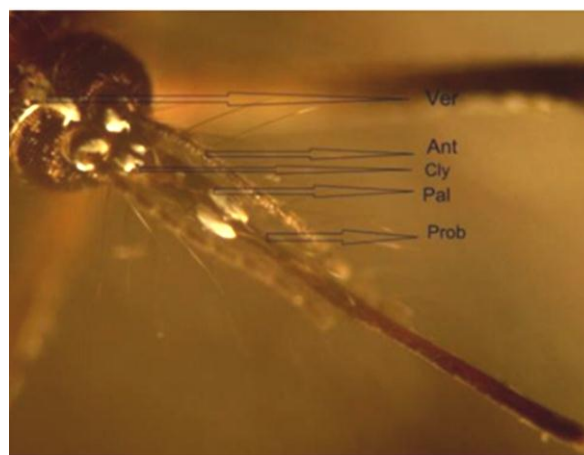
Repellent nabati menggunakan unsur tumbuhan sebagai bahan utama, sehingga nyaman digunakan di kulit dan tidak iritatif. *Repellent nabati* tidak berbau busuk dan ramah lingkungan (Patel and Oswal, 2012). *Repellent nabati* hampir memiliki efek yang sama dengan *repellent kimiawi* dan tidak menimbulkan efek samping seperti *repellent kimiawi* (*Utah Poison Control Center*, 2005). Minyak atsiri di dalam *repellent* dapat mengalami evaporasi sehingga *repellent nabati* hanya mampu bertahan selama 30 menit hingga 60 menit (Patel and Oswal, 2012).

2. Senyawa Tanaman untuk *Repellent*

Banyak zat yang terkandung dalam tanaman berfungsi sebagai *repellent*. Zat-zat aktif tersebut adalah *citronellol*, *limonene*, *geraniol*, *isopulegol*, *δ-pinene*, *citronellal*, *citral*, *eugenol*, *carvacrol*, *thymol*, *cinnamaldehyde*, *myrcene*, *linalool*, *eucalyptol*, *camphor*, *terpeneol*, *verbenone*, *caryophyllene*, *ipsdienone*, *cymene*, *caryophyllene*, *estragosl*, *linoleic acid*, *eugenol*, *thujone*, *ocimene*, *terpinene*, *carvacrol*, *thymol*, *azadirachtin*, *saponins*, *terpenen*, *sineol* (Maia *et.al.*, 2011).

3. Mekanisme Kerja *Repellent*

Repellent mencegah nyamuk menggigit manusia dengan cara menghambat stimulus nyamuk betina untuk menghisap darah atau *blood feeding* (Webb, 2011). Stimulus tersebut ditangkap oleh organ olfaktori nyamuk, yaitu antena dan palpa maksila (Gambar 6) (Ghaninia *et.al.*,2007).

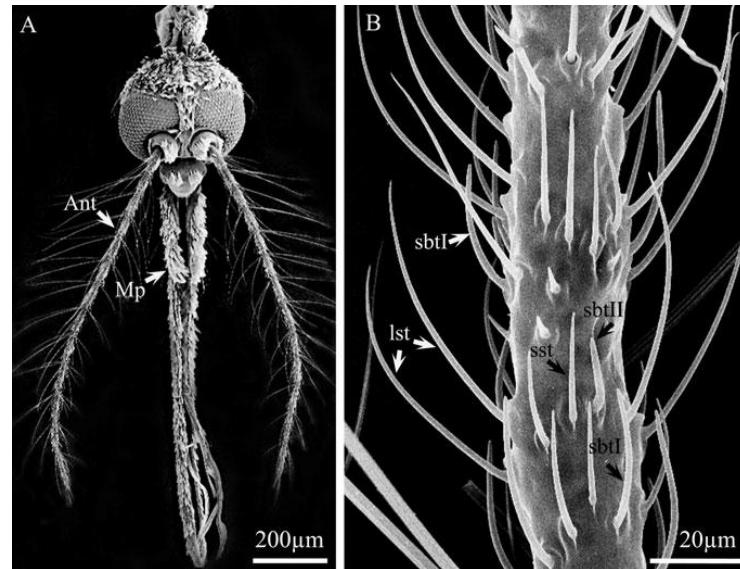


Gambar 6. Kepala Nyamuk *Aedes aegypti* betina dengan pembesaran 108x, Ant – Antena, Pal – Maxillary palp, Cly – Clypeus, Prob– Probocis, Ver – Vertex (Ghaninia dkk., 2007)

Antena *Aedes aegypti* terbentuk dari pedikel globular sehingga berbentuk seperti flagel. Antena memiliki 13 segmen flagellar. Pada lobus basal antena, ditemukan adanya sisik putih (Andrew and Ananya., 2013). Antena dan palpa maksila dilindungi oleh suatu struktur seperti rambut, yang disebut sensila (Ghaninia *et.al.*, 2007).

Sensila membungkus dua atau tiga *Olfactory Receptor Neurons* (ORN) yang memberikan respon untuk perilaku aktif nyamuk (Gambar 7). ORN mengekspresikan tipe spesifik dari protein reseptor odoran dan

memproyeksikan aksonnya ke dalam glomerulus yang sama sehingga membentuk *activity map* di lobus antena atau di bulbus olfaktori (Couto and Dickson, 2005).



Gambar 7. (A) scanning mikrograf elektron kepala *Aedes aegypti* betina yang menunjukkan adanya organ olfaktori berupa Antena (Ant) dan Palpa maksila (Mp).; (B) scanning mikrograf elektron dari satu segmen antena *Aedes aegypti* betina yang sama, menunjukkan sensila (Ghaninia *et.al.*, 2007)

Nyamuk betina memiliki ORN yang memberikan respon terhadap senyawa kimia seperti asam lemak dan asam karboksil yang ditemukan pada keringat manusia. Nyamuk jantan memiliki ORN yang memberikan respon pada senyawa tumbuhan seperti *alpha-pinene* dan *alpha-thujone* (Ghaninia *et.al.*, 2007).

Repellent bekerja menghambat reseptor asam laktat di antena nyamuk betina. Nyamuk mendeteksi kehadiran makhluk hidup berdarah panas berdasarkan keringat yang mengandung unsur karbondioksida, produk

eksretori dan asam laktat. Produk tersebut membuat nyamuk betina menjadi lebih atraktif (Hu, 2012; Patel and Oswal, 2012).

Repellent melakukan blokade pada reseptor asam laktat di antena nyamuk tersebut sehingga nyamuk menjadi hilang kontak terhadap manusia (Patel and Oswal, 2012). Terkadang beberapa nyamuk masih melakukan interaksi dengan manusia meskipun tidak menggigit (Webb, 2011).

Konsentrasi dan jenis bahan aktif *repellent* menjadi dasar waktu efektif *repellent* bisa melindungi kulit. Oleh karena itu *repellent* lebih efektif jika diolesi pada kulit yang terpapar dengan dunia luar (Webb, 2011).

D. Kerangka Penelitian

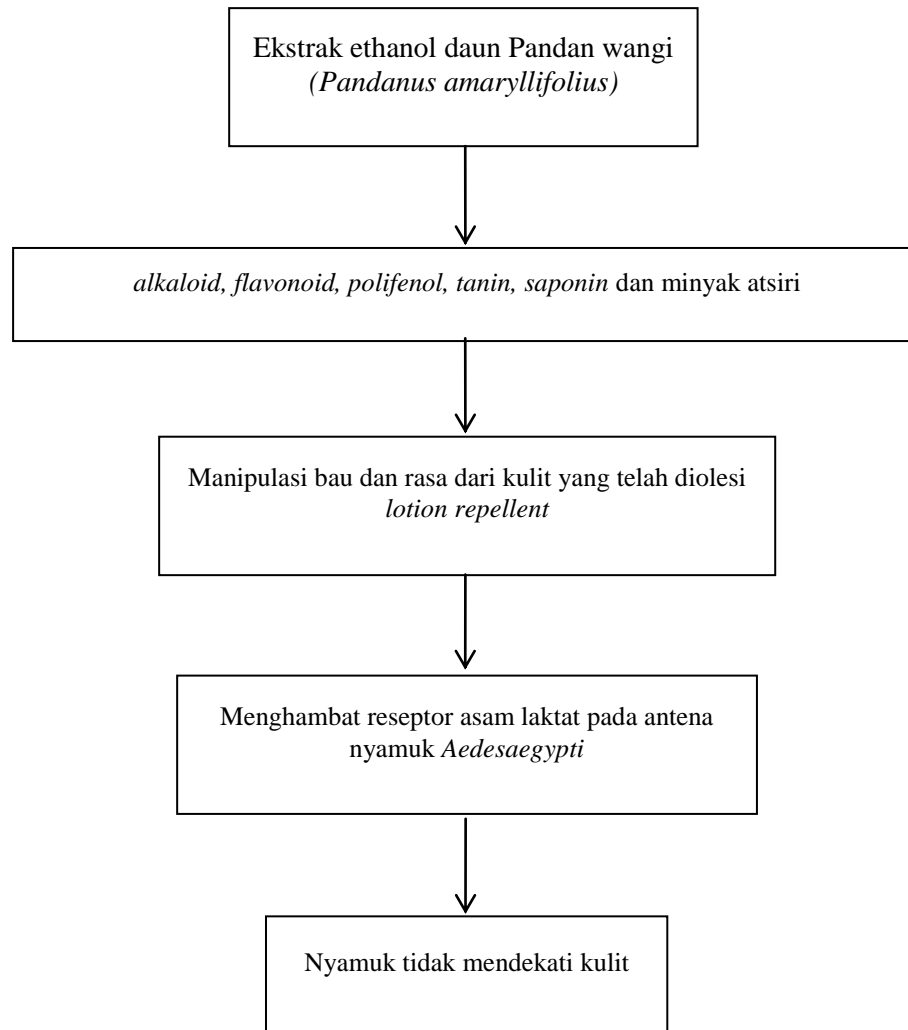
1. Kerangka Teori

Daun pandan mempunyai kandungan kimia antara lain alkaloid, saponin, flavonoid, tanin, polifenol, dan zat warna. Pandan wangi merupakan salah satu tanaman yang potensial untuk menghasilkan minyak atsiri (Rohmawati 1995 dalam Susanna dkk., 2003).

Minyak atsiri menjadi bahan dasar penunjuk tumbuhan yang dapat dijadikan *repellent*. Semua zat yang terkandung di dalam minyak atsiri merupakan zat-zat yang dapat berfungsi sebagai *repellent* (Maia *et. al.*, 2011).

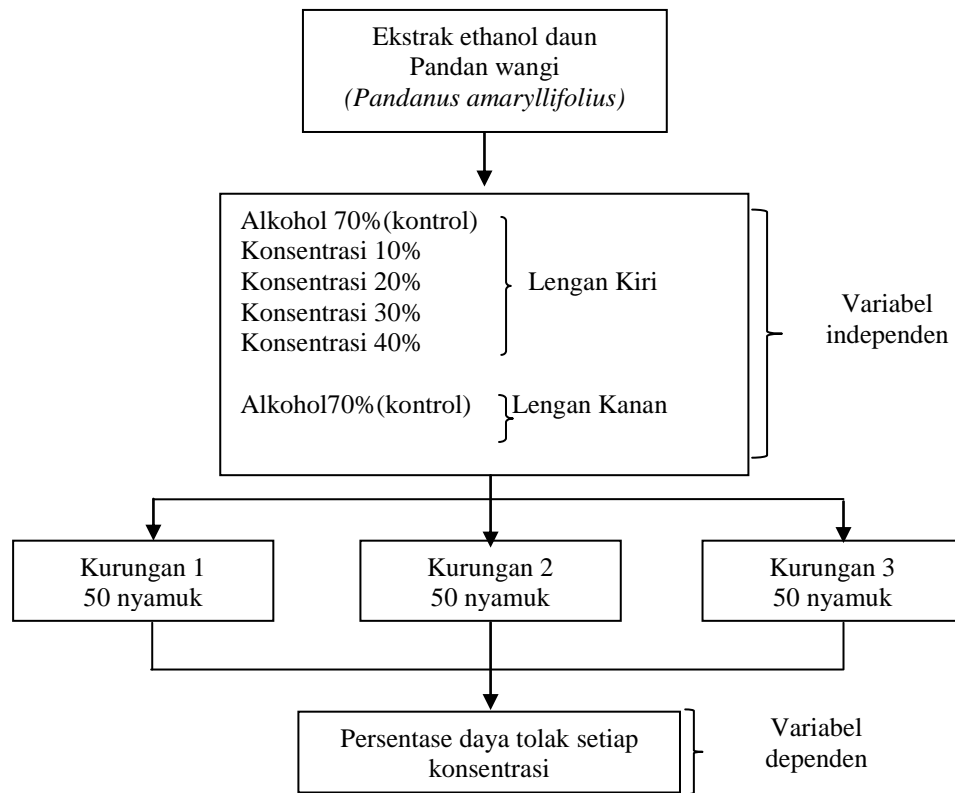
Repellent dalam bentuk *lotion* anti-nyamuk dapat memanipulasi bau dan rasa dari kulit manusia (Sentra Informasi Keracunan Nasional,

2011). *Repellent* menghambat reseptor asam laktat pada antena nyamuk *Aedes aegypti* sehingga nyamuk tidak mendekati kulit (Gambar 8) (Patel *et. al.*, 2012).



Gambar 8. Kerangka Teori (Patel dkk., 2012) dengan modifikasi

2. Kerangka Konsep



Gambar 9. Hubungan Antar Variabel (WHOPES, 2009).

E. Hipotesis

1. Terdapat daya tolak ekstrak ethanol daun Pandan wangi sebagai *repellent* terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.
2. Terdapat perbedaan konsentrasi paling efektif ekstrak etanol daun Pandan wangi sebagai *repellent* terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.
3. Terdapat perbedaan konsentrasi yang memiliki daya tolak 50% (*Effective Doses 50%, ED₅₀*) ekstrak ethanol daun Pandan wangi sebagai *repellent* terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.

4. Terdapat perbedaan konsentrasi yang memiliki daya tolak 99% (*Effective Doses 99%, ED₉₉*) ekstrak ethanol daun Pandan wangi sebagai *repellent* terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.