

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Biofouling*

Biofouling merupakan komunitas yang terbentuk dari beberapa tahapan suksesi pada suatu permukaan (Egan, 2001). Kolonisasi dimulai dengan terbenuhnya film secara biokimia pada permukaan yang bersih, kemudian dilanjutkan dengan penempelan kolonisasi bakteri dan diatom “*microfouling*”. *Macrofouling* menjadi proses terakhir dalam pembentukan biofouling yakni terbentuknya koloni makroalga dan *invertebrate*). Costerton ddk., (1999) mengemukakan bahwa *microfouling* sebagai awal proses *macrofouling* permukaan dipengaruhi sifat fisika-kimia dari permukaan yakni tekstur, sifat hidrofobik, sifat biologi bakteri dalam hal ini pergerakan (*swarming*), struktur (pili) serta molekul penempelan yang diproduksi (ekstraseluler polisakarida).

Marheni (2014), menggunakan kayu dan fiber untuk mengetahui jenis substrat yang lebih banyak ditempel oleh agen *fouling*. *Microfouling* dikumpulkan dengan memanfaatkan kayu dan fiber disiapkan dalam dua jenis permukaan yakni substrat fiber (halus) dan substrat kayu (kasar) dengan ukuran 3x6 cm. Substrat diikatkan pada rangkaian besi dan ditempatkan 50 cm dibawah permukaan laut saat surut terendah dan diposisikan pada empat arah mata angin selama satu minggu. Hasil yang diperoleh dari pengumpulan *microfouling* (bakteri) pada substrat dengan permukaan kasar lebih banyak dibandingkan dengan substrat dengan permukaan yang halus. Kayu dengan permukaan yang halus memperoleh 28 sel bakteri dan pada kayu dengan permukaan kasar memperoleh 39 sel bakteri, sedangkan pada fiber dengan

permukaan halus memperoleh 30 sel bakteri dan pada fiber dengan permukaan kasar memperoleh 38 sel bakteri.

Pengumpulan *macrofouling* dilakukan dengan memanfaatkan substrat yang sama namun berukuran 4x8 cm dengan perlakuan penambahan cat putih, cat coklat dan tidak dilapis cat pada substrat kayu. Substrat kemudian di tempatkan pada kedalaman 50 cm dibawah permukaan laut pada surut terendah dengan pemangatan dua kali seminggu selama dua bulan. Berdasarkan uji yang telah dilakukan, diperoleh hasil bahwa substrat kayu ditempel *macrofouling* sebanyak 4.742 individu dengan rincian 1.050 individu (putih), 1.312 individu (coklat) dan 757 individu (tanpa cat) pada permukaan kasar, sedangkan 390 individu (putih), 662 individu (coklat) dan 571 individu (tanpa cat) pada permukaan halus. Substrat fiber memperoleh penempelan sebanyak 1.190 individu dengan rincian 741 individu pada permukaan kasar dan 443 individu pada permukaan halus. Sasongko (2008) mengemukakan bahwa permukaan dengan warna gelap (coklat, hijau, hitam dan merah) lebih disukai oleh organisme fouling dibandingkan dengan warna terang (kuning, *orange* dan putih).

Proses *macrofouling* dipengaruhi oleh sifat fisika-kimia permukaan seperti tekstur dan tingkat hidrofobik permukaan serta sifat biologis seperti pergerakan (*swarming*) struktur (pili) dan produksi molekul penempel (Costerton dkk., 1995; Costerton dkk., 1990). Egan (2001), berpendapat bahwa sifat fisik seperti tekstur dan kontur permukaan, intensitas cahaya, tingkat kelembaban permukaan serta transfer nutrisi berpengaruh terhadap ketersediaan biofilm

disamping sifat kimia seperti kandungan kalsium dan magnesium dalam lingkungan hidup. *Biofilm* bakteri akan melimpah pada permukaan dengan sifat hidrofobik dibandingkan dengan permukaan bersifat hidrofilik (Michael dan Smith, 1995; Kerr dkk., 1999), sedangkan Characlis dkk., (1990) dan Kerr dkk., (1999) berpendapat bahwa koloni mikrobia pada suatu permukaan substrat akan meluas dengan meningkatnya kekerasan permukaan. Dalam penelitiannya Marheni (2014) menemukan penempelan isolat bakteri pada permukaan substrat kayu lebih banyak dibandingkan dengan substrat fiber. Hal ini dikarenakan adanya akumulasi nutrisi pada permukaan yang menarik mikroorganisme menempel dan menjadi sumber pakan bagi perkembangan organisme dengan tingkat trofik yang lebih tinggi sehingga menarik organisme multiseluler pada permukaan tersebut {Zaitsev (1997) dalam Railkin (2004)}.

Bagi industri perkapalan penebalan badan kapal sebesar 1 mm sudah dapat menyebabkan penurunan efisiensi bahan bakar sebesar 40 %, sehingga akan berimbas pada peningkatan pengeluaran sebesar 77 % (Chambers dalam Maxey, 2006; Mittelman, 1999 dan Stanczak, 2004). Pembangkit listrik memanfaatkan air laut sebagai pendingin kondensor penguapan. *Biofouling* yang tumbuh pada tabung kondensor akan menurunkan efisiensinya yang ditandai dengan penurunan tenaga generator. Penurunan tenaga kondensor dapat berimbas dengan matinya 4 % pembangkit listrik berkekuatan >600 megawatt secara berkala (Maxey, 2006).

Pembangkit tenaga listrik umumnya memiliki kondensor penguapan yang akan mengeluarkan uap hasil kerja mesin pembangkit. Kondensor pembangkit

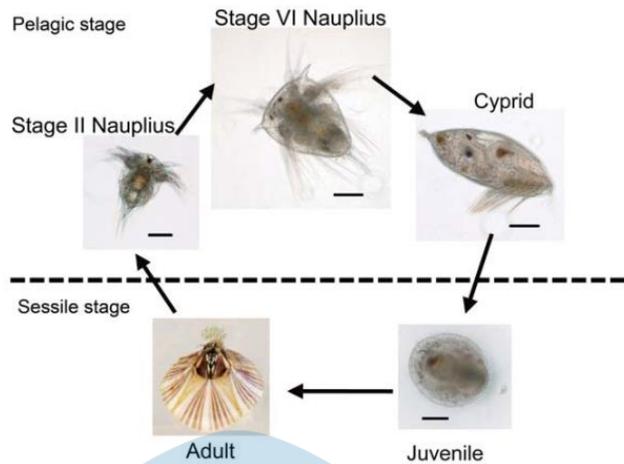
tenaga listrik yang berpusat di laut umumnya diposisikan dibawah permukaan laut, hal ini bertujuan untuk memanfaatkan air laut sebagai sarana pendingin bagi kondensor. *Biofouling* yang menempel pada permukaan kondensor akan mengurangi kontak air pada kondensor sehingga suhu pada kondensor akan tinggi, suhu tinggi yang berkelanjutan akan menyebabkan kerusakan perlahan pada kondensor akibat *overheat* (Maxey, 2006). Berpedoman pada penelitian Marheni (2004) bahan dasar dalam pembuatan kapal dan alat konvensional lainnya dapat menggunakan bahan dasar dengan permukaan halus serta menggunakan pewarna dengan warna terang untuk mengurangi terbentuknya koloni *biofouling*.

B. *Amphibalanus amphitrite*

Amphibalanus amphitrite merupakan *surface-fouling* berukuran sedang yang tergolong dalam *acorn barnacle* dengan sub-ordo *Balanomorpha*. *A. amphitrite* tersebar luas dari perairan hangat hingga perairan tropis (Newman dan Ross, 1976). Garis vertikal berwarna ungu yang terletak pada cangkang berbentuk prisma dengan puncak yang dilindungi oleh tutup opercular merupakan ciri khas yang dimiliki (Cohen, 2005). *A. amphitrite* tergolong dalam kelas *Crustacea* ketika dewasa dan akan melalui beberapa *planktonic larval phases*. *A. amphitrite* bereproduksi secara hermaprodit, namun mampu melakukan *cross-fertilization*. Fertilisasi telur berlangsung selama beberapa bulan dalam *mantel cavity* yang kemudian dilepaskan dalam bentuk nauplii tahap II dengan bagian tubuh lengkap, serta memiliki siklus hidup mulai dari 22 bulan hingga 6 tahun (Barnes, 1989; Calcagno dkk, 1998). Pembuahan telur

umumnya berlangsung pada musim semi dan musim panas, namun pada perairan hangat dapat berlangsung sepanjang tahun dengan catatan bahwa pembuahan berada pada kondisi yang mendukung (Pillai, 1958). Perkembangan embrio umumnya berlangsung dalam rentang suhu yang luas, yakni 14.5 hingga 30°C (Patel dan Crisp, 1960) serta tingkat salinitas dari 15 hingga 70‰, namun perkembangan embrio akan berlangsung lambat pada suhu yang lebih rendah dan tingkat salinitas <15‰ dan >40‰ (Crisp dan Costlow, 1963). *A. amphitrite* umum ditemukan pada zona interdial dan membentuk koloni pada beberapa substrat seperti akar bakau, permukaan berbatu dll. (Newman, 1967; Beker dkk, 2004; Desai dkk, 2006; Farrapeira, 2008). Persebaran yang luas, laju reproduksi yang cepat dan perilaku berkoloni merupakan faktor penting yang menempatkannya dalam organisme *fouling* yang besar pada perairan tropis. (Krishna dan Balakrishnan, 1972). Koloni *A. amphitrite* umumnya berada pada substrat yang terendam air. Jenis dan warna permukaan memiliki peran besar dalam pembentukan koloni diluar ketersediaan bakteri yang menjadi sumber pakan, akan tetapi kedalaman permukaan air pada substrat dan tinggi gelombang perairan memiliki peran dalam pembentukan koloni *A. amphitrite*. Koloni *A. amphitrite* dapat ditemukan pada kedalaman 0,9 m – 4 m, namun koloni *A. amphitrite* lebih banyak ditemukan pada permukaan substrat yang terendam pada kedalaman yang >2m (Nasution dan Mudzni, 2016).

Chen dkk., (2011) dan Diego dkk., (2012) melakukan pengamatan terhadap metamorfosis *A. amphitrite* (Gambar 1).



Gambar 1. Metamorfosis *A. amphitrite* (Chen dkk., 2011)

Yan dkk., (2017) mengemukakan bahwa *A. amphitrite* terdiri atas fase zigot yang mencangkup (pembelahan 2 sel, 4 sel hingga multisel), fase embrio (Nauplius I), nauplius II, nauplius VI, cyprid, dan dewasa sebagai berikut:

a. Telur/Zigot

Telur merupakan tahap awal dari beberapa makhluk hidup dengan *A. amphitrite* sebagai salah satunya. *A. amphitrite* akan memproduksi telur sebagai tahapan awal dalam siklus reproduksi. Jumlah telur akan bertambah hingga memenuhi keseluruhan *mantle cavity*. Jumlah telur yang akan memenuhi *mantle cavity* dipengaruhi oleh suhu dan tingkat salinitas tempat *A. amphitrite* berada.

Anil dkk., (2006) pada penelitiannya mengemukakan bahwa *molting* sel telur *A. amphitrite* dapat dipengaruhi oleh suhu dan ketersediaan pakan. Penelitian menggunakan rentang suhu 20 – 30 °C dan konsentrasi pakan 50, 100, 150 dan 200 *Artemia ind⁻¹day⁻¹*. Penelitian ini menyajikan hasil bahwa *molting* sel telur tertinggi terjadi pada suhu 30°C dan menurun seiring dengan penurunan suhu,

namun meningkat dengan bertambahnya konsentrasi pakan. Penelitian yang dilakukan selama 203 hari menunjukkan bahwa *molting* membutuhkan waktu 75 hari pada kondisi lingkungan dengan suhu 30°C dan tidak dipengaruhi oleh konsentrasi pakan. *Molting* sebanyak 14 ditemukan pada individu yang dipasangkan dengan pemberian konsentrasi pakan 50 *Artemia* ind⁻¹day⁻¹ dengan keberhasilan dalam 2 kali pemijahan menunjukkan *interval* 48 hari, namun menurun pada konsentrasi pakan yang lebih tinggi. Individu yang tidak dipasangkan memberikan 22 *molts* dalam kurun waktu 90 hari dengan keberhasilan memijah pada konsentrasi pakan 100 *Artemia* ind⁻¹day⁻¹.

Sebagai tahap perkembangan pertama pada siklus kehidupan *A. amphitrite*, sel telur merupakan indikator keberhasilan dalam bereproduksi. Yan dkk (2017) melakukan pengamatan terhadap morfologi sel telur *A. amphitrite* dimana ditemukan bahwa perkembangan zigot dibagi menjadi 3 tahap yakni:

1. 2-sel

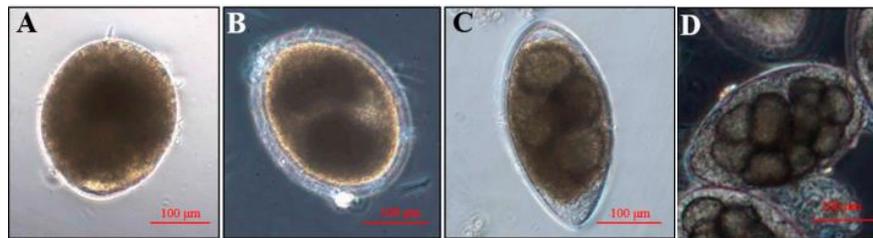
Perkembangan pertama zigot yang sudah membelah menjadi 2 sel

2. 4-sel

Perkembangan kedua dari zigot yang telah membelah menjadi 4 sel.

3. Multi-sel

Perkembangan ketiga dari zigot yang telah membelah menjadi sel yang banyak (Gambar 2).

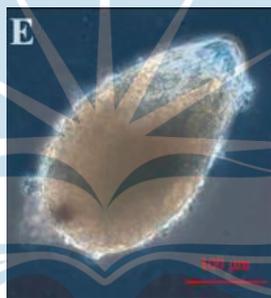


Gambar 2. Zigot *A. amphitrite*.

Keterangan: A. zigot, B. dua sel, C. empat sel, D. multi sel. (Yan dkk., 2017)

b. Embrio

Kondisi pembelahan zigot tahap akhir. Embrio pada tahap ini belum memiliki alat pergerakan dan perkembangan mata masih belum sempurna. Embrio pada tahap ini umumnya belum dilepaskan ke perairan lepas (Gambar 3).



Gambar 3. Embrio *A. amphitrite* (Yan dkk., 2017)

c. Nauplius II

Fase yang menunjukkan perkembangan pada embrio berupa penambahan alat gerak (belum sempurna) dan terjadi perkembangan pada mata (Gambar 4). Nauplius II dilepaskan ke perairan lepas pada *new moon* dan *last quarter* (*waning moon*). Pelepasan nauplius II hampir tidak dilakukan pada *full moon* serta tidak terjadi pelepasan larva pada *first quarter* (*waxing moon*) (Macho dkk., 2005)



Gambar 4. Nauplius II (Sumber: Yan dkk., 2017)

d. Nauplius VII

Fase ini menunjukkan perkembangan pada nauplius yakni terbentuknya selaput tipis yang mengitari tubuh, perkembangan pada alat gerak, mata dan terbentuknya ekor (Gambar 5).



Gambar 5. Nauplius VII (Sumber: Yan dkk., 2017)

e. Cyprid

Cyprid merupakan tahap lanjutan setelah Nauplius VII. Tahap ini akan melalui beberapa perubahan metamorfosis sebelum melangkah menjadi *juvenile* (Gambar 6). *Cemented cyprid* menjadi tahap awal dengan durasi perkembangan beberapa jam, dengan ciri metamorfosis: pergerakan dengan seluruh bagian tubuh serta sel minyak yang terkonsentrasi pada tubuh anterior. Cyprid kemudian akan memasuki masa metamorfosis awal dengan durasi 4 jam. Cyprid akan membentuk *carapace* paralel dan menempel pada

substrat, pergerakan mulai berkurang dengan kontraksi didalam carapace. Epidermis akan terlepas dari *carapace* yang diikuti oleh rotasi *thorax*. Kontraksi pada otot antenuler akan terjadi dan mengakibatkan tubuh cyprid akan tertarik lebih dekat dengan substrat, pengurangan *mantel cavity* anterior dan antena serta mata akan diposisikan menjauhi substrat. Metamorfosis awal kemudian berlanjut ke progresi metamorfosis dengan durasi 1-4 jam dengan pengangkatan badan dari substrat, pergerakan memutar dan menyamping di sekeliling titik penempelan, antena dan mata berada di luar dan terhubung dengan *carapace*. *Carapace shedding* dengan durasi 2-30 menit akan menunjukkan pergerakan penduler yang kuat yang diikuti oleh kontraksi sehingga mengakibatkan peluruhan *carapace* dan *thorax* (Diego dkk.,2012).

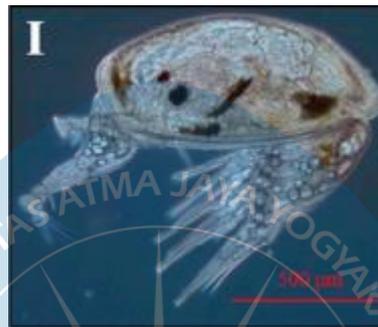


Gambar 6. Cyprid (Sumber: Yan dkk., 2017)

f. Juvenile

Juvenile melalui dua tahap metamorfosis yakni *juvenile* awal dan *juvenile* akhir (Gambar 7). *Juvenile* awal berlangsung selama ± 24 jam. Metamorfosis yang berlangsung yakni pembentukan tubuh menyerupai tas dengan kutikular tipis yang menyebabkan tubuh untuk berkontraksi. Penempelan akan terjadi pada permukaan dengan *cement* cyprid yang memudahkan

pergerakan memutar dan perpindahan posisi *juvenile* serta tubuh yang belum menempel secara sempurna pada substrat serta tubuh yang telah membentuk cangkang. Tahap *juvenile* akhir spesimen telah memiliki bentuk tubuh layaknya individu dewasa dan menempel seluruhnya pada substrat dengan struktur cangkang. (Diego dkk., 2012)



Gambar 7. Juvenile (Sumber: Yan dkk., 2017)

Suhu dan salinitas memiliki peran besar dalam siklus kehidupan *A. amphitrite*. Qiu dan Qian (1999), memberikan beberapa perlakuan berbeda dengan menggunakan parameter tingkat salinitas mulai dari 10‰ hingga 35‰ dan suhu perairan mulai dari 15°C hingga 30°C terhadap perkembangan telur hingga embrio *A. amphitrite*. Penelitian mengemukakan hasil O₀, O₁ dan O₂ sebagai tingkatan telur secara berurutan (tanpa ketersediaan telur pada lapisan ovarium, mengisi ovarium dengan kenampakan sebagai lapisan tipis dan memenuhi per-tiga mantel ovarium), dan E₀, E₁, E₂ sebagai tingkat embrionik secara berurutan (tanpa ketersediaan embrio, embrio tanpa mata dan embrio dengan mata).

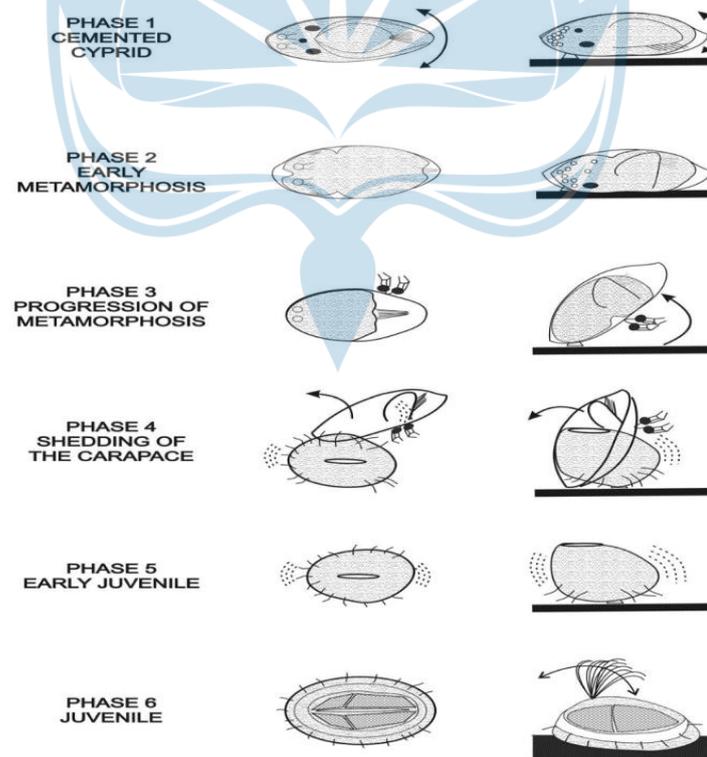
O₀ (ketidaktersediaan telur) sebesar $\pm 40\%$ terjadi pada perairan dengan suhu 15°C dan tingkat salinitas 35‰ diikuti dengan 25% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 15‰, 20% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 10‰ dan 5% pada perairan dengan suhu 25°C dan 30 °C pada salinitas 35‰. O₁ (ketersediaan

telur yang tampak sebagai lapisan tipis pada mantel ovarium) sebesar 60% terbentuk pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 35‰ diikuti dengan 57% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 10‰, 55% pada perairan dengan suhu 30°C dan salinitas 35‰, 52% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 20‰, 39% pada perairan dengan suhu 15°C dan salinitas 53‰ dan 30% pada perairan dengan suhu 25°C dan tingkat salinitas 15‰. O₂ (telur sudah mengisi ovarium dengan kenampakan sebagai lapisan tipis dan memenuhi per-tiga mantel ovarium) mengisi sebanyak 48% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 20‰, diikuti 45% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 15‰, 40% pada perairan dengan suhu 30°C dan salinitas 35‰, 35% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 35‰, 23% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 10‰ dan 21% pada perairan dengan suhu 15°C dan salinitas 35‰ (Qiu dan Qian, 1999).

E₀ sebesar 73% ditemukan pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 10‰, 72% pada perairan pada suhu 15°C dan salinitas 35‰, 60% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 20‰, 59% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 35‰, 53% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 15‰ dan 52% pada perairan dengan suhu 30°C dan salinitas 35‰. E₁ sebesar 37% ditemukan pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 15‰, 22% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 10‰, 21% pada perairan dengan suhu 15°C dan salinitas 35‰, 20% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 20‰, 17% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 35‰, 14% pada perairan dengan suhu 30°C dan salinitas 35‰. E₂ sebesar 26% pada perairan dengan suhu 30°C dan salinitas 35‰, 24% pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 35‰, 20% pada perairan dengan suhu 25°C

dan salinitas 20‰, 10‰ pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 15‰, 7‰ pada perairan dengan suhu 15°C dan salinitas 35‰ serta 5‰ pada perairan dengan suhu 25°C dan salinitas 10‰ (Qiu dan Qian, 1999).

Diego dkk., (2012) membagi proses metamorfosis *A. amphitrite* menjadi enam phase dengan mengacu pada observasi yang dilakukan oleh Kühl (1950). Diego dkk., (2012) melakukan perubahan dalam melakukan observasi metamorfisme *A. amphitrite* memanfaatkan mikroskop Olympus® CKX-41 yang dilengkapi dengan uEye®, dibandingkan dengan Kühl (1950) yang masih memanfaatkan mikroskop cahaya. Kenampakan fase metamorphosis *A. amphitrite* secara animatif dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Fase metamorphosis *A. amphitrite* (Sumber: Krishna dan Balakrishnan, 1972)

C. Fase Lunar

Bulan merupakan objek berbentuk bola seperti bumi yang mendapatkan penerangan sinar matahari pada satu bagian. Dalam pergerakannya mengitari bumi, hanya sebagian atau bahkan hanya sedikit bagian yang mendapatkan sinar dari matahari dan bagian tersebutlah yang terlihat dari bumi. Bentuk bagian bulan yang mendapat sinar matahari berubah secara siklik menurut posisinya terhadap bumi dan matahari. Siklus perubahan bentuk area bulan yang mendapat sinar matahari dikenal dengan siklus bulan atau siklus lunar. Setiap tahap perubahan dalam siklus lunar di kenal dengan fase lunar. Fase-fase dalam siklus lunar dideskripsikan sebagai berikut (*space.com-science and astronomy*, 2018).

1. Bulan baru (*New moon*)

Bulan baru merupakan kondisi dimana bulan terletak diantara bumi dan matahari. Bagian bulan yang menghadap bumi tidak menerima sinar matahari, sehingga permukaan bulan hanya menerima sedikit sinar matahari yang dipantulkan bumi (Gambar 9A). Bulan akan semakin terlihat seiring dengan pergerakannya mengitari bumi. Pergerakan bulan mengitari bumi akan mengakibatkan luas permukaan bulan yang terpapar sinar matahari semakin banyak, sehingga permukaan bulan akan semakin banyak terlihat, hal ini disebut *Waxing Crescent*.

2. Quarter Pertama (*First quarter*)

Quarter pertama merupakan kondisis dimana bulan berada 90° dari matahari sehingga hanya separuh bagian bulan yang terpapar matahari

(Gambar 9B). Hal ini demikian, karena bulan sudah bergerak megitari seperempat bagian dari bumi sejak bulan baru. Pergerakan bulan setelah quarter pertama akan menimbulkan permukaan bulan yang terpapar sinar matahari semakin banyak, hal ini mengakibatkan lebih dari separuh bagian bulan tampak dari bumi. Kenampakan ini disebut *Waxing Gibbous*.

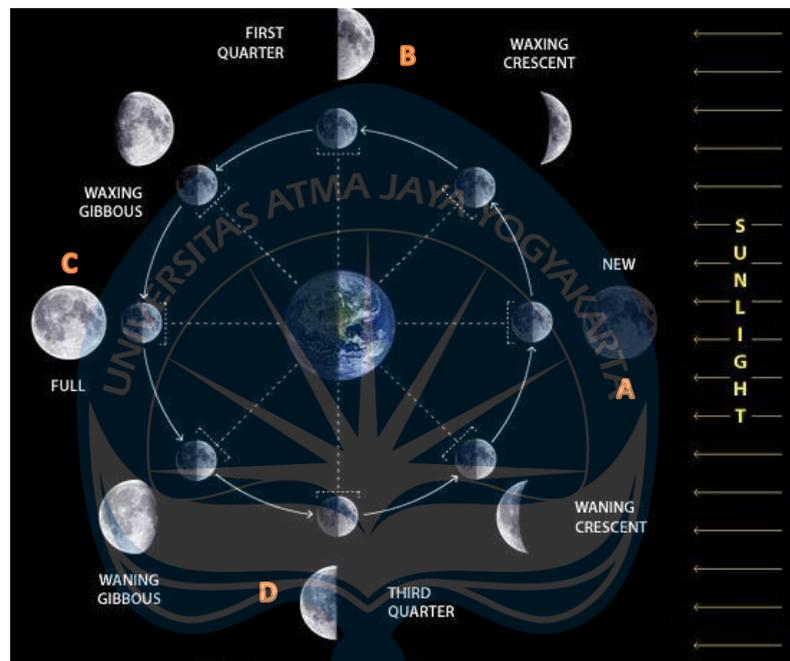
3. Bulan Purnama (*Full moon*)

Bulan purnama merupakan kondisi dimana bulan berada 180° dari posisi matahari (Gambar 9C). Kondisi ini menyebabkan bagian bulan yang menghadap bumi terpapar penuh oleh sinar matahari, sehingga bagian bulan yang menghadap bumi terlihat sempurna. Bulan purnama dapat digambarkan sebagai kondisi saat bulan, bumi dan matahari berada pada sebuah garis lurus, namun kondisi sebenarnya yakni bumi, bulan dan matahari tidak berada pada keadaan sejajar secara sempurna. Kondisi ketika bulan, bumi dan matahari sejajar sangat jarang terjadi, namun apabila sejajar akan terjadi kondisi bayangan bulan menutupi bumi, yang umumnya disebut sebagai gerhana bulan. Pergerakan bulan melalui fase bulan purnama akan menunjukkan lebih dari separuh kenampakan bulan terlihat jelas. Kenampakan yang diterlihat menunjukkan berkurangnya permukaan bulan yang terpapar sinar matahari, hal ini disebut *Waning Gibbous*.

4. Quarter Terakhir (*Last quarter*)

Quarter terakhir merupakan kondisi dimana pergerakan bumi sudah melalui 270° bagian bumi (Gambar 9D). Kondisi ini menunjukkan hanya sebagian bagian bulan yang terpapar oleh sinar matahari, dimana bagian

yang terlihat adalah bagian bulan yang menghadap matahari. Kondisi ini merupakan kebalikan dari quarter pertama. Pergerakan bulan yang mendekati titik mula atau titik bulan baru menunjukkan kondisi ketika kurang dari separuh bagian bulan yang terpapar sinar matahari. Kondisi ini disebut sebagai *Waning crescent* yang merupakan kebalikan dari *waxing crescent*.



Gambar 9. Fase bulan (space.com-science and astronomy, 20018)

D. Efek Fase Lunar Terhadap Biota Laut

Posisi bulan pada waktu tertentu dapat memengaruhi kondisi air laut, terutama kondisi pasang-surut air laut. Pergerakan bulan mengelilingi bumi menunjukkan kenampakan dan intensitas cahaya yang berbeda mengacu pada posisi antara matahari bumi dan bulan. Kondisi lingkungan seperti suhu air laut, salinitas, pasang-surut air laut dan ketersediaan pakan diduga menjadi pemicu terjadinya gametogenesis dan pemijahan invertebrata

(Harrison dkk., 1984; Harrison, 1990; Orton 1920; Himmelman, 1980, Jokiel dkk., 1985).

Seaserma hematochier merupakan kepiting yang hidup di daerah terestial dan membentuk koloni dalam pegunungan diatas Sungai Ogamo, Jepang. Induk kepiting betina akan melakukan perjalanan menuju laut untuk melepaskan anaknya. Perilaku ini berlangsung hanya pada *new moon* atau *full moon* ketika pasang pada musim semi (Sigusa, 1985).

Clunio marinus hidup didaerah dalam alga pada zona interdial dalam perairan Atlantik Eropa. Larva akan menjadi kepompong pada *new moon* atau *full moon* dan akan menetas beberapa hari kemudian saat pasang rendah ketika habitatnya mulai kering. Chironomid jantan akan menetas dulu, kemudian mencari kepompong larva betina untuk membantu mengeluarkan sayap dari kepompong dan melakukan pemijahan. Chironomid dewasa akan melakukan pemijahan pada lokasi tertentu dan meletakkan telurnya dan tidak lama kemudian akan mati. Peristiwa tersebut berlangsung dengan berdasar pada siklus *circa semilunar* dan siklus bulan pada populasi bagian selatan. Sedangkan, populasi utara berdasar pada ketersediaan air. Hal ini demikian, karena malam yang pendek pada musim panas dan posisi bulan yang terlalu rendah tidak dapat dijadikan pemicu terjadinya pemijahan (Neumann, 1975; Neumann, 1988).

E. Hipotesis

1. Fase lunar berpengaruh terhadap kapasitas reproduksi *A. amphitrite*.

2. Semakin besar diameter cangkang *A. amphitrite*, semakin banyak jumlah telur yang dihasilkan.
3. Paramater lingkungan seperti suhu, pH, dan salinitas berpengaruh terhadap laju reproduksi *A. amphitrite*.

