

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Salah satu masalah kesehatan utama di Negara tropis adalah demam berdarah dengue, Penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) adalah penyakit yang disebabkan oleh Virus Dengue yang tergolong *arthropod-borne virus*, genus *Flavivirus*, dan family *Flaviviridae*. Penyakit ini ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. serta *Aedes albopictus* sebagai vektor potensinya. Belum ada vaksin yang tersedia untuk pencegahan penyakit demam berdarah dengue. Salah satu pencegahan adalah dengan memberantas nyamuk sebagai vektor penyakit ini¹

Menurut *Centers for Disease Control*, Demam Berdarah Dengue masih menjadi masalah global, 500-100 juta kasus Demam Berdarah Dengue dan beberapa ratus ribu kasus terjadi setiap tahun. Menurut data WHO 40 % umat manusia risiko terinfeksi penyakit demam berdarah dengue. Kasus Demam Berdarah Dengue pertama kali ditemukan di Malaysia tahun 1920 dan tahun 1962 di laporkan di Penang, laju infeksi dengue menjadi 22,4 kasus per 100.000 populasi meningkat menjadi 29,5 kasus pada tahun 1998 di Brasil dilaporkan sebanyak 1.672.883 sepanjang tahun 1981 sampai 1998²

Di Indonesia penyakit Demam Berdarah Dengue (DBD) pertama kali dilaporkan di Surabaya dan Jakarta pada tahun 1968 dan identifikasi virus penyebab dilakukan pada tahun 1972. Sejak ditemukan penyakit demam berdarah (DBD) menyebar dengan cepat pada tahun 1980 penyakit ini sudah

ditemukan pada seluruh provinsi di Indonesia. Peningkatan kasus demam berdarah dengue, menunjukan kecenderungan peningkatan baik dalam jumlah maupun wilayah yang terjangkau dan selalu terjadi kejadian luar biasa setiap tahun³

Penyakit DBD dapat muncul sepanjang tahun dan dapat menyerang seluruh kelompok umur, Penyakit ini sangat berkaitan dengan kondisi lingkungan dan perilaku masyarakat, Tahun 2017 Angka Kejadian DBD di Indonesia sebesar 68.407 kasus dengan jumlah kematian sebesar 493 angka *Case Fatality Rate(CFR)* dari tahun sebelumnya belum menunjukan perubahan perbaikan.⁴

Pada tahun 2016 terdapat 10 Provinsi dengan angka kesakitan kurang dari 49 per 100.000 penduduk. Provinsi yang mengalami angka kesakitan yang tertinggi yaitu Sulawesi Selatan sebesar 105,95 per 100.000 penduduk, Kalimantan Barat sebesar 62,57 per 100.000 penduduk dan Bali sebesar 52,61 per 100.000 penduduk. Angka kesakitan pada Provinsi Kalimantan Barat meningkat lima kali lipat dibandingkan Tahun 2016, terdapat 433 kabupaten kota yang masih terjangkau DBD dari 514 kabupaten/ kota.⁵

Indikator pengendalian penyakit DBD yaitu angka bebas jentik (ABJ) Nasional, target Program Nasional sebesar > 95%. Sebagian besar daerah di Indonesia belum mencapai target program angka bebas jentik. Nilai ABJ yang rendah memperbesar potensi transmisi Virus DBD Se jauh ini pengendalian serangga umumnya menggunakan pestisida sintetik di anggap efektif, praktis, manjur dan dari segi ekonomi lebih menguntungkan. namun demikian

penggunaan pestisida secara terus menerus menimbulkan resistensi serta mengandung residu bahan kimia yang sulit terdegradasi di Alam.⁶

Penggunaan insektisida kimia sebagai salah satu cara pemberantasan vektor DBD saat ini banyak menimbulkan masalah baru yaitu pencemaran lingkungan, kematian serangga bukan target, resistensi serangga sasaran, membunuh hewan piaraan bahkan juga manusia oleh karena itu perlu dilakukan suatu usaha untuk mendapatkan insektisida alternatif yang dapat membunuh serangga sasaran namun tidak memiliki efek samping terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.⁷

Larvasida golongan organofosfat yang paling luas penggunaan di Indonesia serta penggunaan temephos sudah di mulai dari tahun 1980. Penggunaan insektisida dalam waktu yang lama untuk sasaran yang sama memberikan tekanan seleksi yang mendorong berkembangnya populasi *Aedes aegypti* menjadi lebih cepat resistensi. Beberapa daerah di Indonesia melaporkan terjadinya resistensi terhadap penggunaan temephos (abate). Dari hasil penelitian Raharjo B. pada tahun 2006 dilaporkan bahwa telah terjadi resistensi nyamuk *Aedes aegypti* terhadap larvasida temephos di wilayah Surabaya dan Palembang, juga di beberapa wilayah di Bandung.⁸

Pada tahun 2008, dilaporkan oleh Sinta dan Supratman bahwa *Aedes aegypti* sudah kebal terhadap malation di lima wilayah DKI Jakarta dan Bogor. Pada tahun yang sama, dari hasil uji biokemis terhadap Nyamuk *Aedes albopictus* di daerah Palu, ditemukan bahwa sebagian besar nyamuk tersebut telah toleran (resistensi sedang) dan sisanya telah resistensi terhadap

insektisida organofosfat (malation dan temephos).⁹

Pada tahun 2011, telah dilaporkan terjadi resistensi *Aedes aegypti* terhadap malation di daerah sekitar bandar udara Sam Ratu Langi, Manado. Pada tahun yang sama juga dilaporkan peta resistensi *Aedes aegypti* terhadap organofosfat di provinsi Jawa Tengah dan Daerah Istimewa Yogyakarta. Pada tahun 2012, di Banjarmasin Barat dilaporkan telah terjadi resistensi *Aedes aegypti* terhadap temephos. Pada tahun 2012, kembali dilaporkan adanya resistensi *Aedes aegypti* terhadap temephos di Surabaya.¹⁰

Keberadaan nyamuk sebagai vektor penyakit sangat tergantung populasi dan ketersediaan darah sebagai makanan, darah digunakan oleh nyamuk betina untuk memproduksi telur demi kelanjutan keturunannya. Apabila aktivitas ini dihalangi dengan penggunaan repellent secara massal pada suatu lokasi, maka diharapkan dapat membuat nyamuk berpindah tempat untuk mencari makan (darah), sehingga dapat menurunkan populasi nyamuk di lokasi semula karena nyamuk yang sudah berpindah ke lokasi baru tidak akan kembali lagi.³⁸ Sekalipun nyamuk yang berpindah sedikit saja tetapi produksi telur akan jauh berkurang karena pasokan darah yang kurang.¹¹

Salah satu cara untuk mencegah gigitan nyamuk, sekaligus mencegah transmisi virus demam berdarah dari nyamuk ke manusia adalah dengan penggunaan repellent. Penggunaan repellent dianggap praktis karena cukup dipakai dengan cara dioleskan atau disemprotkan pada permukaan kulit yang bersangkutan, nyamuk mampu mencari makanan (darah) dengan cara mendeteksi karbondioksida dan asam laktat dan bau lainnya yang berasal dari

kulit yang hangat dan lembap sehingga nyamuk mampu mendeteksi darah yang merupakan sumber makanannya dengan jarak 2,5 meter¹²

Umumnya repellent yang mengandung DEET akan memanipulasi bau dan rasa yang berasal dari kulit dengan menghambat reseptor asam laktat pada antenna nyamuk sehingga mencegah nyamuk mendekati kulit. Penggunaan repellent memang identik dengan bahan kimia sintetik. Produk repellent umumnya mengandung bahan kimia, yang sering dipakai adalah *Diethyltolumide (DEET)* penggunaan bahan kimia ini disatu sisi menguntungkan dan disisi lain merugikan, repellent mengandung hidrokarbon ter halogenasi sehingga mempunyai waktu paruh dan sifat racun yang relatif terurai lebih lama¹³

bahan aktif *DEET (Diethyltolumide)* yang merupakan pestisida sintetik yang beracun dalam konsentrasi 10-15 %. Menurut American Academy of Pediatric DEET merupakan bahan kimia yang beracun dan berbahaya, DEET menempel pada kulit selama 8 jam dan tidak larut dalam air serta terserap secara systemic ke tubuh melalui kulit menuju sirkulasi darah hanya 10-15% yang terurai melalui urine, Komisi pestisida Departemen Pertanian mensyaratkan bahwa suatu lotion anti nyamuk dapat dikatakan efektif apabila daya proteksi paling sedikit 90% dan mampu bertahan selama 6 jam.¹⁴

Efek yang di timbulkan oleh DEET yang perlu dicurigai adalah aphasia, anemia aplastic, ataxia, carcinogenesis, gagal jantung, kejang, depresi, disorientasi dorsofleksi ibu jari, iritasi mata, mata berdarah, conjunctivitis, luka pada kornea, hypertrophy hepar, ginjal, limpa, jaundice, mutagenesis,

paretenatal damage, kegagalan pernafasan, kekakuan, untuk itu perlu repellent alternatif yang aman dan efektif untuk mencegah gigitan nyamuk, dengan cara memanfaatkan bahan dari alam yang mempunyai efek untuk mencegah gigitan nyamuk tanpa menimbulkan masalah baru.¹⁵

Tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) yang banyak tumbuh di Indonesia, terutama di Provinsi Maluku, memiliki kemungkinan dapat digunakan sebagai insektisida alternatif untuk mencegah gigitan nyamuk *Aedes aegypti*. minyak cengkeh merupakan salah satu sumber pestisida nabati yang banyak di laporkan dan juga memiliki spectrum penggunaan yang sangat luas karena digunakan sebagai Fungisida, Bakterisida, Insektisida, Nematosida, maupun Mulokosida karena kandungan bahan aktif eugenol dan komponen non fenolat lainnya yang terdapat pada minyak cengkeh tersebut¹⁵

Dalam aplikasi sebagai pestisida, minyak cengkeh dan bahan aktifnya bersifat volatile mudah terurai. Gagang cengkeh mempunyai rendemen lebih tinggi dari daun cengkeh selain itu gagang(tangkai) cengkeh merupakan bagian tangkai cengkeh, dari panen cengkeh dibuang dan dibeli dengan harga yang sangat murah, serta manfaat yang belum maksimal bagi masyarakat⁹). Minyak cengkeh mengandung eugenol. Minyak cengkeh di peroleh dari hasil penyulingan dari daun, bunga dan gagang (*Syzygium aromaticum*, *Eugenia caryophyllata*, dan *Eugenia aromatika*)¹⁶

Eugenol pada minyak atsiri daun cengkeh telah diteliti dapat menolak (daya repellent) nyamuk *Aedes aegypti* mampu bertahan 3-4 jam setelah pemakaian. Sedangkan lotion yang ditambahkan dengan bahan kimia sintetik

DEET (*diethyltoluamide*) mampu bertahan hingga 12 jam. Minyak atsiri gagang cengkeh kemungkinan memiliki daya tolak terhadap nyamuk *Aedes aegypti*.¹⁷ Oleh karena itu perlu dilakukan uji laboratorium untuk mengetahui apakah minyak ekstrak dari gagang cengkeh memiliki efek insektisida terhadap *Aedes aegypti*.

B. Rumusan Masalah

Masalah penelitian ini adalah belum diketahuinya efektifitas ekstrak gagang cengkeh sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. Berdasarkan hal tersebut maka pertanyaan penelitiannya adalah bagaimana efektifitas dari ekstrak gagang cengkeh sebagai repellent terhadap nyamuk *Aedes aegypti*?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui efektifitas dari bahan ekstrak gagang cengkeh, serta menganalisa perbedaan daya proteksi repellent spray Ekstrak gagang cengkeh dengan kontrol yang memiliki unsur DEET 15%

2. Tujuan Khusus

- a. Melakukan uji determinasi terhadap gagang cengkeh
- b. Melakukan Ekstrak gagang cengkeh
- c. Melakukan penapisan fitokimia minyak atsiri gagang cengkeh
- d. Menganalisa parameter mutu repellent spray minyak atsiri gagang cengkeh

- e. Menganalisis perbedaan daya proteksi repellent spray minyak atsiri gagang cengkeh dengan repellent X yang memiliki unsur DEET 13% (*diethyltoluamide*)
- f. Menganalisa mekanisme aksi dari repellent minyak atsiri gagang cengkeh terhadap nyamuk *Aedes aegypti* dengan cara mengidentifikasi penghambatan enzim asetilkolinesterase

D. Manfaat Penelitian

1. Aspek Teori

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai data tambahan mengenai pemanfaatan gagang cengkeh dan sebagai kajian teori untuk penelitian selanjutnya.

2. Aspek Aplikatif

Membuka kemungkinan pemanfaatan minyak atsiri gagang cengkeh sebagai repellent alternatif untuk pengendalian vektor Demam Berdarah Dengue sehingga diharapkan dapat membantu menurunkan Angka kejadian Demam Berdarah Dengue, mengurangi dampak lingkungan serta dampak kesehatan yang ditimbulkan insektisida Sintetik

E. Ruang Lingkup

1. Ruang Lingkup Masalah

Masalah yang akan diteliti pada penelitian ini adalah daya proteksi minyak atsiri gagang cengkeh terhadap nyamuk *Aedes aegypti*

2. Ruang Lingkup Tempat

Penelitian ini akan dilakukan di laboratorium kedokteran Universitas Sultan Agung dan laboratorium Balai Besar Vektor dan Reservoir Penyakit (B2PRV) Salatiga, gagang cengkeh diambil dari petani cengkeh di kota Ambon kemudian diekstrak menggunakan metode maserasi di laboratorium serta pembuatan repellent spray di laboratorium Kimia Universitas Sultan Agung Semarang

3. Ruang Lingkup Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2019 s/d Januari 2020

F. Keaslian penelitian

| No | Peneliti | Judul Penelitian | Variabel | Desain Penelitian | Hasil |
|----|--------------------|--|--|----------------------------|---|
| 1 | Yulianis | Uji efektifitas anti nyamuk minyak atsiri sereh dapur dalam bentuk semprot | - Minyak atsiri sereh dapur - Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | Eksperimental laboratorium | Repellent dengan konsentrasi yang semakin tinggi akan menimbulkan daya proteksi yang lebih baik |
| 2 | Nur Aliah | Uji efektifitas Ekstrak daun cengkeh sebagai repellent semprot terhadap lalat rumah | -Minyak atsiri tangkai cengkeh -Lalat rumah | Eksperimental laboratorium | Pada kosentrasi 20 % mampu menolak lalat rumah hingga 95,55 % |
| 3 | Madalena Sy Pakaya | Uji Efektifitas Sedian Patch Ekstrak Daun Cengkeh(<i>Syzygium aromaticum</i>) sebagai repellent nyamuk | - Ekstark daun cengkeh - Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | Eksperimental laboratorium | Konsentrasi 5 % ekstrak dapat memberikan efek repellent lebih baik dari 1% dan 2% |
| 4 | Tri wahyuni | Daya proteksi minyak atsiri zodia dalam bentuk spray terhadap nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | - Minyak atsiri zodia - Nyamuk <i>Aedes aegypti</i> | Eksperimental laboratorium | Konsentrasi 15 dan 20 % memberikan hasil atau daya repellent yang cukup baik |

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya, penelitian sebelumnya menggunakan bahan cengkeh tetapi menggunakan bagian dari daun dan buah. Ada juga ekstrak daun yang telah diuji coba pada lalat, penelitian yang akan dilakukan menggunakan Gagang cengkeh yang memiliki nilai rendemen lebih baik dari daun cengkeh yang belum dipakai dalam penelitian sebelumnya serta aplikasi dalam bentuk spray serta formulasi yang dikembangkan sehingga diharapkan dapat menghasilkan repellent yang dapat menggantikan penggunaan repellent yang berbahan sintetik.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Penyakit Demam Berdarah Dengue

Penyakit Demam Berdarah atau Dengue Hemorrhagic Fever (DHF) adalah penyakit yang disebabkan oleh virus dengue yang ditularkan melalui gigitan nyamuk *Aedes aegypti* dan *Aedes albopictus*. Penyebaran Nyamuk ini terdapat hampir diseluruh pelosok Indonesia, kecuali di tempat-tempat ketinggian lebih dari 1000 meter di atas permukaan air laut. Penyakit DBD sering salah didiagnosis dengan penyakit lain seperti flu atau tifus. Hal ini disebabkan karena infeksi virus dengue yang menyebabkan DBD bisa bersifat asymptomatic atau tidak jelas gejalanya.

Data dibagian anak RSCM menunjukkan pasien DBD sering menunjukkan gejala batuk, pilek, mual, muntah dan diare, pembesaran pada organ limfa, trombosit peni, perdarahan pada hidung dan gusi dan bisa mengakibatkan syok. Rasa sakit pada otot dan persendian, timbul bintik-bintik merah pada kulit akibat pecahnya pembuluh darah. Masa inkubasi terjadi selama 4-6 hari. Virus dapat masuk bersamaan dengan infeksi penyakit lain seperti flu atau tifus. Oleh karena itu perlu kejelian pemahaman tentang perjalanan penyakit infeksi virus dengue, patofisiologi, dan ketajaman pengamatan klinis.

Dengan pemeriksaan klinis yang baik dan lengkap, diagnosis DBD serta pemeriksaan penunjang dapat membantu terutama bila gejala klinis kurang memadai.¹⁹ Penyakit DBD disebabkan oleh virus dengue yang termasuk

family genus *Flavivirus* grup B *arthropod borne viruses* (*arboviruses*) dengan tipe DEN 1, DEN 2, DEN 3, DEN 4. Selama ini penyakit DBD secara klinik mempunyai tingkatan manifestasi yang berbeda, tergantung dari serotype virus dengue. Organisasi kesehatan dunia (WHO) memperkirakan bahwa populasi manusia dunia yang beresiko terjangkit penyakit DBD mencapai 2,5 miliar terutama yang tinggal di daerah perkotaan.²⁰

Negara yang berada pada kawasan Asia menempati urutan pertama dalam jumlah penderita setiap tahunnya di antara 2,5 miliar yang beresiko diseluruh dunia terdapat sekitar 52 % populasi atau sekitar 2,5 miliar berada di kawasan asia tenggara. WHO mencatat Indonesia dengan DBD tertinggi di Asia Tenggara¹⁾ gambaran sebaran penyakit Demam Berdarah Dengue dapat dijelaskan pada gambar 2.1



Gambar 2. 1 Distribusi Demam Berdarah di Dunia

B. *Aedes aegypti*

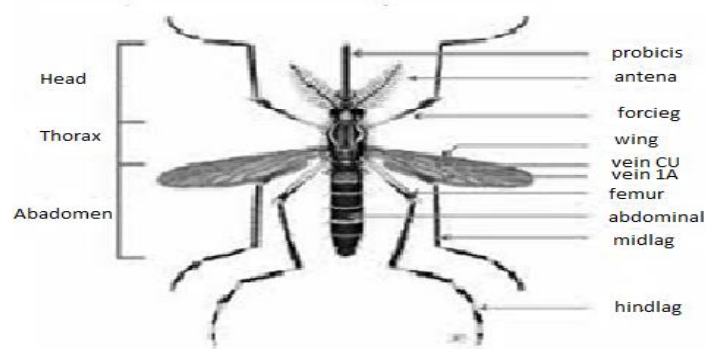
1. Taksonomi

| | |
|----------|--------------|
| Kingdom | : Animalia |
| Filum | : Arthropoda |
| Kelas | : Diptera |
| Sub ordo | : Nematocera |

Ordo : Diptera
 Famili : Culicidae
 Sub famili : Culicinae
 Tribus : Culicini
 Genus : Aedes
 Spesies : *Aedes aegypti*¹²

2. Morfologi

Aedes aegypti dewasa berukuran kecil dengan warna dasar hitam. Proboscis bersisik dan hitam, palpi pendek dengan ujung hitam bersisik putih perak, oksiput bersisik lebar, berwarna putih terletak memanjang. Femur bersisik putih pada permukaan posterior setengah basal dan anterior tengah bersisik putih dan memanjang. Tibia semuanya hitam tarsi belakang berlingkar putih pada segmen basal ke satu sampai ke empat dan



Gambar2. 2 Bentuk Nyamuk Aedes Aegypti

segmen kelima berakhir putih gambaran struktur nyamuk *Aedes aegypti*²¹ dapat dilihat pada gambar 2.2 Nyamuk *Aedes aegypti* mengalami metamorfosis sempurna yaitu dari telur – larva – pupa – dewasa. telah

dijelaskan pada gambar (2.3) Stadium telur larva dan pupa hidup dalam air, telur akan menetas menjadi larva dalam 2-3 hari setelah telur terendam dalam air, stadium pupa berlangsung antara 1-2 hari perubahan bentuk dari telur sampai menjadi nyamuk dewasa berlangsung antara 7- 14 hari ²²



Gambar2. 3 Siklus Hidup Nyamuk *Aedes aegypti*

3. Stadium Telur

Telur *Aedes aegypti* berbentuk seperti sarang tawon dan berukuran 0,8 milimeter. Bentuk telur nyamuk *Aedes aegypti* dapat di lihat pada gambar 4, telur di letakkan di dinding tempat perindukan sedikit di atas permukaan telur dapat bertahan berbulan bulan pada suhu 2 ⁰C sampai 42 ⁰C dan bila kelembaban terlalu rendah maka telur akan menetas lebih cepat.¹⁴ Karakteristik telur *Aedes aegypti* berbentuk bulat, pucung yang mula-mula berwarna putih kemudian berubah menjadi warna hitam. Telur tersebut diletakkan terpisah dipermukaan air, untuk memudahkan menyebar dan berkembang menjadi larva dalam media air.

Media air yang dipilih untuk tempat penularan adalah air bersih yang stagnan (tidak mengalir) ²³ Sejauh ini informasi terhadap pemilihan air bersih stagnant sebagai habitat bertelur *Aedes aegypti* banyak di laporkan

oleh peneliti serangga vektor tersebut dari berbagai negeri. Laporan terakhir yang disampaikan oleh peneliti IPB Bogor bahwa ada telur *Aedes aegypti* dapat hidup pada media air kotor dan berkembang menjadi larva fakta itu menunjukkan bahwa telur *Aedes aegypti* ada yang mampu beradaptasi dengan media air kotor²⁴



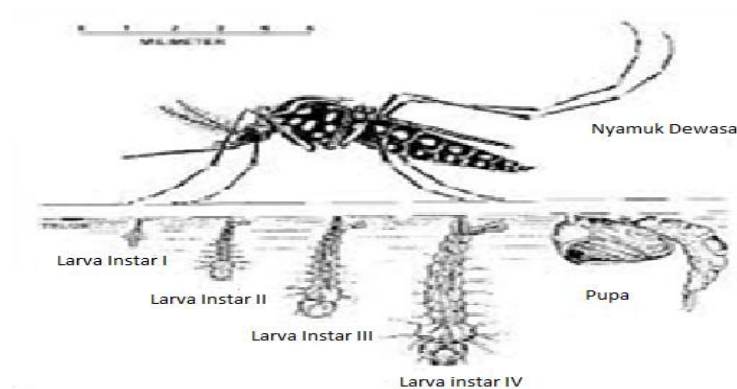
Gambar2. 4 Stadium Telur Nyamuk *Aedes aegypti*

4. Stadium Larva

Telur menetas menjadi larva, yang disebut larva instar 1 kemudian mengalami pengelupasan kulit, berturut turut menjadi larva instar II, III dan IV, larva instar IV berukuran kurang lebih 7x4 milimeter, mempunyai pelana terbuka, bulu sifon 1 pasang dan gigi sisir yang berduri lateral. Keempat instar itu dapat diselesaikan dalam waktu 4 hari sampai 2 minggu tergantung keadaan lingkungan, suhu air, persediaan makanan. Pada air yang agak dingin perkembangan larva agak lambat. Demikian juga keterbatasan persediaan makanan menghambat perkembangan larva, setelah melewati perkembangan instar IV larva berubah menjadi pupa²⁵

Morfologi larva *Aedes aegypti* mirip larva *Aedes albopictus* yang tidak terdapat duri-duri lateral didalam air larva *Aedes aegypti* tampak bergerak

sangat lincah dan aktif, dengan memperlihatkan gerakan naik ke permukaan dan turun ke dasar secara berulang ulang, larva mengambil makan di dasar wadah oleh karena larva *Aedes aegypti* di sebut sebagai pemakan makanan yang ada didasar air. perubahan morfologi larva dari instar I sampai dengan instar IV dapat dilihat pada gambar 5. Pada saat larva mengambil oksigen dari udara larva menempatkan sifon di atas permukaan air, sehingga abdomennya terlihat menggantung dipermukaan air badan larva membentuk sudut dengan permukaan air²¹



Gambar2. 5 Stadium Larva Nyamuk *Aedes aegypti*

Larva *Aedes aegypti* ditemukan di tempat penampungan air jernih baik yang ditemukan didalam dan diluar rumah, diantaranya tong, kontainer, kaleng bekas, aki bekas, ban mobil bekas dan tandon air. Larva *Aedes aegypti* juga ditemukan dibekas air hujan seperti ruas bambu dan lubang pohon, tempat tempat tersebut terlindung dari pancaran langsung sinar matahari²⁶

5. Stadium Pupa

Sebagaimana Larva, Pupa juga membutuhkan lingkungan akuatik (air) pupa adalah fase in aktif yang tidak membutuhkan makanan namun tetap membutuhkan oksigen untuk bernafas, untuk keperluan pernafasannya pupa berada didekat permukaan air pupa *Aedes aegypti* mempunyai bentuk yang khas, yaitu adanya trompet pernafasan (respiratory trumpets) yang berbentuk segitiga, jika pupa diganggu oleh gerakan atau tersentuh, akan bergerak cepat menyelam ke dalam air selama beberapa detik dan akan muncul lagi. Gambaran bentuk pupa dari nyamuk *Aedes aegypti* dapat dilihat pada gambar 6. Lama fase pupa tergantung dengan suhu air dan spesies nyamuk yang lamanya dapat berkisar satu hari sampai beberapa minggu. Setelah melewati waktu itu, maka pupa membuka dan melepas kulitnya dan kemudian imago keluar ke permukaan air dan dalam waktu singkat siap terbang²⁷



Gambar2. 6 Stadium Pupa Nyamuk *Aedes aegypti*

6. Bionomik

Nyamuk *Aedes aegypti* jantan menghisap sari tumbuhan atau sari bunga untuk hidupnya. Nyamuk Betina menghisap darah *Aedes aegypti*

betina lebih suka darah manusia dari darah hewan (antropofili) darah diperlukan untuk mematangkan telur. Telur yang matang dapat menetas bila di buai oleh sperma nyamuk jantan. Waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan perkembangan telur, mulai dari nyamuk menghisap darah sampai telur dikeluarkan biasanya bervariasi antara 3-4 hari, waktu tersebut disebut siklus gonotropik (gonotropic cycle). Aktivitas menggigit biasanya dimulai pagi sampai sore dengan 2 puncak aktivitas antara pukul 09.00- 10.00 dan 16.00- 17.00 *Aedes aegypti* mempunyai kebiasaan menghisap darah berulang kali dalam siklus gonotropik, untuk memenuhi lambungnya kebiasaan ini di sebut dengan multiple bites ²⁸

Nyamuk betina dapat bertelur 100 butir, tiga hari setelah menghisap darah manusia, 24 jam kemudian nyamuk itu kembali mengisap darah manusia, lalu bertelur lagi. Walaupun umur nyamuk betina kira-kira 10 hari namun waktu itu cukup bagi nyamuk untuk menyebarkan virus Dengue kepada manusia lain. Pada saat nyamuk mengisap darah yang kebetulan mengandung virus Dengue, virus akan ikut masuk ke dalam tubuh nyamuk. Virus yang diisap masuk ke dalam saluran pencernaan kemudian sampai ke kelenjar ludah. Virus memerlukan waktu 8 – 11 hari untuk dapat berkembang biak dengan baik sehingga menjadi ineffective, kemudian nyamuk akan mejadi ineffective selama hidupnya ²⁹

Aedes aegypti dapat terbang sejauh 100 meter tetapi kemampuan normal terbangnya mencapai 40 meter. *Aedes aegypti* dapat mencapai jarak lebih jauh lagi jika dipengaruhi oleh kecepatan angin dan

transportasi ¹⁹⁾.Nyamuk *Aedes aegypti* dalam perkembangannya sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan, pertumbuhan larva sangat dipengaruhi beberapa faktor antara lain (a) Suhu, (b) Kelembaban udara, (c) Cahaya atau sinar matahari, (d) Kejernihan air, (e) Derajat keasaman air, (f) Fertilitas dan Mutu telur, (g) Kepadatan telur, (h) Predator (i) Kontainer, baik warna dan bentuk ²⁰

Kontainer yang paling disukai sebagai tempat perindukan nyamuk *Aedes aegypti* adalah kontainer yang terbuat dari tempurung kelapa dan ban karet berwarna hitam, sedangkan Kontainer jenis bambu, lubang tanah dan bahan plastik serta bersih kurang disukai sebagai tempat perindukan.¹⁵⁾ Merujuk penelitian Agus Prasetyo 1998; volume air minimal untuk perkembangan nyamuk *Aedes aegypti* adalah 3 ml dan air yang paling disukai sebagai tempat perindukan adalah air tanah yang telah ditampung dalam kontainer (air yang tidak langsung berhubungan dengan tanah)³⁰

Hasil ovitrap Hasan Basri (1993) di Magelang, kota Salatiga dan kabupaten semarang menunjukan bahwa larva *Aedes albopictus* lebih banyak di peroleh dari pada *Aedes aegypti*. Sedangkan di daerah perkotaan di kota Semarang lebih dominan di temukan *Aedes aegypti* (bulan juni-oktober) nyamuk *Aedes albopictus* yang semula ditemukan di daerah pedesaan merupakan vector sekunder yang dapat menjadi vector utama di daerah epidemic. ³⁾ Pengendalian vector merupakan salah satu cara yang dapat digunakan untuk mencegah penyakit DBD. Adapun tujuan

pengendalian vector adalah memutuskan mata rantai penularan penyakit DBD. Karena obat anti virus dengue dan vaksin DBD belum ditemukan³¹

Pengendalian vector penyakit demam berdarah dapat dilakukan dengan pengendalian secara kimiawi, pengendalian lingkungan, pengendalian Biologic dan pengendalian secara genetik atau secara terpadu. Pengendalian secara kimia saat sering dilakukan terhadap larva dan nyamuk, terhadap Nyamuk dewasa sering dilakukan fogging atau pengasapan, namun kegiatan ini sangat mahal. Disamping itu selama larvanya masih dibiarkan hidup maka akan timbul nyamuk yang baru yang selanjutnya dapat menimbulkan penyakit ini kembali.³²

7. Faktor Lingkungan yang mempengaruhi Kehidupan vektor

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan vektor adalah factor abiotic dan biotik, faktor abiotik seperti curah hujan dan evaporasi dapat mempengaruhi kegagalan telur, larva dan pupa menjadi imago. Demikian juga faktor biotik seperti predator, parasite, kompetitor dan makanan yang berkompetensi dalam kontainer sebagai habitat akuatik nya pra dewasa juga sangat berpengaruh terhadap keberhasilannya imago, keberhasilan itu juga sangat ditentukan oleh kandungan air kontainer seperti bahan plastik, komunitas mikroba dan serangga air yang ada dalam kontainer itu juga berpengaruh terhadap siklus hidup *Aedes aegypti* selain itu bentuk ukuran dan letak kontainer (ada atau tidaknya penang dari kanopi pohon atau terbuka kena sinar matahari langsung) juga mempengaruhi kualitas hidup nyamuk³³

Faktor curah hujan mempunyai pengaruh nyata terhadap fluktuasi populasi *Aedes*. Suhu juga mempengaruhi aktivitas makan dan laju perkembangan telur menjadi larva, larva menjadi pupa dan pupa menjadi imago faktor suhu dan curah hujan berhubungan dengan evaporasi dan suhu mikro dalam konteiner, di Indonesia factor curah hujan berkaitan erat dengan laju peningkatan populasi dilapangan. Pada musim kemarau banyak ban bekas, kaleng, gelas plastic, keler plastic dan sejenisnya dibuang dan ditaruh tidak teratur di sebarang tempat, sasaran pembuangan atau penaruhan bahan bekas biasanya ditempat terbuka seperti lahan-lahan kosong atau lahan tidur yang ada didaerah perkotaan maupun perdesaan.³⁴

Ketika cuaca berubah dari musim kemarau ke musim hujan sebagian besar permukaan dari barang bekas berubah menjadi tempat penampungan air hujan, bila antara tempat bekas itu berisi telur hibernation maka dalam waktu singkat akan menetas menjadi larva *Aedes aegypti* yang dalam waktu (9 -12 hari) berubah menjadi imago. Fenomena lahan tidur dan lahan kosong yang menjadi tempat pembuangan sampah rumah tanggah termasuk barang kaleng yang berpotensi menjadi tempat pembiakan nyamuk, pada musim hujan imago betina mempunyai habitat air jernih yang sangat luas untuk meletakkan telurnya, setiap benda berlekuk atau lekukan pohon atau bekas potongan pangkal pohon bamboo yang potensial sebagai penampung air jernih yang dijadikan tempat peletakan telur bagi serangga vektor terutama *Aedes albopictus* yang bisa hidup diluar rumah terlebih lagi cuaca dalam keadaan mendung dapat

merangsang naluri bertelurnya nyamuk dengan demikian populasi nyamuk meningkat drastis pada awal musim hujan yang diikuti meningkatnya kasus DBD di daerah tersebut³⁵

8. Bio ekologi *Aedes aegypti*

Secara bio ekologis kedua jenis nyamuk tersebut mempunyai dua habitat yaitu aquatic (perairan) untuk fase pendewasaan (telur, larva dan pupa) dan daratan atau udara untuk serangga dewasa walaupun habitat dewasa di daratan atau udara namun juga mencari tempat di permukaan air untuk meletakkan telurnya. Bila telur yang diletakkan tidak mendapat sentuhan air atau kering masih bertahan hidup antara 3 bulan sampai satu tahun masa herbinasi telur-telur itu akan berakhir atau sudah menetas bila sudah mendapatkan lingkungan yang cocok pada musim hujan untuk menetas telur akan menetas 3-4 jam setelah air menjadi larva³⁶

Habitat larva yang keluar dari telur tersebut hidup mengapung di bawah permukaan air. Perilaku hidup larva tersebut berhubungan dengan upaya menjulurkan alat pernafasan yang di sebut sifon menjangkau permukaan air demi mendapatkan oksigen untuk bernafas. Habitat seluruh masa pendewasaan dari telur larva dan pupa di dalam air walaupun jumlahnya sangat terbatas³⁶

Dewasa *Aedes aegypti* lebih menyukai tempat di dalam rumah, sering hinggap pada pakaian yang di gantung untuk beristirahat dan bersembunyi menantikan saat tepat inang datang untuk mengisap darah. Gambar 6 menjelaskan tempat-tempat yang sering dipakai nyamuk *Aedes aegypti*

untuk bertelur. Informasi tentang kebiasaan hidup nyamuk sangat penting untuk mempelajari dan memetakan keberadaan populasinya untuk tujuan pengendalian baik secara fisik mekanik, biologis maupun kimiawi.³⁷ dengan pola pemeliharaan habitat dan kebiasaan hidup imago tersebut *Aedes aegypti* dapat berkembang baik di tempat penampungan air seperti bak minum burung dan barang-barang bekas yang dibuang sebarangan pada waktu hujan terisi air.³⁸



Gambar2. 7 Tempat-tempat Perindukan Nyamuk *Aedes aegypti*

9. Perilaku makan dan cara Penularan penyakit

Aedes aegypti mempunyai perilaku makan mengisap nectar dan jus tanaman sebagai sumber energinya, selain energy imago betina juga membutuhkan pasokan protein sebagai keperluan produksi dan proses pematangan telurnya pasokan protein itu diperoleh dari cairan darah inang didalam proses melalui kebutuhan protein untuk proses pematangan telurnya ditentukan oleh frekuensi kontak antara vektor dengan inang. frekuensi kontak dapat dipengaruhi oleh kepadatan inang, ada perbedaan makan antara imago yang sudah terinfeksi virus DBD perbedaan tersebut

berimplikasi pada frekuensi kontak antara vektor dengan inang.³⁹

imago betina terinfeksi lebih sering kontak dengan inang untuk mendapatkan cairan darah untuk proses pematangan sel telurnya, kejadian itu meningkatkan frekuensi kontakannya dengan inang sehingga peluang penularan virus DBD semakin cepat dan singkat. Meningkatnya frekuensi kontak dengan inang dapat juga dipengaruhi oleh kisaran preferensinya terhadap inang. Walaupun *Aedes aegypti* diketahui bersifat antropofili namun penelitian tentang pola makan terhadap inang selain manusia, banyak dilakukan untuk mencari frekuensi kontak vektor tersebut dengan inang utama yaitu manusia.⁴⁰

Hasil penelitian Ponlwat & Harington (2005) yang dilakukan di sekitar tahun 2003 dan 2004 di Thailand menunjukan bahwa *Aedes aegypti* hampir sepenuhnya menghisap darah manusia, namun beberapa hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tempelis *et al* (1970) di hawaii menunjukan bahwa *Aedes aegypti* mempunyai inang selain manusia yaitu binatang peliharaan seperti anjing, kucing, sapi dan kuda. Sementara hasil penelitian di afrika yang dikutip oleh Weitz (1960) oleh Polawat dan Harington (2005) juga menyebutkan inang nyamuk tersebut selain manusia kucing, anjing, sapi jantan dan Kera⁴¹

Cara menularkan Virus DBD adalah melalui cucukan stilet nyamuk *Aedes aegypti* terhadap inang penderita DBD. Nyamuk *Aedes aegypti* yang bersifat antropofili itu lebih menyukai mengisap darah manusia dibandingkan dengan darah hewan. Darah yang diambil yang menderita

sakit mengandung virus DBD kemudian berkembang dalam tubuh nyamuk sekitar 8-10 hari selain itu nyamuk, setelah itu nyamuk yang sudah terinfeksi DBD. Efektif menularkan virus, apabila nyamuk yang sudah terinfeksi mencucuk inang maka virus yang berada dikelenjar liur nyamuk akan masuk ke dalam peredaran darah manusia, setelah melewati masa inkubasi 4-6 hari, penderita akan mendapat demam tinggi untuk mendapatkan inangnya nyamuk aktif terbang pada pagi hari yaitu sekitar 08.00-10.00 dan sore hari antara pukul 15.00 -17.00 nyamuk yang aktif mengisap darah adalah yang betina untuk mendapat protein, tiga hari setelah mengisap darah imago betina menghasilkan telur sampai 100 butir telur kemudian siap diletakkan pada media.⁴¹

Selain itu *Aedes aegypti* memiliki kemampuan untuk menularkan virus terhadap Keturunannya secara transovaarial atau melalui telurnya. Hanya *Aedes albopictus* yang mampu menularkan virus melalui keturunannya sementara *Aedes aegypti* tidak. sementara menemukan larva di Malaysia dengan laju infeksi virusnya lebih tinggi pada *Aedes aegypti* (13,7%) di bandingkan dengan *Aedes albopictus* (4,2%) keturunan nyamuk yang menetas dari telur nyamuk terinfeksi virus DBD secara otomatis menjadi nyamuk terinfeksi yang dapat menularkan virus DBD kepada inangnya yaitu manusia⁴²

10. Cara Pencegahan dan Pengendalian Vektor Demam Berdarah Dengue

Sejauh ini obat antiviral untuk infeksi virus dengue belum ada

demikian juga dengan vaksinya. Pengobatan bersifat symptomatic dan suportif artinya jika kekurangan cairan diberi minum atau infus, dan jika terjadi perdarahan berat di bawah kulit, mimisan atau buang air darah, diberi transfusi trombosit. Virus dengue termasuk self-limiting virus yang akan mati sendiri setelah tujuh hari jika penderita mampu melewati masa kritis maka ia akan sembuh total, hingga saat ini pencegahan dan pemberantasan demam berdarah dengue yang dapat dilakukan dengan memberantas vektornya. Untuk memutus mata rantai penularan pemberantasan nyamuk *Aedes aegypti* tersebut dapat dilakukan dengan berbagai cara ⁴³

11. Pengolahan lingkungan

Pada prinsipnya pengolahan lingkungan adalah mengusahakan agar kondisi lingkungan tidak disukai oleh nyamuk. Usaha ini dapat dilakukan pada lingkungan pada lingkungan Nyamuk dewasa dan pra dewasa untuk lingkungan nyamuk dewasa dilakukan dengan cara

- a. Menambah pencahayaan ruangan dengan memberi jendela kaca, lubang ventilasi, genteng kaca dan menggunakan cat berwarna cerah
- b. Mengurangi tanaman hias dan tanaman pekarangan
- c. Tidak membiasakan menggantung pakaian
- d. Memasang kawat kasa pada pintu, jendela dan lubang ventilasi
- e. Menguras dan menyikat penampung air sekurang kurangnya satu minggu sekali, karena perkembangan telur nyamuk 7-14 hari
- f. Menutup tempat penampungan air baik buatan maupun alami.

- g. Mengubur/ menutup barang-barang yang dapat menampung air hujan.
- h. Meniadakan genangan air yang tidak langsung dengan menimbun tanah usaha-usaha tersebut diatas telah banyak dilakukan dan dikembangkan di Indonesia dengan negara lain. Di Indonesia kegiatan PSN ini menjadi program kesehatan sehingga diperlukan peran serta aktif dari masyarakat⁴⁴

12. Pengendalian Secara Biologic

Dilakukan dengan memaparkan musuh-musuh yang ada di alam dan menggunakan bahan Biologi, khususnya pada stadium pra dewasa. Ikan kepala timah dan beberapa jenis ikan hias serta larva. *toxorhyncitis sp* diketahui merupakan predator larva nyamuk. Pemberian larva *toxorhyncitis sp* (instarI) ditempat penampungan air pada uji lapangan di Jakarta menunjukan hasil yang kurang memuaskan karena larva ini gerakannya lambat sehingga mudah terbawa pada waktu pengambilan air sehari hari

13. Pengendalian Genetik

Pengendalian secara genetik adalah pengendalian yang menggunakan rekayasa genetika. Pengendalian genetika ini adalah dengan melepaskan nyamuk-nyamuk jantan yang telah disterilkan. Nyamuk jantan steril diharapkan mengawini nyamuk betina di alam. Jika nyamuk betina kebetulan kawin dengan nyamuk jantan steril maka nyamuk betina tersebut tidak akan menghasilkan keturunannya.⁴⁵

14. Pemberantasan dengan menggunakan bahan kimia

Bahan kimia yang banyak digunakan pada pemberantasan *Aedes aegypti* adalah golongan organofosfat. Malation dipakai pada pemberantasan nyamuk Dewasa dan abate 1% SG digunakan untuk membunuh larva. Malation digunakan secara pengasapan (*Thermal fogging*) atau pengasapan (*cold fogging*). Hal ini dilakukan karena kebiasaan nyamuk beristirahat pada benda yang tergantung. Pestisida adalah suatu zat yang dapat bersifat racun, menghambat pertumbuhan/perkembangan, tingkah laku, perkembangbiakan, kesehatan, mempengaruhi hormon, penghambat makan, membuat mandul, sebagai pemikat, penolak, dan aktivitas lainnya yang mempengaruhi organisme. Sedangkan larvasida adalah suatu golongan pestisida menurut stadium serangga yang dibunuhnya yang di maksudkan untuk membunuh serangga pada stadium larva.⁴⁶

Larvasida yang di gunakan untuk memberantas larva nyamuk harus mempunyai beberapa sifat sebagai berikut,

1. Efektif pada dosis Rendah.
2. Tidak bersifat racun pada manusia.
3. Tidak menyebabkan perubahan rasa, warna dan bau air yang mendapat perlakuan.
4. Efektivitas nya lama.

Semua sifat tersebut ada pada larvasida Abate (*0,0,0,0-tetramethyl0,0-penhylenephosphorothionate*),

15. Karakteristik Wilayah

Wilayah dapat diartikan sebagai bagian dari permukaan bumi yang mempunyai Keseragaman atas ciri-ciri tertentu baik yang bersifat fisik maupun social . ciri yang di maksud misalnya iklim, topografi, jenis tanah, kebudayaan, bahasa, ras dan sebagainya (Suharjo 2000). Karakteristik adalah sifat atau penampakan berdasarkan besaran ciri. Karakteristik wilayah adalah besaran besaran penampakan sifat yang dimiliki suatu wilayah sebagai suatu hasil proses lix interaksi antara berbagai komponen di permukaan bumi atau atmosfer , biosfer, hidrosfer, litosfer, predesfer dan atmosfer. Karakteristik wilayah yang berhubungan dengan kehidupan nyamuk *Aedes aegypti* adalah sebagai berikut ⁴⁷

a. Ketinggian

Ketinggian merupakan Faktor penting yang membatasi penyebaran *Aedes aegypti* di India. *Aedes aegypti* tersebar mulai dari ketinggian 0-100 meter di atas permukaan laut. Di dataran rendah (kurang dari 500 m) tingkat populasi nyamuk sedang hingga tinggi, sementara di daerah pegunungan (lebih dari 500 m) populasi rendah. Di Negara asia tenggara ketinggian 100-1500 m merupakan batas penyebaran *Aedes aegypti*. ⁴⁷

Di belahan dunia lain nyamuk tersebut ditemukan di daerah yang lebih tinggi seperti ditemukan pada ketinggian lebih dari 2200 m di kolombia. Di atas ketinggian 1000 meter tidak dapat berkembang biak karena pada ketinggian tersebut suhu udara terlalu rendah. ⁴⁷

b. Suhu Udara

Suhu udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi Kehidupan *Aedes aegypti*. Nyamuk *Aedes aegypti* akan meletakkan telurnya pada temperatur udara sekitar 20- 30° C. telur yang diletakkan dalam air akan menetas pada waktu 1 – 3 hari pada suhu 30° C tetapi pada temperatur 16° C membutuhkan waktu sekitar 7 hari. Nyamuk dapat hidup pada suhu rendah tetapi proses metabolismenya memburuk atau terhenti jika suhu turun sampai di bawah suhu kritis. Pada suhu lebih tinggi dari 35° C juga mengalami perubahan dalam arti lambatnya proses-proses fisiologi, rata-rata suhu optimum untuk pertumbuhan nyamuk adalah 25- 27°C ⁴⁸

Pertumbuhan nyamuk akan Terhenti sama sekali pada suhu kurang dari 10°C atau lebih dari 40°C. Kecepatan perkembangan nyamuk tergantung dari kecepatan metabolisme yang sebagian di atur oleh suhu. Karena kejadian-kejadian biologis tertentu seperti lamanya pra dewasa, kecepatan pencernaan darah yang diisap dan pematangan indung telur dan frekuensi mengambil makanan atau menggigit berbeda beda menurut suhu, demikian pula lamanya perjalanan virus dalam tubuh nyamuk ⁴⁸

c. Kelembaban udara

Kelembaban udara adalah banyaknya uap air yang terkandung dalam udara yang biasanya dinyatakan dalam persen dalam kehidupan

nyamuk kelembaban udara mempengaruhi kebiasaan meletakkan telurnya. Hal ini berkaitan dengan kehidupan nyamuk atau serangga pada umumnya bahwa kehidupannya di tentukan oleh factor kelembaban. Sistem pernafasan nyamuk *Aedes aegypti* yaitu dengan menggunakan pipa-pipa udara yang disebut trachea dengan lubang-lubang pada dinding tubuh nyamuk disebut spiracle yang terbuka lebar tanpa⁴⁹

Ada mekanisme pengaturannya, maka pada kelembaban rendah akan penguapan air dalam tubuh nyamuk yang akan menyebabkan keringnya cairan tubuh nyamuk, dan salah satu musuh nyamuk dewasa adalah penguapan, pada kelembaban kurang dari 60% umur nyamuk akan menjadi pendek, tidak bisa menjadi vektor karena tidak cukup waktu untuk perpindahan virus dari lambung ke kelenjar ludah⁴⁹

d. Curah Hujan

Curah hujan akan mempengaruhi kelembaban udara dan menambah jumlah tempat perindukan nyamuk alamiah. Perindukan nyamuk alamiah di luar ruangan selain di sampah -sampah kering seperti botol bekas, kaleng-kaleng juga potongan bambu sebagai pagar sering dijumpai di rumah-rumah penduduk desa serta daun daunan yang memungkinkan menampung air hujan merupakan tempat perindukan yang baik untuk bertelurnya *Aedes aegypti*⁵⁰

e. **Kualitas air breeding place**

Aedes aegypti suka bertelur di air yang jernih tidak berhubungan langsung dengan tanah Tempat perkembangbiakan utama adalah tempat-tempat penampungan air yang berupa genangan air yang tertampung di suatu tempat atau bejana di dalam atau sekitar rumah atau tempat-tempat umum, biasanya tidak melebihi jarak 500 meter dari rumah. nyamuk ini biasanya tidak dapat berkembang biak di genangan air yang langsung berhubungan dengan tanah. Jenis tempat perkembangbiakan nyamuk *Aedes aegypti* dapat di kelompokkan sebagai berikut.⁵¹

- i. Tempat penampungan air (TPA) untuk keperluan sehari hari seperti; drum, tangki reservoir, tempayan, bak mandi, dan ember
- ii. Tempat penampungan air yang bukan keperluan sehari hari seperti; tempat minum burung, vas bunga, perangkap semut, dan barang-barang bekas (ban, Kaleng, botol, plastic dan lain lain)
- iii. Tempat penampungan air alamiah seperti: lubang pohon, lubang batu, pelepah daun, tempurung kelapa, pelepah pisang, dan potongan bambu.⁵¹

16. Cara Masuk Insektisida

Menurut cara masuk insektisida ke dalam tubuh serangga sasaran dibedakan menjadi 3 kelompok sebagai berikut:⁵²

a. **Racun Lambung (Racun Perut/*Stomach Poison*)**

Racun lambung atau racun perut adalah insektisida - insektisida

yang membunuh serangga sasaran bila insektisida tersebut masuk ke dalam organ pencernaan serangga dan diserap oleh dinding saluran pencernaan. Selanjutnya insektisida tersebut dibawa oleh cairan tubuh serangga ke tempat sasaran yang mematikan (misalnya ke susunan saraf serangga). Oleh karena itu, serangga harus terlebih dahulu memakan umpan yang sudah disemprot dengan insektisida dalam jumlah yang cukup untuk membunuhnya.⁵³

b. Racun Kontak

Racun kontak adalah insektisida yang masuk ke dalam tubuh serangga lewat kulit (bersinggungan langsung). Serangga sasaran akan mati bila bersinggungan (kontak langsung) dengan insektisida tersebut.

c. Racun Pernapasan

Racun pernapasan adalah insektisida yang bekerja lewat saluran pernapasan. Serangga sasaran akan mati bila menghirup insektisida dalam jumlah yang cukup. Kebanyakan racun pernapasan berupa gas atau bila asalnya padat atau cair yang segera berubah atau menghasilkan gas. Sedangkan dilihat dari cara kerjanya, insektisida dibedakan atas :⁵⁴

- i. Insektisida peracun fisik akan menyebabkan dehidrasi, yaitu keluarnya cairan tubuh dari dalam tubuh serangga.
- ii. Insektisida peracun protoplasma dapat mengendapkan protein dalam tubuh serangga.

- iii. Insektisida peracun pernapasan dapat menghambat aktivitas enzim pernapasan.

Simpson dan Simpson (1990) menjelaskan bahwa apabila terjadi perubahan nutrisi pada serangga karena adanya senyawa kimia dalam makanannya, maka serangga akan melakukan suatu respons kompensasi. Respons ini dilakukan sebagai upaya untuk mempertahankan kehidupannya, yaitu dengan cara mengubah laju konsumsi dan efisiensi pencernaan serta metabolismenya. Pengaruhnya akan terlihat pada pertumbuhan, lama perkembangan dan mortalitas serangga, menurunkan fekunditas. Pada akhirnya, akan mempengaruhi jumlah populasi serangga tersebut di alam.

17. Resistensi serangga terhadap Pestisida

Artropoda (serangga) dikatakan kebal (resistensi) terhadap Insektisida tertentu adalah dengan menggunakan dosis yang biasa di gunakan namun serangga tersebut tidak dapat dibunuh. Resistensi dapat terjadi Karena berbagai faktor lain serangga tersebut memiliki sistem enzim yang menetralkan racun (insektisida) selain itu terdapatnya timbunan lemak dalam tubuh serangga yang dapat menetralkan insektisida yang masuk dan hambatan-hambatan lain yang mencegah penyerapan insektisida ke dalam tubuh meningkatkan resistensi serangga terhadap insektisida.⁵⁵

Selain factor-factor diatas hal lain yang dapat mempengaruhi resistensi adalah stadium serangga , generasi dan kompleksitas gen dari Serangga, Insektisida yang bekerja terhadap semua stadium serangga artinya dapat

Membunuh Serangga baik pada stadium telur, larva, pupa, dan dewasa insektisida jenis ini akan cepat menimbulkan resistensi dibandingkan dengan insektisida yang bekerja pada 1 Stadium tertentu, serangga yang mempunyai beberapa generasi dalam setahun akan lebih cepat mengalami resistensi terhadap insektisida dibandingkan dengan serangga yang hanya mempunyai satu generasi dalam 1 tahun. Gen juga berpengaruh terhadap resistensi serangga semakin banyak gen yang mengatur kemampuan resistensi serangga terhadap insektisida, semakin lambat terjadi resistensi

Paparan pestisida terus menerus dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan Resistensi. Jika terjadi resistensi. Maka dosis harus ditingkatkan serta sesuaikan dengan penciptaan insektisida baru untuk memberantas serangga tersebut dosis yang meningkat tanpa disesuaikan penciptaan pestisida baru akan membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan.

18. Asetilkolinesterase

Satu dari sekian banyak enzim dalam tubuh adalah asetilkolinesterase atau sering disingkat dengan kolinesterase saja. Studi tentang kolinesterase diawali pada tahun 1914, kemudian dilanjutkan oleh Loewi dan Navratil pada tahun 1926 dengan mengisolasi dari jantung katak untuk membuktikan adanya penghambatan *physostigmin* (eserine) dan efeknya pada asetilkolin. Selanjutnya pada tahun 1932 Stedman et al mengisolasi enzim ini dari serum kuda dan dikenal sebagai kolin- esterase (Giles,

2006). Kolinesterase ini berfungsi untuk mendegradasi asetilkolin menjadi kolin dan asam asetat.⁵⁶

19. Sintesis Asetilkolinesterase (AChE)

Struktur asetilkolin yang relatif sederhana, terdapat di sebahagian besar vesikel-vesikel kecil dan bening dalam konsentrasi tinggi di tonjolan-tonjolan akhir neuron yang melepaskan asetilkolin (neuron kolinergik). Asetilkolin disintesis oleh adanya kondensasi kolin dan asetil CoA yang dikatalisir oleh enzim kolin asetil transferase. Kolin juga dibentuk dalam neuron, asetat diaktifkan melalui penggabungan gugus asetat dengan koenzim A reduksi. Reaksi antara asetat aktif (asetil koenzim A) dengan kolin, dikatalisis oleh enzim kolin asetiltransferase. Kolin secara aktif diambil ke dalam neuron kolinergik dengan menggunakan suatu transporter⁵⁷

Enzim kolin asetiltransferase dengan konsentrasi tinggi terdapat di sitoplasma ujung-ujung saraf kolinergik, lokasinya demikian spesifik sehingga adanya enzim ini dengan konsentrasi tinggi disuatu daerah persarafan, menunjukkan bahwa sinaps-sinaps di daerah itu adalah kolinergik. Selain di saraf *asetilkolinesterase* (AChE) juga dapat dijumpai di darah.⁵⁷

Kolin diperoleh dari diet, beberapa diperoleh dari reabsorpsi *synaptic junction* atau dari sumber metabolik lainnya. Sumber terbesar asetil CoA adalah dekarboksilasi piruvat oleh kelompok piruvat dehidrogenase

(Devlin, 2000). Asetil CoA disintesis di mitokondria dan kolin asetiltransferase terdapat di sitosol. Sintesa asetilkolin berlangsung pada neuron presinaptik. Asetilkolin dilepaskan dan berinteraksi dengan reseptor nikotinic yang terletak pada membran post sinaptik.⁵⁷

20. Fungsi Asetilkolinesterase

Kerja asetilkolin pada membran post sinaptik tersebut di atas diakhiri oleh aksi dari enzim asetilkolinesterase yang menghidrolisis asetilkolin menjadi asetat dan kolin. Kolin hasil hidrolisis ini kemudian dibawa kembali ke membran presinaptik dan dipergunakan untuk sintesis asetilkolin. Asetat direabsorpsi kembali ke darah dan dimetabolisme oleh jaringan selain jaringan syaraf.⁵⁸

Asetilkolin harus segera dihilangkan dari sinaps untuk dapat terjadinya repolarisasi. Pembersihan berlangsung melalui hidrolisis asetilkolin menjadi kolin dan asetat oleh asetilkolinesterase. Enzim ini juga dinamakan kolinesterase sejati atau spesifik. Afinitas (daya gabung) enzim ini yang paling kuat adalah terhadap asetilkolin, tetapi juga dapat menghidrolisis ester-ester kolin lain. Dalam tubuh ada berbagai macam esterase. Salah satunya yang ada dalam plasma dapat menghidrolisis asetilkolin, tetapi mempunyai sifat-sifat yang berbeda dari asetilkolinesterase. Oleh sebab itu, enzim yang satu ini dinamakan pseudokolinesterase atau kolinesterase non spesifik.⁵⁹

Kolinesterase yang terdapat di plasma ini ada dibawah kendali sistem endokrin dan dipengaruhi oleh perubahan variatif fungsi hati. Sebaliknya

kolinesterase spesifik yang terdapat di ujung saraf tempatnya sangat terlokalisasi. Pembentukan enzim ini disandikan oleh satu gen tunggal, tetapi dua unit catalytic terbentuk melalui penyambungan alternatif mRNA. Satu terikat pada membran sel melalui kaitan glikolipid sedangkan yang satu lagi biasanya berekor kolagen. Hidrolisis asetilkolin oleh kolinesterase yang berlangsung cukup cepat dapat menjadi dasar penjelasan perubahan konduktans Na^+ dan kegiatan listrik yang terjadi pada peristiwa transmisi sinaptik.⁶⁰

Enzim asetilkolinesterase (AChE), mempunyai K_M $9,5 \times 10^{-9}$, K_{cat} $1,4 \times 10^4 \text{ S}^{-1}$, efisiensi katalitik (K_{Cat}/K_M) $1,5 \times 10^8 \text{ M}^{-1}\text{S}^{-1}$ adalah suatu katalisator yang baik. Penelitian tentang asetilkolinesterase (AChE) telah dilakukan pada tahun 1991 oleh Israel Silman dan Joel L. Jussman, pada ikan *Torpedo californica* (Tc AChE) dan mendapatkan struktur 3 dimensi (3-D), *catalytic triad* pada AChE, seperti terlihat pada Didapati 537 residu AChE pada ikan *Torpedo California* dengan *catalytic site* histidin 440, serin 200 dan asam glutamat 237.⁵⁸

Sejumlah gas saraf dan neurotoksin lainnya menginhibisi aktifitas asetilkolinesterase dengan mengadakan reaksi pada bagian aktif serin. Akibatnya toksin ini memperpanjang aksi asetilkolin, sehingga memperpanjang reaksi depolarisasi membran. Inhibitor tersebut dapat mematikan karena pencegahan relaksasi otot pernafasan⁶⁰

C. Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.)

1. Sinonim

Syzygium aromaticum L. *Eugenia caryophyllata*, *Eugenia aromatica*,
Caryophyllus aromaticus, *Jambos caryophyllus* ⁶¹

2. Taksonomi

| | |
|-------------|---|
| Divisio | :Spermatophyta |
| Sub-Divisio | :Angiospermae |
| Kelas | :Dicotyledoneae |
| Sub-Kelas | : Choripetalae |
| Ordo | : Myrtales |
| Famili | : Myrtaceae |
| Genus | : <i>Syzygium</i> |
| Spesies | : <i>Syzygium aromaticum</i> L. ²⁷ |

3. Nama Lokal

Clove (Inggris); Cengkeh (Indonesia, Jawa dan Sunda); Wunga Lawang (Bali); Bungeu lawang (Gayo); Sake (Nias); Cangkih (Lampung); Hungolawa (Gorontalo); Canke (UjungPandang); Cengke (Bugis); Sinke (Flores); Pualawane (Ambon); Gomode (Halmahera danTidore) ⁶²

4. Deskripsi Tumbuhan

Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L) termasuk jenis tumbuhan perdu yang dapat memiliki batang pohon besar dan berkayu keras, cengkeh mampu bertahan hidup puluhan bahkan sampai ratusan tahun, tingginya

dapat mencapai 20-30 meter dan cabang-cabangnya cukup lebat. Daun tunggal, bertangkai, tebal, kaku, bentuk bulat telur sampai lanset memanjang, ujung runcing, pangkal meruncing, tepi rata, tulang daun menyirip, permukaan atas mengkilap, panjang 6-13,5 cm, lebar 2,5-5 cm, warna hijau muda atau coklat muda saat masih muda dan hijau tua ketika tua⁶³

Bunga dan buah cengkeh akan muncul pada ujung ranting daun dengan tangkai pendek serta bertandang. Pada saat masih muda bunga cengkeh berwarna keungu-unguan, kemudian berubah menjadi kuning kehijauan dan berubah lagi menjadi merah muda apabila sudah tua. Sedang bunga cengkeh kering akan berwarna coklat kehitaman dan berasa pedas sebab mengandung minyak atsiri. Perbanyak tanaman dapat dilakukan secara vegetatif dan generatif. Tanaman ini tumbuh baik di daerah tropis di ketinggian 600-1.100 meter di atas permukaan laut (dpl) di tanah yang berdrainase baik.¹⁵

D. Minyak atsiri

1. Definisi

Minyak atsiri atau dikenal juga sebagai minyak enteris adalah kelompok besar minyak nabati yang berwujud cairan kental pada suhu ruang namun mudah menguap sehingga memberikan aroma yang khas. Minyak atsiri bersifat mudah menguap karena titik uapnya rendah. Sebagian besar minyak atsiri termasuk dalam golongan senyawa organik

terpena dan *terpenoid* yang bersifat larut dalam minyak/lipofil⁶²

Minyak atsiri dari tanaman cengkeh dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan sumbernya, yaitu minyak daun cengkeh (*clove leave oil*), minyak tangkai cengkeh (*clove stem oil*), minyak bunga cengkeh (*clove bud oil*). Minyak daun cengkeh merupakan salah satu minyak atsiri yang cukup banyak dihasilkan di Indonesia dengan cara penyulingan. Minyak daun cengkeh berupa cairan berwarna bening sampai kekuning-kuningan, mempunyai rasa yang pedas, dan berbau aroma cengkeh. Warnanya akan berubah menjadi coklat atau berwarna ungu jika terjadi kontak dengan besi atau akibat penyimpanan

2. Pembuatan minyak atsiri

Pembuatan minyak atsiri dapat dilakukan dengan tiga cara

a. Solvent extraction (ekstraksi dengan pelarut)

Cara ekstraksi dengan pelarut dapat dilakukan pada keadaan khusus terutama untuk senyawa yang tidak begitu polar, beberapa senyawa atsiri dengan berat molekul rendah mudah untuk diekstraksi dengan pelarut organik secara efisien.

b. Aerasi (pengaliran dengan udara)

Aerasi dilakukan dengan cara mengalirkan uap yang terbawa udara melalui pereaksi yang sekurang-kurangnya bereaksi dengan beberapa komponen menghasilkan turunan yang tak atsiri.

c. Distilasi (penyulingan)

Penyulingan dilakukan dengan cara mendidihkan bahan baku yang dimasukkan kedalam ketel hingga menghasilkan uap atau dengan cara mengalirkan uap jenuh dari ketel pendidih air kedalam ketel penyulingan. Ada tiga macam cara penyulingan :

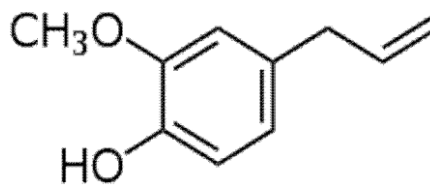
- i. Hidro destilasi (penyulingan dengan air)
- ii. Penyulingan dengan air dan uap
- iii. Penyulingan langsung dengan uap

Cara penyulingan minyak atsiri, pertama-tama adalah memasukkan bahan baku dari tanaman yang mengandung minyak kedalam ketel pendidih atau ke dalam ketel penyulingan dan dialiri uap. Air yang panas dan uap, akan mempengaruhi bahan tersebut sehingga di dalam ketel terdapat dua cairan, yaitu air panas dan minyak atsiri. Kedua cairan tersebut dididihkan perlahan-lahan hingga terbentuk campuran uap yang terdiri dari uap air dan uap minyak. Campuran uap ini akan mengalir melalui pipa-pipa pendingin dan terjadilah proses pengembunan sehingga uap tadi kembali mencair. Dari pipa pendingin, cairan tersebut dialirkan ke alat pemisah yang akan memisahkan minyak atsiri dari air berdasarkan berat jenisnya).

3. Komponen Utama Minyak Cengkeh

Komponen utama dalam minyak atsiri daun cengkeh adalah senyawa *eugenol*, *eugenol asetat* dan *caryophyllene* . Kadar *eugenol* dalam minyak atsiri daun cengkeh umumnya antara 80-88% *Eugenol* ($C_{10}H_{12}O_2$),

merupakan turunan guaiakol yang mendapat tambahan rantai alil, dikenal dengan nama IUPAC 2- metoksi-4-(2-propenil) fenol. *Eugenol* dapat dikelompokkan dalam keluarga alilbenzena dari senyawa-senyawa fenol. Berat molekul 164,20 dan titik didih 250 -255°C. Warnanya bening⁶⁵



Gambar2. 8 Struktur Molekul Eguanol

hingga kuning pucat, kental seperti minyak. *Eugenol* sedikit larut dalam air namun mudah larut pada pelarut organik (alkohol, eter dan kloroform). *Eugenol* memberikan bau dan aroma yang khas pada minyak cengkeh, berbau keras, dan mempunyai rasa pedas. *Eugenol* mudah berubah menjadi kecokelatan apabila dibiarkan di udara terbuka. Struktur molekul *eugenol*

Dalam bidang industri pemanfaatan *eugenol* masih terbatas pada industri parfum. Dalam kesehatan digunakan sebagai antiseptik dan anestesi lokal. *Eugenol* juga digunakan dalam memproduksi *iso eugenol* untuk pembuatan vanillin. Jika *eugenol* dikombinasikan dengan zinc oxide dapat berfungsi sebagai material semen yang digunakan oleh dokter gigi untuk menambal karies gigi sementara *Eugenol* yang terkandung dalam semen ini mempunyai potensi iritasi terhadap jaringan tetapi disamping itu juga memiliki keunggulan dengan daya anti bakterinya.⁶⁵

eugenol mempunyai sifat neurotoxic. *Eugenol* dapat mempengaruhi susunan saraf yang khas dipunyai oleh serangga dan tidak terdapat pada hewan berdarah panas. Neurotoxic bekerja dalam proses penekanan terhadap sistem saraf serangga, paralisis, selanjutnya terjadi kematian, ditandai dengan tubuh yang apabila disentuh terasa lunak dan lemas.⁶⁶

4. Manfaat Tanaman Cengkeh

Tanaman cengkeh sejak lama digunakan dalam industri rokok keretek, makanan, minuman dan obat-obatan. Bagian tanaman yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan diatas adalah bunga, tangkai bunga dan daun cengkeh. Orang India menggunakan cengkeh sebagai campuran bumbu khas India atau garam masala. Bunga cengkeh yang sudah kering dapat digunakan sebagai obat kolera dan menambah denyut jantung. Minyak cengkeh sering digunakan sebagai pengharum mulut, mengobati bisul, sakit gigi, memperkuat lendir usus dan lambung serta menambah jumlah sel darah putih¹⁵

E. Repellent

Repellent adalah bahan-bahan kimia yang mempunyai kemampuan untuk menjauhkan atau menolak nyamuk dari manusia, sehingga dapat menghindari gigitan serangga atau gangguan serangga terhadap manusia. Repellent dapat digunakan dengan cara mengosongkannya pada tubuh atau menyemprotkannya pada pakaian, oleh karena itu repellent harus memenuhi syarat, tidak mengganggu pakaian, tidak melekat atau lengket, baunya menyenangkan pemakainya dan orang disekitarnya, tidak menimbulkan iritasi pada kulit,

tidak beracun dan daya pengusir terhadap serangga hendaknya bertahan cukup lama,⁶⁷

Repellent merupakan substansi yang bila di gosokan pada kulit dapat memberikan perlindungan dari gigitan serangga atau ektoparasit . bahan-bahan yang di gunakan sebagai penolak serangga terutama sebagai pelindung diri dari gigitan nyamuk bukanlah hal yang baru, misalnya telah di gunakan sebagai penolak serangga pada suatu era saman purbakala hingga tahun 1940 bahan nabati seperti pyrethrum minyak citronella dan minyak-minyak esensial lainnya merupakan bahan dasar penolak serangga karena daya tarik alami serangga terhadap makanya atau tempat tinggalnya. Kebanyakan zat penolak serangga menolak serangga karena bersifat toksik bagi serangga dan baunya tidak di senangi oleh serangga⁶⁸

Bagi manusia dan hewan, repellent di gunakan terutama untuk mencegah serangan nyamuk yang dapat menyebabkan agen penyakit pada tempat-tempat dimana tidak memungkinkan untuk tidak digunakan insektisida sangat menguntungkan dengan adanya zat penolak serangga tersebut. Mekanisme kerja repellent sampai saat ini belum di ketahui secara pasti atau belum diungkapkan seluruhnya tetapi pada teori lama yang menyatakan bahwa repellent akan menetralkan bau badan manusia atau binatang sehingga serangga menjadi tidak tertarik³⁷

F. Losion

sediaan farmasi yang dapat digolongkan ke dalam dua sediaan, yaitu sediaan cair dan sediaan setengah padat baik berupa suspensi atau dispersi,

dapat berbentuk suspensi zat padat dalam serbuk halus dengan pensuspensi yang cocok atau emulsi tipe minyak dalam air dengan surfactant yang cocok, pada penyimpanan mungkin terjadi pemisahan. Dapat ditambahkan zat warna, zat pengawet dan zat pewangi yang cocok Hal yang membedakan antara losion dan krim secara fisik adalah krim mempunyai viskositas yang tinggi dan tidak mudah dituang, sedangkan losion dapat mudah dituang, jadi dengan kata lain losion adalah bentuk emulsi yang cair. Losion dimaksudkan untuk pemakaian luar digunakan pada kulit sebagai pelindung atau untuk obat karena sifat bahan bahannya. Kecairannya memungkinkan pemakaian pada kulit yang merata dan cepat pada permukaan kulit yang luas, losion dimaksudkan segera kering pada kulit setelah pemakaian⁶⁹

1. Losion Bentuk Emulsi

Emulsi adalah sediaan berupa campuran yang terdiri dari dua fase cairan dalam system disperse, fase cairan yang satu terdispersi sangat halus dan homogeny dalam fase cairan yang lain, umumnya distabilkan dengan zat pengemulsi. Fase cairan terdispersi disebut fase dalam dan fase cairan pembawa disebut fase luar. Bila fase dalam berupa minyak atau larutan zat dalam minyak dan fase luarnya air atau larutan air maka emulsi mempunyai tipe minyak dalam air (m/a). sedangkan bila fase dalam adalah air atau larutan air dan fase luarnya minyak atau larutan minyak maka tipe emulsi nya adalah air dalam minyak (a/m) .Terdapat dua alternative dasar dalam pembuatan emulsi, yaitu; dengan menurunkan tegangan antarmuka dan dengan mencegah penggabungan

tetes. Menurut teori emulsi klasik, zat aktif permukaan mampu mengurangi tegangan permukaan dan bertindak sebagai penghalang⁶

bergabungnya tetesan karena zat-zat tersebut diabsorpsi pada permukaan tetesan-tetes yang terdispersi. Zat pengemulsi memudahkan pembentukan emulsi dengan tiga mekanisme, dan meninggalkan lapisan pada permukaan kulit, dan yang penting pula untuk memperhatikan bahwa losion harus mempunyai viskositas tertentu, tidak terlalu kental sehingga mudah dituang dan tidak terlalu encer agar tidak mudah dituang¹²

Efektifitas suatu sediaan losion ditentukan dari kemampuannya untuk membentuk lapisan tipis yang menutupi permukaan kulit membuat kulit halus, dan sedapat mungkin menghambat penguapan air, lapisan yang terbentuk sebaiknya tidak membuat kulit berminyak dan panas. Untuk membuat suatu formula losion agar memenuhi kriteria, seperti mudah dioleskan, mudah dicuci, tidak berbau tengik, dan tetap stabil dalam penyimpanan, maka diperlukan bahan-bahan dengan konsentrasi yang sesuai¹³

2. Bahan-bahan Pembentuk Repellant

Bahan yang biasa terdapat dalam formula losion adalah (Lachman,1994):

a. Barrier agent (pelindung)

Stearat, Bentonit Berfungsi sebagai pelindung kulit dan juga ikut mengurangi dehidrasi.

Contoh : Asam, Seng Oksida, Titanium oksida, Dimetikon.

b. *Emollient* (pelembut)

Berfungsi sebagai pelembut kulit sehingga kulit memiliki kelenturan pada permukaannya dan memperlambat hilangnya air dari permukaan kulit. Contoh : Lanolin, Paraffin, steril alkohol, vaselin.

c. *Humectan* (pelembab)

Bahan yang berfungsi mengatur kadar air atau kelembaban pada sediaan losion itu sendiri maupun setelah dipakai pada kulit. Contoh : gliserin, propilenglikol, sorbitol.

d. *Pengental dan pembentuk film*

Berfungsi mengentalkan sediaan sehingga dapat menyebar lebih halus dan lekat pada kulit, di samping itu juga berfungsi sebagai *stabilizer*.
Contoh: setil alkohol, karbopol, vegum, tragakan, gum, gliseril mono stearat.

e. *Emulsifier* (zat pembentuk emulsi)

Berfungsi menurunkan tegangan permukaan antara minyak dan air, sehingga minyak dapat bersatu dengan air. Contoh: trietanolamin, asam stearat, setil alkohol.

f. *Buffer* (Larutan dapar)

Berfungsi untuk mengatur atau menyesuaikan pH losion agar sesuai dengan pH kulit. Contoh: Asam sitrat, asam laktat, natrium sitrat.