

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Udang Vaname

2.1.1 Klasifikasi dan Morfologi

Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) (Gambar 1) termasuk krustase dalam ordo dekapoda dimana didalamnya juga termasuk udang, lobster dan kepiting. Klasifikasi udang vaname adalah sebagai berikut (Wyban dan Sweeney, 1991):

Phylum	: Arthropoda
Class	: Malacostraca
Order	: Decapoda
Suborder	: Dendrobranchiata
Super Family	: Penaeidea
Family	: Penaeidae
Genus	: Litopenaeus
Species	: <i>Litopenaeus vannamei</i>



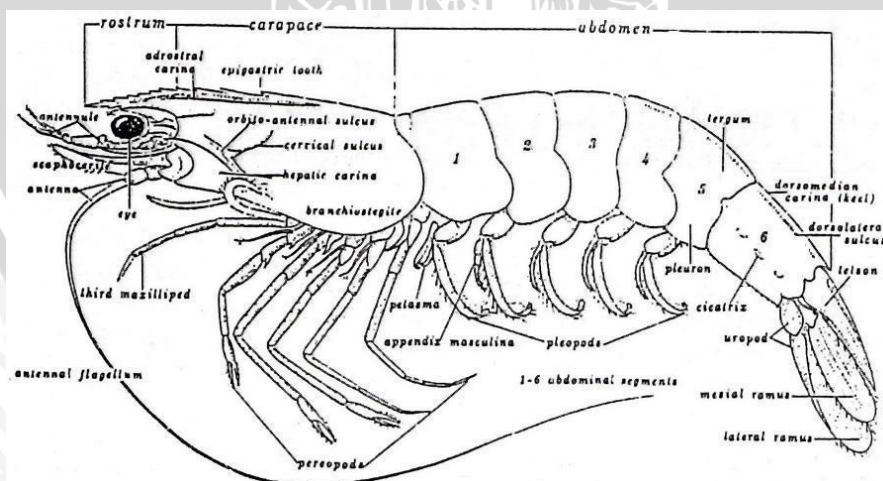
Gambar 1. Udang vaname (*Litopenaeus vannamei*)

Menurut Haliman dan Adijaya (2005), menyatakan bahwa tubuh udang vaname dibentuk oleh dua cabang (biramous) yaitu *exopodite* dan *endopodite*. Vaname memiliki tubuh berbuku-buku dan aktifitas berganti kulit luar atau exoskeleton secara periodik (molting). Bagian udang vaname sudah mengalami modifikasi sehingga dapat digunakan untuk keperluan sebagai berikut:

- Makan, bergerak, dan membenamkan diri dalam lumpur (burrowing).
- Menopang insang karena struktur insang mirip bulu unggas.
- Organ sensor, seperti pada antena dan antenula.

Nama umum udang vaname adalah *Pacific white shrimp*, *West Coast white shrimp*, *Camaron blanco*, *Langostino*. Nama FAO adalah *Whiteleg shrimp*, *Crevette pattes blanches*, *Camaron patiblanco* (Rosenberry, 2006).

Ciri-ciri udang vaname adalah rostrum bergigi, biasanya 2-4 (kadang-kadang 5-8) pada bagian ventral yang cukup panjang dan pada udang muda melebihi panjang *antennular peduncle* (Gambar 2). Karapaks memiliki *pronounced antenal* dan *hepatic spines*. Pada udang jantan dewasa, *petasma symmetrical, semi-open*, dan tidak tertutup. Spermatofora sangat kompleks yang terdiri atas masa sperma yang dibungkus oleh suatu pembungkus yang mengandung berbagai struktur perlekatan (*anterior wing, lateral flap, caudal flange, dorsal plate*) maupun bahan-bahan adhesif dan glutinous. Udang betina dewasa memiliki *open thelycum* dan *sternit ridges*, yang merupakan pembeda utama udang vaname betina (Elovaara, 2001).



Gambar 2. Morfologi *Litopenaeus vannamei*
(Sumber: Wyban dan Sweeney, 1991)

Udang vaname mempunyai karapaks yang transparan, sehingga warna dari perkembangan ovarium jelas terlihat. Pada udang betina, gonad pada awal perkembangannya berwarna keputih-putihan, berubah menjadi coklat keemasan atau hijau kecoklatan pada saat hari pemijahan. Setelah perkawinan, induk betina akan mengeluarkan telur yang disebut dengan pemijahan (*spawning*). Perkawinan lebih bersifat *open thelycum*, yaitu setelah gonad mengalami matang telur (Haliman dan Adijaya, 2005).

2.1.2 Habitat dan Penyebaran

Di alam udang ini menyukai dasar berlumpur pada kedalaman dari garis pantai sampai sekitar 72 m. Hewan ini juga telah ditemukan menempati daerah mangrove yang masih belum terganggu. Udang ini nampaknya dapat beradaptasi dengan perubahan temperatur dan tekanan di alam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa udang vaname dapat beradaptasi dengan baik pada level salinitas yang sangat rendah sehingga menjadikan udang ini sebagai udang yang paling banyak dibudidayakan di kolam air tawar (salinitas sangat rendah dimana udang ini dapat beradaptasi (Elovaara, 2001).

Menurut Briggs *et al.* (2006), udang vaname hidup di habitat laut tropis dimana suhu air biasanya lebih dari 20°C sepanjang tahun. Udang vaname dewasa bertelur di laut terbuka, sedangkan pada stadia postlarva udang vaname akan bermigrasi ke pantai sampai pada stadia juvenil.

Udang vaname tersebar di bagian timur pantai Pasifik Amerika Tengah dan Selatan dari Meksiko sampai Peru (Rosenberry, 2006), dimana daerah-daerah tersebut memiliki temperatur di atas 20 °C sepanjang tahun (Wyban dan Sweeney, 1991). Karena spesies ini relatif mudah dibudidayakan, maka udang ini telah tersebar ke seluruh dunia.

2.1.3 Molting dan Pertumbuhan

Menurut Wyban dan Sweeney (1991), kecepatan tumbuh pada udang dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu frekuensi *molting* (ganti kulit) dan kenaikan berat tubuh setelah setiap kali ganti kulit. Karena daging tubuh tertutup oleh kulit yang keras, secara periodik kulit keras itu akan lepas dan diganti dengan kulit baru yang semula lunak untuk beberapa jam, memberi kesempatan daging untuk bertambah besar, lalu kulit menjadi keras kembali.

Proses molting dimulai dari lokasi kulit di antara karapas dan *intercalary sclerite* (garis molting di belakang karapas) yang retak/pecah memungkinkan *cephalothorax* dan kaki-kaki (*appendiges*) depan ditarik keluar. Udang dapat lepas sama sekali dari kulit yang lama dengan cara sekali melentikkan ekornya. Semula kulit yang baru itu lunak, lalu mengeras yang lamanya tak sama menurut ukuran/umur udangnya. Udang yang masih kecil, kulitnya yang baru akan mengeras dalam 1-2 jam, pada udang yang besar bisa sampai 1-2 hari (Rosenberry, 2006).

Kondisi lingkungan dan faktor nutrisi juga mempengaruhi frekuensi molting. Misalnya, suhu semakin tinggi semakin sering *molting*. Ketika sedang molting, penyerapan oksigen kurang efisien, sehingga seringkali udang mati disebabkan *hypoxia* (kurang oksigen). Udang yang menderita stress, dapat melakukan *molting* secara tiba-tiba, karena itu teknisi harus waspada dengan keadaan yang menyebabkan stress itu (molting merupakan proses fisiologi). Secara alamiah, udang yang sedang molting membenamkan diri di dalam pasir dasar perairan untuk menyembunyikan diri terhadap predator (Wyban dan Sweeney, 1991).

2.1.4 Reproduksi dan Siklus Hidup

Karapaks udang vaname berwarna transparan sehingga memungkinkan untuk mengamati warna perkembangan ovarium. Pada betina, gonad pertama-tama berwarna keputih-putihan, selanjutnya berkembang menjadi coklat emas atau

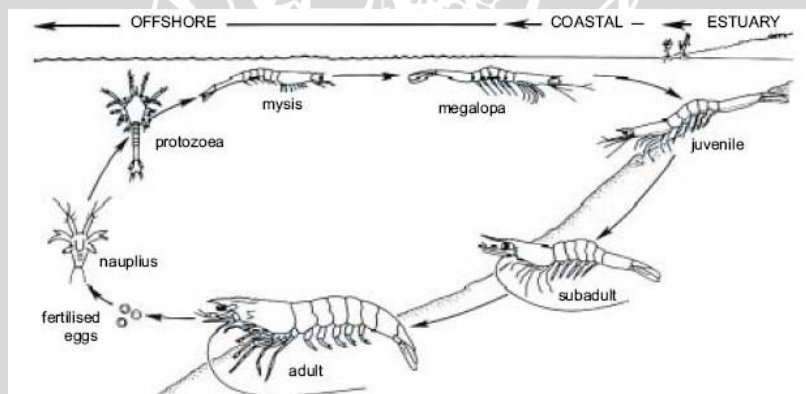
coklat kebiru-biruan pada saat akan memijah. Udang jantan menyimpan *spermatophora* pada betina berkulit keras. Tingkah laku kawin dimulai pada sore hari dimana hal ini berkaitan dengan ketersediaan intensitas cahaya. Proses pemijahan dimulai dengan lompatan secara tiba-tiba dan udang betina aktif berenang. Seluruh proses pemijahan berakhir selama sekitar satu menit. Jumlah telur yang dapat dilepaskan seekor induk betina bervariasi menurut ukuran individu. Udang berukuran 30–45 gr dapat melepaskan 100000–250000 butir telur. Ukuran diameter telur sekitar 0.22 mm (Rosenberry, 2006).

Elovaara (2001), menyatakan bahwa udang betina memiliki *open thelycum* dan inilah yang membedakannya dengan udang penaeid lainnya. Udang jantan melekatkan *spermatophora* berjeli (berisi sperma) pada *open thelycum* pada saat kawin. Perkawinan terjadi pada saat udang betina berada pada fase *intermolt* pada saat *ovari* telah mencapai kematangan. Pelepasan telur terjadi pada malam hari beberapa jam setelah perkawinan, biasanya kurang dari tiga jam. Proses pelepasan telur berlangsung selama 1-3 menit dimana selama proses pelepasan telur, induk betina melindungi telur yang baru dilepaskan. Hal ini memungkinkan sperma untuk membuahi telur sebanyak mungkin, setelah semua bahan genetik dari jantan maupun betina menyatu maka pembuahan pun selesai.

Larva akan berkembang sempurna pada kondisi suhu 26-28°C, oksigen terlarut 5-7 mg/liter, salinitas 35 ppt sesuai dengan kondisi di alamnya. Setelah menetas larva akan berkembang menjadi 3 stadia yaitu nauplius, zoea dan mysis. Setiap stadia akan dibedakan menjadi sub stadia sesuai dengan perkembangan morfologinya. Perkembangan stadia terjadi setelah larva mengalami *molting*. Selama stadia *nauplius* larva masih memanfaatkan nutrisi dari *yolk egg* yang dibawanya, dan setelah *molting* menjadi zoea baru mencari makanan dari luar berupa mikroalga. Setelah zoea metamorphosis menjadi

mysis, larva berubah dari herbivora menjadi karnivora, yaitu dengan makanan zooplankton. Stadia mysis kemudian berakhir dan menginjak stadia post larva, stadia ini sudah menyerupai udang muda dalam hal makanan maupun tingkah lakunya. Pada stadia larva bersifat planktonik, setelah postlarva bersifat bentik. Larva akan berpindah tempat dari laut terbuka bermigrasi ke arah pantai dan estuary sampai menjadi dewasa (Subaidah *et al.*, 2006).

Menurut Braak (2002), di alam udang dewasa mencapai matang gonad, kawin dan bertelur di laut terbuka sampai pada kedalaman sekitar 70 m pada temperatur 26-28°C dan salinitas sekitar 35 ppt. Setelah menetas, larva berkembang di perairan lepas pantai ini dan setelah mencapai post larva, udang bermigrasi ke perairan pantai dan menetap di dasar estuari yang dangkal. Setelah beberapa bulan di daerah estuari, udang dewasa kembali bermigrasi ke perairan laut terbuka dimana selanjutnya terjadi kematangan gonad, perkawinan, dan pemijahan (Gambar 3).



Gambar 3. Siklus hidup *Litopenaeus vannamei*
(Sumber: Braak, 2002)

2.2 Bakteri *Vibrio harveyi*

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi

Menurut Salle (1961), klasifikasi dari bakteri *Vibrio harveyi* adalah sebagai berikut :

Phylum	: Protophyta
Class	: Schizomycetes
Ordo	: Pseudomonadales
Sub Ordo	: Pseudomonadineae
Famili	: Spirillaceae
Genus	: <i>Vibrio</i>
Species	: <i>Vibrio harveyi</i>

Bakteri ini bersifat gram negatif, fakultatif anaerobik, fermentatif, bentuk sel batang dengan ukuran panjang antara 2-3 μm , menghasilkan katalase dan oksidase, bergerak dengan satu flagella pada ujung sel (Austin, 1988 dalam Feliatra, 1999). *Vibrio* merupakan bakteri patogen oportunistik, artinya dalam kondisi udang tidak sehat maka bakteri ini akan berubah menjadi patogen (Rukyani *et al.*, 1992). Ditambahkan pula oleh Winarsih *et al.* (2003), bakteri ini bergerak aktif dengan flagella polar dan memberikan uji oksidase yang positif.

Pada isolasi bakteri, koloni akan terbentuk setelah isolasi selama 24 jam. Bentuk koloni halus, cembung, melingkar umumnya dengan garis permukaan yang teratur dan berdiameter kira-kira 2,5 mm. Dalam TCBSA koloni berwarna hijau atau kuning tergantung kapasitas mengasamkan sukrosa. Dalam keadaan gelap dapat menimbulkan fenomena luminescence (Bacterio, 2002).

2.2.2 Habitat dan Penyebaran

Vibrio harveyi dapat ditemukan di seluruh perairan laut, hidup bebas atau bersimbiosis dengan organisme laut. Penyakit vibriosis ini mula-mula ditemukan oleh Canestrini pada tahun 1983 di Italia dan saat ini vibriosis merupakan penyakit yang umum dijumpai dan merupakan masalah yang serius di seluruh usaha budidaya ikan di laut dan air payau di dunia (Prajitno, 2005).

Vibrio ditemukan di habitat-habitat akuatik dengan kisaran salinitas yang luas. Umumnya ditemukan di lingkungan estuaria dan laut serta terdapat pada

permukaan intestinal hewan laut sedangkan beberapa spesies ditemukan di air tawar (Bauman dan Lee, 1984). Prajitno (2005), menyatakan bahwa pada suhu 4°C dan 45°C bakteri tidak dapat tumbuh dan pada suhu 55 °C akan mati. Bakteri *Vibrio* termasuk jenis bakteri halofilik yaitu bakteri yang dapat hidup pada salinitas tinggi, secara optimum pada salinitas 20-30 ppt. Bakteri dapat tumbuh baik pada kondisi alkali pH optimum 7,5-8,5.

Hasil survei tahun 1992-1997 di sepanjang pantai utara Jawa, mulai dari pantai Tuban (Bulu, Bancar, Jenu, Palang), Gresik (Sedayu, Manyar), Sidoarjo, Bangil (Raci), Probolinggo, Karang tekok, Banyuwangi (Suri Tani Pemuka) setiap muncul kasus *Vibrio* kondisi salinitasnya rata-rata > 25 ppt (Prajitno *et al.*, 1998). Menurut Rukyani *et al.* (1992), penyakit kunang-kunang hanya dikenal di daerah tropis seperti Philipina, Thailand, Indonesia dan Equador. Penyakit ini telah menyebar di seluruh Indonesia dan kasus serangannya dilaporkan terutama terjadi di daerah Jawa Timur, Jawa Barat, Jawa Tengah, Sulsel, Bali dan Lampung.

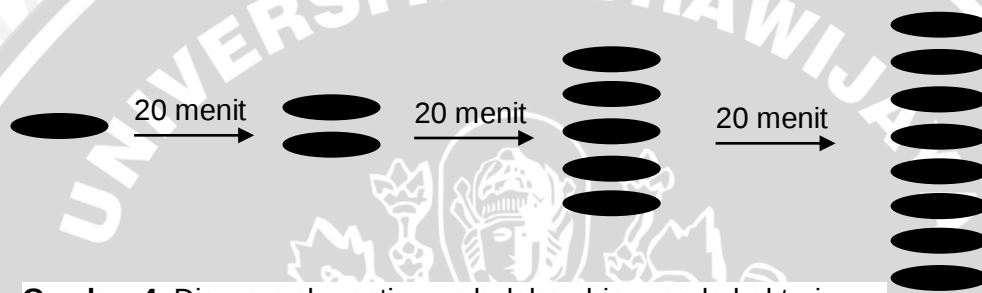
2.2.3 Pertumbuhan

Aktivitas dan pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh faktor abiotik yang meliputi faktor fisik seperti temperatur, cahaya, tekanan osmose dan radiasi, selain itu juga faktor kimia seperti pH, salinitas, bahan organik dan zat-zat kimia lain yang bersifat bakteriosidal maupun bakteriostatik (Prajitno *et al.*, 1998). Menurut Dwidjoseputro (1998), *Vibrio* termasuk kemoorganotropik, yaitu mikroba yang dapat menggunakan komponen organik sebagai sumber karbon dan energi. Medium yang paling cocok bagi kehidupan bakteri adalah medium yang isotonis terhadap isi sel bakteri.

Umumnya bakteri *Vibrio* tumbuh secara optimal pada suhu berkisar dari 18 sampai 37°C (Pelczar dan Chan, 2005). Menurut Lightner (1992) dalam Prajitno *et al.* (1998), pada suhu 4 °C dan 45 °C bakteri tersebut tidak tumbuh dan pada

suhu 55 °C akan mati dan kisaran salinitas yang baik untuk dapat berkembang yaitu antara 20-35 ppt. Serta pH optimumnya untuk dapat tumbuh berkisar antara 7,5-8,5 (Bauman dan Lee, 1984).

Menurut Volk dan Wheeler (1993), pertumbuhan bakteri atau peningkatan jumlah bakteri terjadi dengan proses yang disebut pembelahan biner. Bakteri-bakteri tersebut membelah dengan cara memanjangkan sel diikuti dengan pembelahan sel yang membesar menjadi dua sel. Masing-masing sel ini kemudian membelah menjadi dua sel lagi dan seterusnya.



Gambar 4. Diagram skematis pembelahan biner pada bakteri

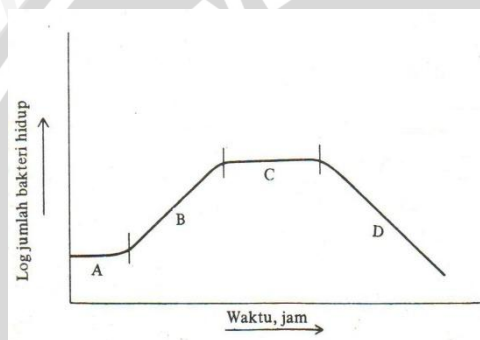
Beberapa ciri pertumbuhan bakteri pada setiap fase pertumbuhan menurut Pelczar dan Chan (2005), sebagai berikut:

- Fase Lamban : Tidak ada penambahan populasi
Sel mengalami perubahan dalam komposisi kimiawi dan bertambah ukuran, substansi intraselular bertambah
- Fase Logaritma : Sel membelah dengan laju yang konstan
Massa menjadi dua kali lipat dengan laju sama
Aktivitas metabolik konstan
Keadaan pertumbuhan seimbang
- Fase Statis : Penumpukan produk beracun dan kehabisan nutrisi
Beberapa sel mati dan yang lain tumbuh dan membelah
Jumlah sel hidup menjadi tetap
- Fase Kematian : Sel mati lebih cepat daripada terbentuknya sel baru

Laju kematian mengalami percepatan menjadi eksponensial

Bergantung kepada spesiesnya, semua sel mati dalam waktu beberapa hari atau beberapa bulan.

Menurut Pelczar dan Chan (2005), pertumbuhan bakteri mengacu pada perubahan dalam populasi total dan bukan perubahan dalam suatu individu organisme saja. Pada kondisi pertumbuhan seimbang ada suatu penambahan semua komponen selular (RNA, DNA, protein) secara teratur. Kurva pertumbuhan bakteri dapat dilihat pada Gambar 5.



Keterangan :

A : Fase lamban

B : Fase logaritmik (eksponensial)

C : Fase statis

D : Fase kematian atau penurunan

Gambar 5. Kurva Pertumbuhan Bakteri (Pelczar dan Chan, 2005).

2.2.4 Reproduksi

Menurut Dwijoseputro (2003), pada umumnya bakteri hanya mengenal satu macam pembiakan saja, yaitu pembiakan secara aseksual atau vegetatif. Pembiakan ini berlangsung sangat cepat, jika faktor-faktor luar menguntungkan. Pelaksanaan pembiakan yaitu dengan pembelahan diri atau *devisio*. Pembelahan diri dapat dibagi menjadi 3 fase, yaitu:

- Fase pertama, dimana sitoplasma terbelah oleh sekat yang tumbuh tegak lurus pada arah memanjang.
- Sekat tersebut diikuti oleh suatu dinding yang melintang. Dinding melintang ini tidak selalu merupakan penyekat yang sempurna, di tengah-tengah sering

ketinggalan suatu lubang kecil. Dimana protoplasma kedua sel baru masih tetap berhubungan. Hubungan protoplasma itu disebut *plasmodesmida*.

- Fase yang terakhir yaitu ditandai dengan terpisahnya kedua sel. Ada bakteri yang segera berpisah, yaitu yang satu terlepas sama sekali daripada yang lain, setelah dinding melintang menyekat secara sempurna. Bakteri yang semacam ini merupakan koloni yang merata, jika dipelihara pada medium padat. Sebaliknya, bakteri-bakteri yang dindingnya lebih kokoh itu tetap bergandeng-gandengan setelah pembelahan. Bakteri merupakan koloni yang kasar.

2.3 Minyak Cengkeh

Produk samping dari tanaman cengkeh (*Syzygium aromaticum*) adalah minyak cengkeh. Rendemen dan mutu dari minyak yang dihasilkan dipengaruhi oleh asal tanaman, varietas, mutu bahan, penanganan bahan sebelum penyulingan, metode penyulingan serta penanganan minyak yang dihasilkan. Bahan tersebut disuling dengan cara uap dan air, atau cara uap langsung dengan periode waktu yang berlainan antara 8–24 jam tergantung dari keadaan bahan dan kandungan minyaknya. Bunga dan tangkai cengkeh membutuhkan waktu yang lebih lama karena kadar minyaknya yang jauh lebih tinggi daripada daun cengkeh. Bunga cengkeh mengandung minyak sekitar 10–20%, tangkai cengkeh 5–10% dan daun cengkeh 1–4%. Kandungan utama dari minyak cengkeh adalah *eugenol*, *eugenol asetat* dan *caryophyllen*. Minyak cengkeh mempunyai komponen eugenol dalam jumlah besar (70-80%) yang mempunyai sifat sebagai stimulan, anestetik lokal, karminatif, antiemetik, antiseptik dan antispasmodik (Purseglove *et al.* 1981 dalam Nurdjannah, 2004).

Minyak bunga cengkeh biasa digunakan untuk makanan, minuman dan parfum, minyak gagang cengkeh digunakan sebagai substitusi minyak bunga

cengkeh, dan minyak daun cengkeh digunakan sebagai bahan baku untuk isolasi eugenol dan caryophyllen (Weiss, 1997). Eugenol disamping digunakan sebagai bahan penambah aroma juga mempunyai sifat antiseptik, karena itu bisa digunakan dalam sabun, detergen, pasta gigi, parfum dan produk farmasi.

Mayer (2008), menyatakan bahwa minyak cengkeh yang diperoleh dari bunga, batang maupun daun dari tanaman cengkeh mampu menghambat pertumbuhan organisme, termasuk diantaranya mikroba. Ayoola *et al.* (2008), menyatakan bahwa senyawa yang terkandung dalam minyak cengkeh antara lain *eugenol*, *caryophyllene*, *eugenol acetate* dan *alpha-humelene*, dimana *eugenol* merupakan senyawa terbanyak.

Lawless (1995), menyatakan bahwa ada tiga jenis minyak cengkeh : (1) minyak kuncup cengkeh diperoleh dari kuncup bunga dari cengkeh (*Syzygium aromaticum*) mengandung 60-90% *eugenol*, *eugenyl acetate*, *caryophyllene* dan unsur lainnya dalam jumlah sedikit; (2) minyak daun cengkeh diperoleh dari daun *S.aromaticum*, mengandung 82-88% eugenol dengan sedikit atau tidak ada sama sekali *eugenyl acetate* dan unsur lainnya sedikit sekali; (3) minyak batang cengkeh diperoleh dari ranting *S.aromaticum*, mengandung 90-95% eugenol dan unsur lainnya sedikit.

Berdasarkan hasil penelitian di Balitro (Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat), produk cengkeh berupa daun, gagang bunga, minyak cengkeh dan eugenol dapat menekan bahkan mematikan pertumbuhan miselium jamur, koloni bakteri dan nematoda. Karena itu produk cengkeh dapat digunakan sebagai fungisida, bakterisida, nematisida dan insektisida. Sebagai antibiotik bakterisida eugenol dilaporkan sangat efektif secara *in – vitro* terhadap beberapa bakteri antara lain: *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* dan *Escherisia coli* (Asman *et al.*,1997).

2.4 Senyawa Antibakteri

Antimikroba adalah senyawa kimia yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Antimikroba sebagai substansi dapat berupa senyawa kimia sintetik atau produk alami (Brock dan Madigan, 2003). Senyawa antibakteri merupakan salah satu senyawa antimikroba yang didefinisikan sebagai senyawa biologis atau kimia yang dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan dan aktivitas bakteri. Berdasarkan aktifitasnya, senyawa antibakteri dapat dibedakan atas senyawa yang bersifat bakterisidal (membunuh bakteri) seperti *penisilin*, *basitrasin*, *neomisin*, dan senyawa yang bersifat bakteristatik (menghambat pertumbuhan bakteri) seperti *tetrasiklin*, *kloramfenikol*, *novobiosin* (Pelczar dan Chan, 2005).

Senyawa antibakteri dalam menghambat pertumbuhan bakteri dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain (1) konsentrasi zat antibakteri, (2) waktu penyimpanan, (3) suhu lingkungan, (4) sifat-sifat mikroba meliputi jenis, umur, konsentrasi, dan keadaan mikroba (Frazier dan Westhoff, 1988).

Aktifitas senyawa antibakteri ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar *paper disc*. Faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran daerah penghambatan, yaitu sensitifitas organisme, medium kultur, kondisi inkubasi, dan kecepatan difusi agar. Faktor-faktor yang mempengaruhi kecepatan difusi agar, yaitu konsentrasi mikroorganisme, komposisi media, suhu inkubasi, dan waktu inkubasi (Schlegel, 1994).

Antimikroba sebagai substansi dapat berupa senyawa sintetik atau produk alami. Antimikroba sintetik diperoleh dengan membuat suatu senyawa yang sifatnya mirip dengan aslinya yang dibuat secara besar-besaran, seperti *penisilin*, *cephalosporin*, *glikopeptida*, *tetrasiklin*, *kloramfenikol*, *aminoglikosida*, *sulfonamida*, dan *quinolones* (Brock dan Madigan, 2003). Pemakaian antimikroba sintetik diketahui cukup berbahaya karena dapat meningkatkan resistensi bakteri

terhadap zat antimikroba tersebut (Lohner dan Austria, 2001). Pemberian dosis antibiotik yang rendah dan berulang-ulang dapat menyebabkan resistensi. Penyebab terjadinya resistensi bakteri menurut Brock dan Madigan (2003), antara lain: (1) tidak adanya struktur bakteri yang menjadi sasaran antibiotik, (2) bakteri tersebut mungkin bersifat impermeabel terhadap antibiotik, dan (3) bakteri tersebut mampu mengubah antibiotik menjadi bentuk yang inaktif.

Antimikroba alami umumnya berasal dari tanaman, hewan, maupun organisme dengan melakukan proses pengekstrakan misalnya pada mikroalga. Antibakteri dari alga umumnya belum banyak teridentifikasi, namun beberapa telah diketahui komponen penyusunnya. Ada yang terdiri dari asam lemak, asam organik, *bromofenol*, penghambat *fenolat*, *tannin*, *terpenoid*, *polisakarida*, *alkohol* (Metting dan Pyne 1986 dalam Setyaningsih *et al.*, 2000).

Senyawa antibakteri yang terkandung dalam berbagai jenis ekstrak tanaman diketahui dapat menghambat beberapa bakteri patogen maupun perusak pangan (Branen dan Davidson, 1993). Senyawa antibakteri yang berasal dari tanaman, sebagian besar diketahui merupakan metabolit sekunder tanaman, terutama dari golongan fenolik dan terpen dalam minyak atsiri dan alkaloid. Sebagian besar metabolit sekunder dihasilkan dari metabolit primer seperti dari asam-asam amino, asetik ko-A, asam mevalonat, dan metabolit antara (Herbert, 1995). Selain itu, beberapa senyawa yang bersifat antibakteri alami yang berasal dari tanaman di antaranya adalah fitoaleksin, asam organik, minyak esensial (atsiri), fenolik dan beberapa kelompok pigmen tanaman atau senyawa sejenis (Nychas dan Tassou 2000 dalam Parhusip, 2006).

Zat yang digunakan sebagai antibakteri harus mempunyai beberapa kriteria antara lain tidak bersifat racun, ekonomis, tidak merubah flavor, cita rasa, dan aroma makanan jika digunakan dalam bahan pangan, tidak mengalami penurunan aktivitas selama proses dan penyimpanan, tidak menyebabkan galur

resisten dan sebaiknya membunuh dibandingkan menghambat pertumbuhan mikroba (Frazier dan Westhoff, 1988).

Beberapa kelompok utama bahan antibakteri kimiawi adalah fenol dan persenyawaan fenolat, alkohol, halogen, logam berat dan persenyawaannya, deterjen, aldehide, dan kemosterilisator gas (Pelczar dan Chan, 2005). Eugenol merupakan salah satu jenis senyawa fenol, ketika diuji pada beberapa jenis bakteri memiliki sifat antibakteri dan memperlihatkan penghambatan pada *L.monocytogenes*, *Campylobacter jejuni*, *S.enteridis*, *E.coli* dan *S.aureus* (Beuchat, 2000).

Corn dan Stumpf (1976) dalam Rahayu (2000), menyatakan bahwa dinding sel bakteri gram positif akan bermuatan negatif sebagai akibat dari ionisasi gugus fosfat dari asam teikoat pada struktur dinding selnya, sedangkan eugenol yang merupakan senyawa turunan fenol merupakan suatu alkohol yang bersifat asam lemah. Sebagai asam lemah, senyawa-senyawa fenolik dapat terionisasi melepaskan ion H^+ dan meninggalkan gugus sisanya yang bermuatan negatif. Kondisi yang bermuatan negatif ini akan ditolak oleh dinding sel bakteri gram positif yang secara alami juga bermuatan negatif. Kondisi yang asam pada minyak cengkeh menyebabkan fenol dapat bekerja menghambat pertumbuhan *B.cereus* dan *S.aureus*. Senyawa fenol pada pH rendah akan bermuatan positif, sehingga fenol tidak akan terionisasi. Perbedaan muatan ini menyebabkan terjadinya tarik menarik antara fenol dengan dinding sel, sehingga fenol secara keseluruhan akan lebih mudah melekat atau melewati dinding sel bakteri gram positif. Tidak terdapatnya asam *teikoat* pada bakteri gram negatif, menyebabkan bakteri golongan ini lebih tahan terhadap minyak cengkeh dibanding bakteri gram positif.

Karakteristik eugenol yang terpenting sebagai antibakteri yaitu sifat *hydrophobicity*. Sifat ini mampu masuk ke dalam lipopolisakarida yang terdapat

dalam membran sel bakteri gram negatif dan merusak struktur selnya (Burt, 2004).

2.5 Mekanisme Kerja Senyawa Antibakteri

Mekanisme kerja antimikroba pada umumnya menghambat pertumbuhan bakteri dengan cara mengiritasi dinding sel, menggumpalkan protein bakteri sehingga terjadi hidrolisis dan difusi cairan sel yang disebabkan karena perbedaan tekanan osmose (Parenrengi *et al.*, 2002). Menurut Winarsih *et al.* (2003), obat antimikroba menghambat pembentukan dinding sel efektif pada saat bakteri sedang aktif membelah.

Branen dan Davidson (1993), menyatakan bahwa cara kerja penghambatan dan kerusakan mikroba oleh senyawa antimikroba berbeda-beda. Mekanisme senyawa antimikroba dalam menghambat pertumbuhan mikroba dibagi menjadi beberapa cara, yaitu: kerusakan pada dinding sel, perubahan permeabilitas sel, penghambatan sintesis protein dan asam nukleat, dan menghambat enzim-enzim metabolik.

1. Kerusakan pada dinding sel

Dinding sel bakteri mengandung peptidoglikan yang terdiri dari turunan gula yaitu asam N-asetilglukosamin, asam N-asetilmuramat, dan suatu peptida yang terdiri dari asam amino yaitu L-alanin, D-alanin, D-glutamat, dan lisin (Fardiaz, 1992). Lapisan peptidoglikan merupakan suatu molekul raksasa. Bakteri gram positif memiliki 40 lapisan peptidoglikan yang merupakan 50 % dari bahan dinding sel sedangkan bakteri Gram negatif hanya ada 1-2 lapisan peptidoglikan dan merupakan 10 % dari bahan dinding sel (Pelczar dan Chan, 2005).

Antimikroba dapat menghambat sintesa dinding sel mikroba yaitu dengan menghambat pembentukan peptidoglikan yang merupakan komponen penting

dari dinding sel mikroba. Mekanisme kerusakan dinding sel dapat juga disebabkan oleh adanya akumulasi komponen lipofilik yang terdapat pada dinding sel atau membran sel, sehingga menyebabkan perubahan komposisi penyusun dinding sel (Nychas dan Tassou 2000 *dalam* Parhusip, 2006).

2. Perubahan permeabilitas sel

Senyawa antimikroba dapat menyerang membran sitoplasma dan mempengaruhi integritasnya. Membran sitoplasma berperan pada keutuhan sel dimana mempertahankan bahan-bahan tertentu di dalam sel serta mengatur aliran keluar masuknya bahan-bahan lain (Pelczar dan Chan, 2005). Kerusakan pada membran ini mengakibatkan peningkatan permeabilitas dan terjadi kebocoran sel yang diikuti dengan keluarnya materi intraseluler. Mekanisme minyak atsiri (karvakrol, sitral, dan geraniol) adalah mengganggu lapisan fosfolipid dari membran sel yang menyebabkan peningkatan permeabilitas dan kehilangan unsur penyusun sel (Kim et al. 1995 *dalam* Parhusip 2006).

3. Penghambatan sintesis protein dan asam nukleat

Síntesis protein adalah pembentukan rantai polipeptida dari asam-asam amino melalui ikatan peptida. Senyawa antimikroba mampu menghambat sintesis protein bakteri yaitu senyawa tersebut dapat bereaksi dengan komponen sel ribosom 50 S yang pada akhirnya menyebabkan terjadinya sintesis protein dan dilanjutkan terbentuknya pasangan yang tidak tepat dan akhirnya mengganggu pembentukan protein. Senyawa antimikroba juga dapat menghambat sintesa asam nukleat (DNA dan RNA) dengan cara menghambat DNA girase yang berfungsi dalam penataan kromosom sel mikroba. (Nychas dan Tassou 2000 *dalam* Parhusip ,2006).

4. Menghambat enzim-enzim metabolik

Enzim yang berperan dalam metabolisme dan pertumbuhan sel mikroba dapat dihambat aktivitasnya oleh komponen antibakteri yang berakibat

terganggunya aktivitas maupun pertumbuhan mikroba. Konsentrasi antibakteri yang tinggi dapat juga menyebabkan koagulasi enzim (Brown 1962 *dalam* Parhusip, 2006). Komponen antibakteri dapat menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme melalui inaktivasi enzim-enzim metaboliknya. Senyawa antibakteri sulfit, nitrit, dan asam benzoat dapat menginaktivasi berbagai enzim metabolik bakteri.

2.6 Parameter Kualitas Air

2.6.1 Suhu

Suhu air merupakan faktor yang sangat penting untuk kehidupan akuatik. Suhu mengontrol tingkat metabolisme dan aktivitas reproduksi, dan menentukan spesies ikan yang dapat bertahan hidup. Suhu juga memberi efek pada konsentrasi oksigen terlarut dan berpengaruh pada aktivitas bakteri dan kimia toksik dalam air (Murphy, 2007).

Peningkatan suhu akan menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O_2 , CO_2 , NO_2 , NH_4 dan sebagainya (Haslam *dalam* Effendi, 2003). Selain itu, peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar $10\text{ }^{\circ}C$ menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik sekitar 2-3 kali lipat.

Menurut Briggs *et al.* (2006), udang vaname hidup di habitat laut tropis dimana suhu air biasanya lebih dari $20\text{ }^{\circ}C$ sepanjang tahun. Udang vaname hidup normal pada kisaran suhu $26-30^{\circ}C$, dengan fluktuasi suhu harian $4\text{ }^{\circ}C$. Udang akan stress apabila suhu air dibawah $15\text{ }^{\circ}C$.

2.6.2 Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi total ion yang terdapat di perairan. Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, setelah semua karbonat dikonversi menjadi oksida, semua bromida dan iodida diganti oleh klorida dan semua bahan organik telah dioksidasi. Salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil ($^{\circ}/_{00}$). Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari $0,5^{\circ}/_{00}$, perairan payau antara $0,5^{\circ}/_{00}$ - $30^{\circ}/_{00}$, dan perairan laut $30^{\circ}/_{00}$ - $40^{\circ}/_{00}$. Pada perairan *hypersaline*, nilai salinitas dapat mencapai kisaran $40^{\circ}/_{00}$ - $80^{\circ}/_{00}$. Pada perairan pesisir, nilai salinitas sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dari sungai (Effendi, 2003).

Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas, akan semakin besar pula tekanan osmotiknya. Biota yang hidup di air asin harus mampu menyesuaikan dirinya terhadap tekanan osmotik dari lingkungannya. Penyesuaian ini memerlukan banyak energi yang diperoleh dari makanan dan digunakan untuk keperluan tersebut (Kordi dan Tancung, 2007).

2.6.3 pH

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa (Nybakken, 1988). pH berpengaruh terhadap kehidupan biota air terutama ikan, dimana pengaruhnya yaitu jika pH menurun maka ikan akan mengalami kondisi yang stress. Sebagian biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 - 8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah (Novotny dan Olem, 1994 dalam Effendi, 2003).

Van Wyk dan Scarpa (1999), mengatakan bahwa udang toleran terhadap pH 7 – 9. Nilai pH asam kurang dari 6,5 dan pH lebih dari 10 berbahaya pada insang udang dan pertumbuhannya akan terhambat.

2.6.4 Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen adalah gas tak berbau, tak berasa, dan hanya sedikit larut dalam air. Kadar oksigen terlarut dapat dijadikan ukuran untuk menentukan kualitas air. Kehidupan di air dapat bertahan jika terdapat oksigen terlarut minimal sebanyak 5 ppm (5 *part per million* atau 5 mg oksigen untuk setiap liter air). Selebihnya bergantung kepada ketahanan organisme, derajat keaktifannya, kehadiran bahan pencemar, suhu air, dan sebagainya. Oksigen terlarut dapat berasal dari proses fotosintesis tanaman air dan dari atmosfer (udara) yang masuk ke dalam air dengan kecepatan tertentu. Konsentrasi oksigen terlarut dalam keadaan jenuh bervariasi tergantung dari suhu dan tekanan atmosfer. Semakin tinggi suhu air, semakin rendah tingkat kejenuhan (Kristanto, 2002).

Difusi oksigen dari atmosfer ke dalam air dapat terjadi secara langsung pada kondisi air diam (stagnant) (Effendi, 2003). Menurut Farchan (2006), pada pemeliharaan (budidaya) di tambak udang vaname hidup normal pada kisaran suhu 4 - 8 mg/L.

2.6.5 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida merupakan gas yang sangat diperlukan dalam proses fotosintesis, di udara sangat sedikit $\pm 0,033\%$ dan di dalam air melimpah mencapai 12 mg/L. Sumber CO₂ dalam air adalah difusi dari udara, proses dekomposisi bahan organik, air hujan dan air bawah tanah maupun hasil respirasi organisme (Arfiati, 2001).

Keberadaan karbondioksida berpengaruh terhadap organisme perairan. Hariyadi *et al.* (1992), berpendapat kandungan CO₂ sebesar 10 mg/L atau lebih masih dapat ditolerir oleh ikan. Kebanyakan spesies dari biota akuatik masih dapat hidup pada perairan yang memiliki kandungan CO₂ bebas 60 mg/L. Dikatakan oleh Van Wyk dan Scarpa (1999), konsentrasi maksimum CO₂ yang diizinkan untuk udang adalah 20 mg/L dan 25 mg/L untuk ikan.

2.6.6 Amoniak

Menurut Ahmad (1991), kandungan amoniak dalam air media pemeliharaan merupakan hasil perombakan dari senyawa-senyawa nitrogen organik oleh bakteri atau dampak dari penambahan pupuk yang berlebihan. Senyawa ini sangat beracun bagi organisme perairan walaupun dalam konsentrasi yang rendah. Konsentrasi amoniak yang mampu ditolerir untuk kehidupan udang dewasa $< 0,3$ ppm dan ukuran benih $< 0,1$ ppm.

Beberapa kasus menyatakan bahwa konsentrasi ammonia yang berlebih dapat menimbulkan permasalahan serius dalam perairan. Kondisi demikian dapat diakibatkan oleh sumbangan nitrogen yang berasal dari daratan. Bentuk ammonia nitrogen dalam air laut sebenarnya bukan merupakan senyawa kimia beracun. Sifat racun ammonia ini timbul bila terdapat dalam keadaan terdisosiasi, yaitu apabila ammonia terdapat dalam larutan dimana terdapat ion hidrogen (Susana, 2004).

