

Profil Suhu Pantai Peneluran Penyu Sidey: Implikasi Estimasi Jenis Kelamin Tukik Penyu

Temperature Profiles at Sidey Beach Nesting Turtle: Implications of Turtle Hatchling Sex Estimates

Siwom Erick N. Semboor^{1*}, Ricardo F. Tapilatu², Vera Sabariah²

¹Program Studi Ilmu Lingkungan Pascasarjana Universitas Papua, Manokwari, Indonesia

²Program Pascasarjana Universitas Papua, Manokwari, Indonesia

*Email: ericksembor2@gmail.com

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima

Februari 2021

Disetujui

Juni 2021

Dipublikasikan

Juli 2021

Keywords:

Global warming, temperature, sex of hatchlings, Sidey Beach

Abstrak

Perubahan suhu habitat peneluran akibat dampak pemanasan global menyebabkan kerusakan pada telur penyu dan akan mengakibatkan kegagalan penetasan pada sarang-sarang penyu. Suhu pantai peneluran penyu yang ada di pantai Sidey sebagai pantai peneluran sekunder memiliki kontribusi terhadap keberadaan populasi penyu di alam. Analisis profil suhu pantai peneluran penyu Sidey bertujuan untuk menghubungkan suhu pasir pantai peneluran penyu dengan sukses penetasan, dan mengestimasi jenis kelamin tukik berdasarkan suhu selama masa inkubasi dan suhu pasir pantai. Perekaman suhu yang menggunakan data logger, kemudian dianalisis dengan menggunakan software *HOBOWare*. Hasil analisis data, rata-rata suhu pantai Sidey 1 adalah $31.75 \pm 1.70^\circ\text{C}$ dan pantai Sidey 2 adalah $32.29 \pm 0.23^\circ\text{C}$, rata-rata suhu inkubasi sarang 1 adalah $28.14 \pm 0.75^\circ\text{C}$ dan pada sarang 2 adalah $30.13 \pm 0.82^\circ\text{C}$. Kisaran rata-rata suhu yang dimiliki oleh pantai Sidey berada di atas suhu penting penyu belimbing untuk wilayah Pasifik Timur yaitu 29.4°C , sedangkan untuk kedua sampel sarang memiliki rata-rata suhu yang berada di atas maupun di bawah suhu penting, sehingga estimasi jenis kelamin tukik untuk Pantai Sidey adalah betina serta memiliki tingkat penetasan yang rendah.

Abstract

*Changes in the temperature of the nesting habitat due to the impact of global warming cause damage to turtle eggs and will result in failure of hatching in turtle nests. The temperature of the turtle nesting beach on Sidey beach as a secondary nesting beach has a contribution to the existence of turtle populations in the wild. The analysis of the temperature profile of the Sidey turtle nesting beach aims to relate the temperature of the turtle nesting beach sand to hatching success, and to estimate the sex of hatchlings based on the temperature during the incubation period and the temperature of the beach sand. Temperature recording using a data logger, then analyzed using *HOBOWare* software. The results of the analysis of the mean temperature for Sidey 1 beach of $31.75 \pm 1.70^\circ\text{C}$, Sidey 2 beach of $32.29 \pm 0.23^\circ\text{C}$, incubation temperature of nest 1 was $28.14 \pm 0.75^\circ\text{C}$ and at nest 2 of $30.13 \pm 0.82^\circ\text{C}$. The mean temperature range of the Sidey beach was above the pivotal temperature for*

leatherback turtles for the East Pacific region, which is 29.4°C, while the two nest samples have a temperature mean above or below the pivotal temperature, so that the estimation of hatchling sex for Sidey beaches are female and have low hatching success.

PENDAHULUAN

Pemanasan global merupakan isu lingkungan hidup yang perlu mendapatkan perhatian serius. Pemanasan secara global juga berdampak pada perubahan iklim secara lokal. Pada wilayah pesisir, perubahan iklim akan mengakibatkan naiknya permukaan air laut juga menyebabkan naiknya gelombang laut, berubahnya bentuk pesisir pantai akibat hempasan ombak, dan secara skala lokal terjadi perubahan pada suhu di pesisir pantai. Dampak ini akan berpengaruh terhadap biota laut. Perubahan iklim yang terus menerus akan mengakibatkan naiknya permukaan laut yang akan mengurangi luas kawasan pesisir (Syahailatua, 2008). Pemanasan secara global juga akan berdampak pada penyu yang termasuk dalam kelompok hewan reptilia yang seluruh aktivitas hidup berada di laut serta melakukan proses peneluran di pesisir pantai. Beberapa faktor lingkungan berpengaruh untuk pemilihan pantai peneluran seperti pasang-surut air laut, penutupan vegetasi, lebar dan kemiringan pantai, dan ukuran partikel pasir (Panjaitan et al., 2012). Menurut Suprapti et al. (2010), ancaman terhadap penurunan populasi penyu dapat disebabkan oleh faktor internal individu penyu maupun faktor eksternal penyu yaitu alam dan antropogenik. Ancaman yang begitu kompleks terhadap populasi penyu, maka dibutuhkan penanganan yang serius untuk mempertahankan keberadaan populasi penyu di alam yang salah satunya dengan melakukan upaya konservasi pada habitat peneluran. Pantai Sidey merupakan pantai peneluran sekunder yang terdapat di wilayah Papua Barat.

Penyu termasuk dalam kelas reptilia memiliki penentuan jenis kelamin embrio tukik berdasarkan suhu pada habitat sarang (*Temperature Dependent Sex Determination/TSD*), sama halnya dengan kelompok reptilia lainnya (Tapilatu, 2014; Hays et al., 2003; Larios, 1999; Ackerman, 1997). Perubahan-perubahan suhu pada habitat peneluran akibat dampak pemanasan global menyebabkan kerusakan pada telur penyu dan akan mengakibatkan kegagalan penetasan. Jika terjadi keberhasilan penetasan, akan menghasilkan tukik dengan jenis kelamin betina yang lebih banyak dibandingkan dengan jenis kelamin jantan. Menurut Binckley et al. (1998) jika suhu tinggi akan menghasilkan tukik berjenis kelamin betina. Suhu pantai juga berdampak lamanya periode inkubasi telur penyu yang berada dalam ruang sarang (Suastika et al., 2012). Limpus, (2002) menyatakan bahwa rasio jenis kelamin tukik jantan dan betina yang optimal adalah 1:1 atau setidaknya 3:7 untuk setiap sarang penyu. Konsekuensi dari pemanasan global memiliki pengaruh yang kuat terhadap penyu laut. Bila penyu tidak dapat beradaptasi terhadap perubahan iklim, maka peningkatan suhu ini akan berpotensi menurunkan penetasan (Hawkes et al., 2007; Miller, 1985) dan berangsur-angsur akan meningkatkan ratio jenis kelamin betina dalam populasi penyu (Hawkes et al., 2007; Mrosovsky, 1994).

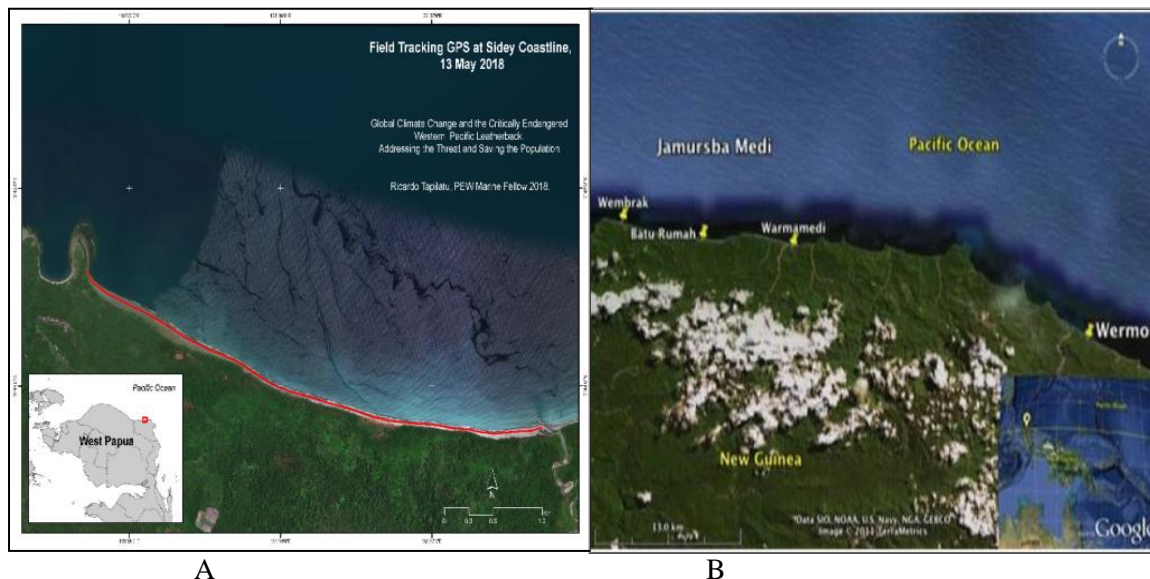
Dominasi jenis kelamin tukik betina yang dihasilkan dari penetasan sarang alami penyu akibat dampak perubahan iklim, diperkirakan dapat menyebabkan penurunan populasi spesies penyu pada waktu 20 tahun mendatang karena jumlah tukik yang berjenis kelamin jantan semakin berkurang. Oleh karenanya perlu dilakukan analisis mengenai profil suhu pantai peneluran penyu, salah satunya di Pantai Sidey, sebagai salah satu pantai peneluran sekunder yang memiliki kontribusi terhadap keberadaan populasi penyu di alam. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui profil suhu pantai peneluran di pantai

Sidey, menghubungkan suhu pasir peneluran penyu dengan kesuksesan penetasan, dan mengestimasi jenis kelamin tukik yang diproduksi berdasarkan suhu selama masa inkubasi dan suhu pasir pantai selama musim peneluran.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama enam bulan, yaitu dari bulan Juni hingga November 2018. Data yang diambil terdiri atas data suhu pasir di pantai Sidey dan data sampel suhu sarang penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*) di pantai peneluran utama Kabupaten Tambrau (Gambar 1).



Gambar 1. Lokasi penelitian (A) Pantai Sidey; (B) Pantai Jamursba Medi

Pengukuran Suhu Pantai Peneluran dan Sarang

Data yang diambil adalah suhu pada pantai peneluran sekunder (Sidey) yang telah dipasang data logger. Data logger ditanam dalam pasir dengan kedalaman 80 cm (Tapilatu & Tiwari, 2007) dengan durasi pencatatan suhu oleh data logger setiap 1 jam selama musim peneluran hingga musim penetasan penyu berlangsung yaitu selama Juni-November 2018. Untuk mengetahui suhu pada sarang selama masa inkubasi hingga penetasan berlangsung, dilakukan pengambilan sampel sarang penyu belimbing (*D. coriacea*) sebagai data pendukung yang telah diletakkan data logger di pantai peneluran Jamursba Medi.

Setelah musim bertelur selesai, dilanjutkan dengan musim penetasan (periode inkubasi \pm 2 bulan). Pada tahap penetasan ini dilakukan pendugaan (estimasi) jenis kelamin tukik yang dihasilkan. Estimasi jenis kelamin tukik jantan dan betina dilakukan dengan menganalisis hasil perekaman data suhu oleh data logger yang telah terpasang di pesisir pantai maupun data logger yang ada pada ruang sarang, serta dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian sebelumnya yang berhubungan.

Analisis Data

Data hasil perekaman suhu pasir dan sarang, dianalisis menggunakan software *HOBOWare* dan diekspor ke dalam format *excel* untuk dihitung rata-rata suhu pasir dan rata-rata suhu sarang selama masa inkubasi. Untuk mengetahui sukses penetasan digunakan rumus menurut Dobbs et al. (1999) yaitu:

$$HSs = \frac{JS}{JS+TM} \times 100\%$$

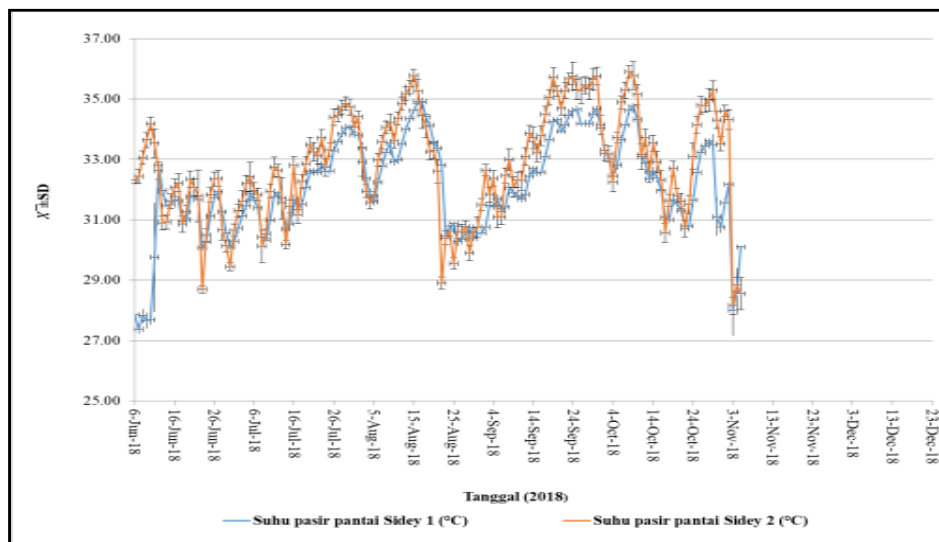
Keterangan:

- HSs = Tingkat keberhasilan menetas (%)
- JS = Jumlah telur yang menetas
- TM = Jumlah telur yang gagal menetas

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu Pasir

Data suhu yang dianalisis meliputi rata-rata suhu pasir per hari dan per bulan. Suhu pada awal pemasangan data logger antara pantai Sidey 1 dan Sidey 2 ditemukan berbeda, yaitu pantai Sidey 1 rata-rata suhu pasir $27.82 \pm 0.09^\circ\text{C}$ dan Pantai Sidey 2 pada rata-rata $32.26 \pm 0.06^\circ\text{C}$. Perbedaan suhu ini diakibatkan oleh perbedaan waktu penyinaran matahari dan penyerapan panas oleh pasir pantai (Gambar 2).



Gambar 2. Rata-rata suhu pasir per hari Pantai Sidey 1 dan Sidey 2

Pada akhir bulan Juli, kisaran harian suhu pasir pantai Sidey 1 adalah $29-35^\circ\text{C}$ dan kisaran suhu Pantai Sidey 2 adalah $29-35^\circ\text{C}$. Peningkatan suhu harian terjadi pada bulan Agustus sampai September 2018 yang berkisar antara $29-33^\circ\text{C}$ untuk wilayah pantai Sidey 1 dan pantai Sidey 2 juga mengalami peningkatan suhu harian antara $29-35^\circ\text{C}$. Pada akhir musim peneluran di bulan Oktober sampai November 2018 juga terjadi perubahan suhu harian pada pantai Sidey 1 yaitu berkisar antara $27-31^\circ\text{C}$ dan kisaran suhu harian pantai Sidey 2 antara $27-35^\circ\text{C}$. Selama musim peneluran penyu berlangsung, rata-rata harian suhu pasir pada pantai Sidey 1 adalah $30.26 \pm 1.44^\circ\text{C}$ dan pantai Sidey 2 $30.26 \pm 1.44^\circ\text{C}$.

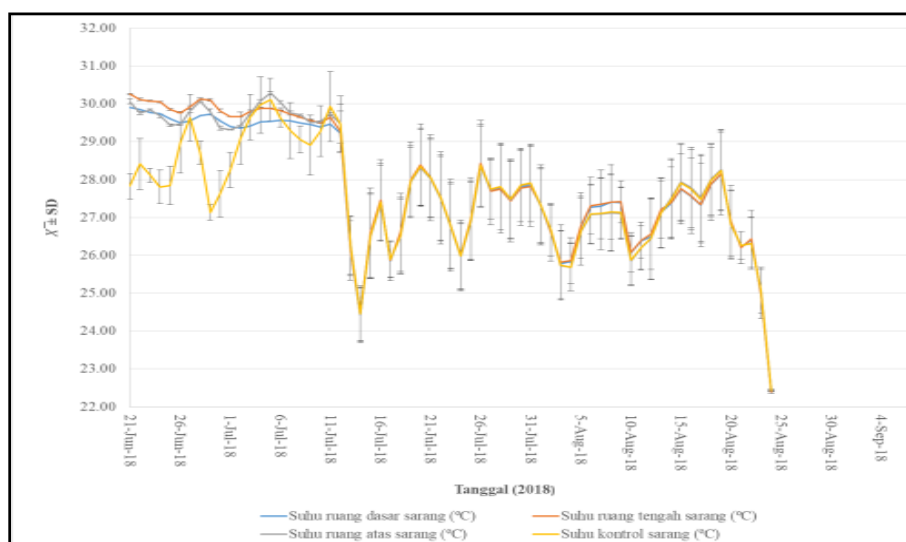
Analisis suhu pasir pantai Sidey 1 dan Sidey 2 secara bulanan menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan pada kedua lokasi tersebut, yang ditampilkan pada Gambar 2. Wilayah pantai Sidey 1 terjadi peningkatan suhu berkisar $30.54-32.00^\circ\text{C}$ dan stabil pada rata-rata ini hingga bulan November 2018. Selama musim peneluran berlangsung, rata-rata suhu per bulan pada pantai Sidey 1 $30.27 \pm 0.19^\circ\text{C}$. Pantai Sidey 2 memiliki rata-rata dan variasi suhu $31.75 \pm 0.64^\circ\text{C}$, pada bulan Juni dan pada bulan Juli suhu per bulan pada rata-rata $32.56 \pm 0.79^\circ\text{C}$ yang mengalami penurunan hingga $32.55 \pm 1.63^\circ\text{C}$ hingga pada November 2018. Rata-rata suhu per bulan untuk pantai Sidey 2 selama musim peneluran berada pada $32.29 \pm 0.23^\circ\text{C}$.

Secara umum pantai Sidey memiliki rata-rata suhu yang dapat dikategorikan cukup tinggi dan berada diatas ambang batas suhu penting. Faktor fisik lingkungan seperti warna dan partikel pasir berdampak pada suhu secara lokal. Pengamatan visual menunjukkan Pantai Sidey memiliki pasir berwarna hitam dan partikel pasir yang halus, sehingga memungkinkan penyerapan panas yang tinggi. Warna dan partikel pasir pada pantai Sidey memiliki kemiripan seperti di pantai Wembrak Jamursba Medi dan pantai Wermon Kabupaten Tambrauw (Tapilatu & Tiwari, 2007). Kondisi pasir di pantai Wembrak Jamursba Medi dan pantai Wermon telah melampaui suhu yang dapat diterima oleh embrio penyu belimbing dan dapat menyebabkan kematian embrio penyu belimbing (Tapilatu & Tiwari, 2007, Tapilatu, 2014). Suhu yang dapat ditoleransi oleh embrio penyu belimbing pada kisaran 24-32°C (Ytema & Mrosovsky, 1980).

Suhu Sarang

Sarang penyu yang digunakan sebagai sampel sarang adalah sebanyak dua sarang penyu belimbing. Pada sarang dilakukan pengukuran secara bertahap dalam ruang sarang, yaitu pada bagian dasar sarang, bagian tengah sarang, bagian atas sarang, dan bagian kontrol sarang. Kedalaman dari sarang penyu belimbing yang digali dan diletakkan data logger adalah 80 cm (Tapilatu dan Tiwari, 2007).

Rata-rata harian suhu yang dihasilkan oleh sarang 1 pada awal pemasangan data logger $29.91 \pm 0.02^\circ\text{C}$ pada bagian dasar sarang, $30.26 \pm 0.01^\circ\text{C}$ pada bagian tengah sarang, $30.06 \pm 0.06^\circ\text{C}$ pada bagian atas sarang, serta $27.82 \pm 0.33^\circ\text{C}$ pada bagian kontrol sarang 1. Perbedaan suhu awal ini dipengaruhi oleh penyimpanan panas dan kedalaman dari masing - masing data logger yang diletakkan dalam sarang penyu (Gambar. 3). Bulan Juli 2018 terjadi penurunan suhu untuk semua bagian ruang sarang 1, yaitu $28.03 \pm 0.69^\circ\text{C}$ pada bagian dasar sarang, $28.13 \pm 0.75^\circ\text{C}$ pada bagian tengah sarang, $28.13 \pm 0.75^\circ\text{C}$ pada bagian atas sarang, serta $24.70 \pm 0.01^\circ\text{C}$ pada bagian kontrol sarang 1. Terjadinya penurunan suhu ini diperkirakan karena tingginya tingkat curah hujan secara lokal yang berdasarkan data dari BMKG Manokwari, kisaran hujan tertinggi adalah 278 mm.



Gambar 3. Rata-rata (\pm SD) suhu per hari pada sarang 1

Pada bulan Agustus rata-rata suhu harian pada bagian dasar sarang adalah $25.69 \pm 0.59^\circ\text{C}$, rata-rata suhu pada ruang pada bagian atas sarang adalah $25.66 \pm 0.06^\circ\text{C}$, ruang bagian tengah sarang adalah $26.71 \pm 0.12^\circ\text{C}$, dan bagian

kontrol sarang 1 adalah $26.66 \pm 0.59^{\circ}\text{C}$. Pada saat penetasan berlangsung (bulan Agustus) terjadi penurunan rata-rata harian suhu yang cukup drastis, yaitu pada bagian ruang dasar sarang mencapai $20.01 \pm 0.92^{\circ}\text{C}$, ruang tengah sarang $25.02 \pm 0.90^{\circ}\text{C}$, bagian atas sarang pada suhu $25.22 \pm 0.41^{\circ}\text{C}$ serta ruang kontrol sarang pada suhu $22.44 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$. Secara keseluruhan pada sarang 1, rata-rata suhu harian adalah $26.72 \pm 1.14^{\circ}\text{C}$.

Rata-rata suhu per bulan pada sarang 1 dengan suhu tertinggi yang terjadi pada bulan Juni 2018 yaitu pada bagian dasar sarang memiliki rata-rata $29.69 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$, bagian tengah sarang dengan rata-rata $30.01 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$, ruang atas sarang pada rata-rata $29.73 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$ dan untuk bagian kontrol sarang rata-ratanya $28.21 \pm 0.10^{\circ}\text{C}$. Untuk bulan Juli 2018 pada bagian dasar sarang memiliki rata-rata suhu $28.03 \pm 0.25^{\circ}\text{C}$, ruang tengah sarang pada rata-rata $28.12 \pm 0.25^{\circ}\text{C}$, bagian atas sarang pada rata-rata $28.13 \pm 0.23^{\circ}\text{C}$, serta suhu kontrol pada rata-rata $28.02 \pm 0.12^{\circ}\text{C}$. Sebaliknya, pada bulan Agustus dinamika suhu per bulan pada sarang 1 mengalami penurunan hingga saat penetasan berlangsung.

Pergerakan suhu harian rata-rata pada sarang 2 cenderung lebih rendah dibandingkan dengan sarang 1. Rata-rata harian bagian dasar sarang memiliki rata-rata suhu $29.34 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$, ruang tengah sarang pada rata-rata $29.04 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$, bagian atas sarang pada rata-rata suhu $26.01 \pm 0.10^{\circ}\text{C}$, serta bagian kontrol suhu pada rata-rata suhu $28.82 \pm 0.85^{\circ}\text{C}$. Akhir masa inkubasi (bulan Agustus), rata-rata harian suhu pada ke-3 bagian ruang sarang 2 mengalami peningkatan yaitu pada bagian dasar sarang memiliki rata-rata suhu $34.59 \pm 0.85^{\circ}\text{C}$, ruang tengah sarang dengan rata-rata suhu yang cukup tinggi yaitu dengan rata-rata harian suhu mencapai $36.05 \pm 1.53^{\circ}\text{C}$, ruang bagian atas sarang pada rata-rata $34.66 \pm 0.34^{\circ}\text{C}$. Sedangkan kontrol sarang 2 memiliki rata-rata suhu yang cukup berbanding terbalik dengan ke-3 bagian ruangan sarang 2 yaitu dengan rata-rata suhu mencapai $29.84 \pm 1.66^{\circ}\text{C}$. Rata-rata suhu harian untuk keseluruhan sarang 2 berada pada rata-rata $29.84 \pm 1.66^{\circ}\text{C}$ (Gambar 4).



Gambar 4. Rata-rata (±SD) suhu per hari sarang 2

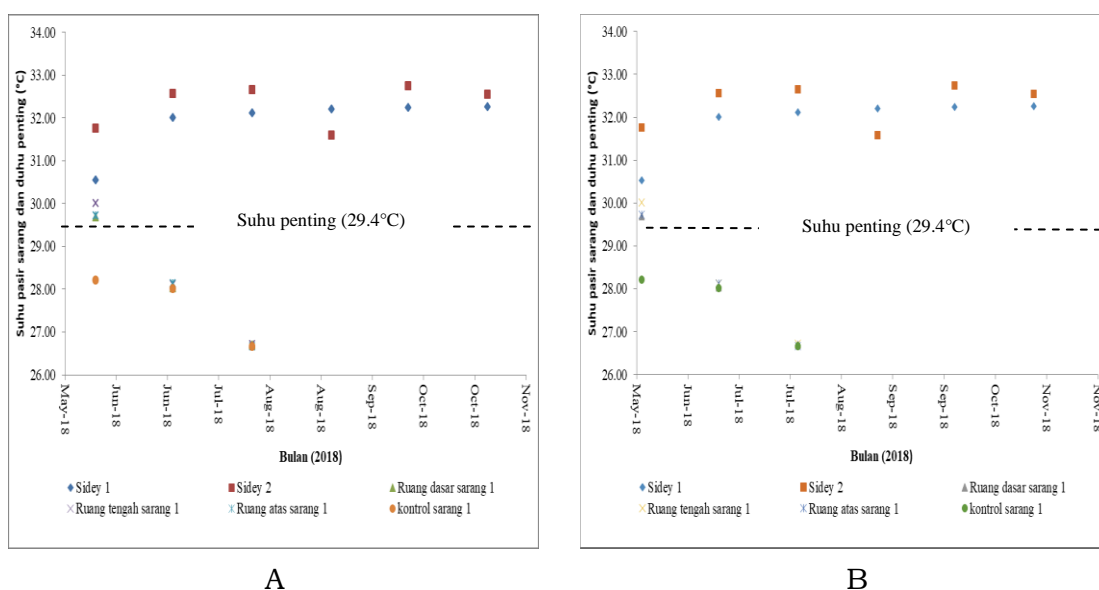
Suhu inkubasi pada sarang 2 memiliki dinamika perubahan suhu yang berbeda antara ke-3 bagian (layer) sarang terhadap kontrol sarang 2. Selama bulan Juni, rata-rata per bulan pada bagian dasar sarang adalah $29.24 \pm 0.00^{\circ}\text{C}$, ruang tengah sarang pada rata-rata $29.18 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$, bagian ruang atas sarang pada rata-rata $28.98 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$, serta pada bagian kontrol sarang 2 pada rata-rata suhu adalah $28.32 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$. Bulan Juli tidak mengalami perbedaan variasi rata-rata suhu pada ke-4 layer sarang. Rata-rata suhu pada bagian dasar sarang yaitu $29.14 \pm 0.01^{\circ}\text{C}$,

ruang tengah sarang pada rata-rata $29.33 \pm 0.02^{\circ}\text{C}$, atas sarang pada rata-rata $29.29 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ dan kontrol ruang sarang 2 pada $29.95 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$. Pada akhir masa inkubasi sarang 2, dinamika suhu untuk semua ruang sarang mengalami peningkatan, yaitu untuk bagian dasar sarang dengan rata-rata suhu $32.02 \pm 0.10^{\circ}\text{C}$, ruang tengah sarang pada rata-rata suhu $32.92 \pm 0.13^{\circ}\text{C}$, ruang atas sarang pada rata-rata $32.31 \pm 0.13^{\circ}\text{C}$ dan juga untuk bagian kontrol sarang 2 memiliki rata-rata suhu yang meningkat, yaitu $31.24 \pm 0.13^{\circ}\text{C}$. Secara keseluruhan, rata-rata suhu per bulan pada sarang 2 selama masa inkubasi hingga penetasan berlangsung adalah $30.13 \pm 0.82^{\circ}\text{C}$.

Sarang 1 dan sarang 2 memiliki rata-rata suhu yang cukup berbeda, dimana pada masa akhir inkubasi sarang mengalami penurunan rata-rata suhu pada sarang 1 dan terjadi peningkatan suhu pada sarang 2. Hal ini berpengaruh terhadap sukses penetasan dan periode inkubasi pada ke-2 sarang tersebut. Selain faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap sarang, faktor lain yang cukup berpengaruh adalah peletakan sarang dilakukan oleh induk penyus akan berpengaruh terhadap keberhasilan penetasan dan juga jenis kelamin yang dihasilkan. Booth and Astill (2001) menyebutkan bahwa secara naluri, penyus betina memiliki cara tersendiri untuk mendeteksi suhu pasir yang tepat untuk digali dan dibuat sarang, sehingga proses inkubasi sarang dan rasio jenis kelamin dapat berhasil dengan baik. Bagian sarang yang mengalami peningkatan suhu akan menurunkan proporsi jenis kelamin tukik jantan (Ackerman, 1997) dan naiknya suhu sarang juga akan berdampak seleksi jenis kelamin dan sukses penetasan yang rendah (Tomillo et al., 2009). Suhu yang ekstrim pada pantai juga dapat menurunkan keberhasilan penetasan (Tapilatu & Tiwari, 2007). Kedua sarang yang digunakan sebagai sampel pada penelitian ini memiliki rata-rata suhu harian maupun rata-rata suhu bulanan yang optimal, sehingga menghasilkan sukses penetasan yang baik.

Suhu Penting Penyus Belimbing (*D. coriacea*)

Penelitian ini mengadopsi suhu penting penyus belimbing untuk wilayah Pasifik Timur yaitu 29.4°C (Hulin et al., 2009; Binckley et al., 1998). Rata-rata suhu yang digunakan untuk membandingkan dengan suhu penting adalah rata-rata per bulan suhu pasir dan suhu sarang 1 dan sarang 2 (Gambar 5).



Gambar 5. Perbandingan suhu penting pantai Sidey terhadap sarang 1 (A); pantai Sidey terhadap sarang 2 (B)

Lokasi Pantai Sidey 1 dan Sidey 2 memiliki kisaran suhu antara 31-32°C hingga bulan November 2018. Rata-rata suhu per bulan sarang 1 berfluktuasi di atas dan di bawah suhu penting. Ruang dasar sarang 1 secara rata-rata bulanan berada pada 28-29°C, bagian ruang tengah sarang pada rata-rata 27-29°C per bulan, dan ruang kontrol sarang 1 memiliki kisaran suhu per bulan 26-28°C.

Sarang 2 juga memiliki rata-rata suhu per bulan berfluktuasi di atas dan di bawah suhu penting. Suhu per bulan pada sarang 2 untuk bagian dasar sarang berkisar pada 29-32°C, kisaran suhu per bulan ruang tengah sarang 29-32°C, kisaran suhu per bulan suhu bagian atas sarang 24-31°C, sedangkan suhu kontrol sarang 2 berkisar antara 28-31°C. Suhu penting sangat dibutuhkan untuk menghasilkan perbandingan jenis kelamin tukik yang seimbang yaitu 1:1 antara tukik jantan dan tukik betina (Bull, 1980; Yntema & Mrosovsky, 1980). Hasil perbandingan rata-rata suhu per bulan antara pantai Sidey dan rata-rata suhu per bulan pada sarang 1, terdapat rentang rata-rata suhu yang cukup jauh dari suhu penting penyu belimbing (*D. coriacea*). Sebaliknya, perbandingan rata-rata bulanan pantai Sidey dan sarang 2 (ruang dasar dan tengah sarang) menunjukkan bahwa telah berada pada rata-rata suhu penting. Rata-rata suhu ini sangat menentukan estimasi jenis kelamin tukik yang akan dihasilkan di pantai Sidey. Meskipun rata-rata transisi suhu cukup kecil, tapi akan sangat berpengaruh terhadap penentuan jenis kelamin tukik jantan dan tukik betina yang dihasilkan dari penetasan sarang (Mrosovsky & Pieau, 1991).

Estimasi Jenis Kelamin Tukik Penyu Belimbing (*D. coriacea*)

Estimasi jenis kelamin tukik dilakukan dengan menganalisis dan membandingkan suhu pasir dan suhu sarang (rata-rata suhu per bulan). Metode ini disebut sebagai metode tidak langsung, yaitu dengan mengevaluasi suhu pasir habitat peneluran penyu, suhu inkubasi sarang, dan durasi inkubasi sarang (Hays et al., 1999; Kaska et al., 1998; Marcovaldi et al., 1997; Godfrey et al., 1996). Suhu rata-rata bulanan di Pantai Sidey umumnya cenderung berada di atas suhu penting, sedangkan kedua sarang mengalami peningkatan suhu yang dinamis, yaitu berada di atas maupun di bawah suhu penting. Rata-rata suhu bulanan pada semua pantai cenderung lebih hangat (terutama pada Pantai Sidey), sehingga dapat diasumsikan bahwa wilayah Sidey menghasilkan tukik penyu belimbing (*D. coriacea*) betina yang lebih dominan pada musim peneluran tahun 2018.

Rasio jenis tukik dengan kelamin jantan akan ditemukan pada rata-rata suhu yang kurang dari 29°C hingga 30°C (Pieau et al., 1995; Standora dan Spotila, 1985) sedangkan rasio jenis kelamin betina akan ditemukan pada rata-rata suhu yang lebih hangat (Tapilatu, 2014; Standora & Spotila, 1985). Selain suhu, kerja enzim juga berpengaruh. Enzim yang bekerja untuk memengaruhi jenis kelamin tukik adalah enzim aromatase. Enzim ini akan mengubah hormon androgen dan estrogen berdasarkan perubahan pada suhu sarang penyu. Apabila suhu mengalami peningkatan, maka jumlah enzim aromatase juga akan mengalami peningkatan dan memperbanyak hormon estrogen serta pada hasil penetasan sarang penyu banyak memproduksi tukik dengan jenis kelamin betina. Sebaliknya, jika suhu mengalami penurunan akan terbentuk hormon androgen yang banyak memproduksi tukik berjenis kelamin jantan (Pieau et al., 1999).

Pengaruh Suhu Terhadap Sukses Penetasan

Penetasan pada sarang 1 memiliki sukses penetasan sebesar 57,36±1.20% yang lebih tinggi dibandingkan dengan sarang 2 yang memiliki sukses penetasan sebesar 53,95%. Periode inkubasi pada sarang 1 juga lebih cepat dibandingkan dengan sarang 2 yaitu selama 70 hari, sedangkan sarang 2 selama 76 hari. Hal ini dimungkinkan karena variasi suhu antara sarang 1 dan sarang 2 cukup berbeda.

Suhu pada sarang sangat berdampak terhadap waktu penetasan sarang dan juga proses diferensiasi gonad tukik penyu (Suastika et al., 2012). Keberhasilan penetasan juga dapat menurun, apabila suhu telah melebihi 33°C selama inkubasi sarang dengan rentang waktu yang cukup lama (Matsuzawa et al., 2002; Yntema dan Mrosovsky, 1980). Sarang 1 pada ruang dasar sarang memiliki rata-rata suhu per bulan selama masa inkubasi sarang (± 2 bulan) berada pada rata-rata suhu $28.14 \pm 0.75^\circ\text{C}$ sedangkan pada bagian dasar untuk sarang 2 memiliki rata-rata suhu rata-rata bulanan adalah $30.13 \pm 0.82^\circ\text{C}$. Bagian ruang tengah sarang selama masa inkubasi sarang 1 memiliki rata-rata suhu per bulan berada pada rata-rata suhu $28.28 \pm 0.83^\circ\text{C}$ yang jika dibandingkan dengan ruang tengah sarang 2, berada pada rata-rata suhu $30.47 \pm 1.06^\circ\text{C}$. Pada bagian ruang atas sarang 1 memiliki rata-rata suhu inkubasi $28.17 \pm 0.77^\circ\text{C}$ dan sarang 2 memiliki rata-rata suhu pada bagian ruang atas sarang $30.20 \pm 0.92^\circ\text{C}$. Pada bagian kontrol rata-rata suhu sarang pada masing-masing sarang yaitu $27.63 \pm 0.42^\circ\text{C}$ pada sarang 1 dan $29.84 \pm 0.73^\circ\text{C}$ pada sarang 2.

Suhu konstan sangat diperlukan oleh penyu laut untuk menjalankan proses inkubasi sarang. Suhu konstan ini berada pada kisaran $25-27^\circ\text{C}$ dan $33-35^\circ\text{C}$ (Ackerman, 1997). Rata-rata suhu yang dihasilkan pada kedua sarang ini, masih berada pada kisaran suhu ideal untuk menghasilkan sukses penetasan yang cukup baik (70%). Suhu rendah ataupun tinggi sangat berpengaruh terhadap keberhasilan ataupun kegagalan penetasan yang memiliki korelasi dengan pasir di tempat peneluran penyu (Tapilatu, 2014; Davenport, 1997). Data suhu rata-rata per bulan pada kedua sarang yang diletakkan data logger, berada pada suhu yang konsisten sehingga dapat menghasilkan sukses penetasan yang optimal.

Implikasi Perubahan Iklim Pada Rasio Jenis Kelamin Tukik Penyu Belimbing (*D. coriacea*)

Sebagai kelompok hewan yang memiliki penentuan jenis kelamin berdasarkan suhu, kelompok penyu sangat rentan terhadap perubahan-perubahan iklim yang terjadi pada saat ini, terutama dalam skala lokal. Data suhu pasir pada wilayah pantai Sidey dan juga suhu pada kedua sarang yang diletakkan data logger, menunjukkan bahwa pada areal pasir peneluran penyu juga mengalami peningkatan suhu. Suhu per bulan untuk pasir pada pantai Sidey 1 menunjukkan bahwa suhu tertinggi berada pada rata-rata $32,25^\circ\text{C}$ dan suhu terendah pada rata-rata $30,54^\circ\text{C}$. Pantai Sidey 2 memiliki suhu tertinggi pada rata-rata $32,74^\circ\text{C}$ dan terendah pada rata-rata $31,59^\circ\text{C}$. Sampel sarang di pantai Jamursba Medi menunjukkan bahwa sarang 1 memiliki suhu tertinggi pada rata-rata $30,01^\circ\text{C}$ dan terendah $28,03^\circ\text{C}$ sedangkan sarang 2 memiliki suhu tertinggi pada rata-rata $32,92^\circ\text{C}$ dan terendah pada rata-rata $29,18^\circ\text{C}$ (Tabel 1).

Tabel 1. Rata-rata suhu tertinggi dan terendah pada pasir dan sarang

Kategori suhu	Rata-rata per bulan suhu pasir ($^\circ\text{C}$)		Rata-rata per bulan suhu sarang ($^\circ\text{C}$)	
	Sidey 1	Sidey 2	1	2
Tertinggi	32.25	32.74	30.01	32.92
Terendah	30.54	31.59	28.02	29.18

Rata-rata per bulan suhu pasir di wilayah pantai Sidey maupun sampel sarang pada pantai Jamursba Medi menunjukkan pergerakan suhu yang berada pada bagian atas ataupun bagian bawah dari suhu penting sarang penyu

belimbing. Hal ini akan sangat berdampak pada penetasan yang dihasilkan dan juga rasio jenis kelamin tukik. Secara khusus untuk rasio jenis kelamin tukik, hasil penelitian ini mengidentifikasi bahwa jenis kelamin tukik yang dihasilkan pada saat penetasan adalah betina (khusus pada pantai Sidey) karena suhu rata-rata bulanan yang dihasilkan telah berada dalam kategori suhu tinggi, serta untuk proporsi penetasan yang menghasilkan tukik jantan berada pada suhu yang rendah atau dingin (Tapilatu, 2014; Binckley et al., 1998).

Perubahan-perubahan suhu dari 1°C menjadi 2°C akan menyebabkan perbedaan rasio jenis kelamin tukik yang dihasilkan (Mrosovsky dan Yntema, 1980). Peningkatan suhu akibat pemanasan secara global akan berpengaruh terhadap penurunan produktivitas tukik (Hawkes et al., 2007; Miller, 1985). Selain itu, jika suhu pasir telah melebihi batas optimal inkubasi sarang, dapat menyebabkan kematian tukik, karena populasi penyu sangat rentan terhadap kenaikan suhu yang kecil akibat perubahan iklim global (Matsuzawa et al., 2002).

Strategi Pengelolaan Habitat Peneluran Penyu

Penelitian ini juga dapat memberikan informasi mengenai strategi pengelolaan habitat peneluran penyu secara umum ataupun secara khusus di pantai Sidey. Pengawasan habitat peneluran telah banyak dilakukan yaitu dengan pemantauan populasi induk penyu, pengamanan habitat, relokasi sarang untuk peningkatan produksi tukik, serta pemantauan terhadap predator alami maupun manusia. Data yang berhasil diperoleh dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada saat musim peneluran penyu untuk wilayah pantai Sidey tahun 2018 menghasilkan jenis kelamin tukik betina yang lebih dominan dibandingkan dengan tukik penyu jantan. Hasil tersebut dibuktikan dengan perekaman data logger yang menunjukkan bahwa rata-rata suhu telah berada di atas ambang batas suhu penting (29.4°C) dari penyu belimbing untuk menghasilkan rasio jenis kelamin 1:1 antara tukik jantan dan betina.

Pada kasus tersebut dapat menyebabkan hilangnya populasi penyu di kawasan Sidey dalam waktu-waktu mendatang, seperti yang terjadi di Malaysia bahwa 30% infertilitas telur penyu belimbing (*D. coriacea*) disebabkan karena kurangnya jumlah penyu jantan dalam populasi penyu (Mrosovsky, 1994). Perlu dilakukan pengawasan untuk pemantauan suhu pasir pantai ataupun suhu pasir sarang pada habitat persarangan. Beberapa cara yang dapat dilakukan untuk memantau suhu pada sarang, yaitu dengan melakukan perlindungan terhadap sarang dengan menggunakan naungan daun. Model pengawasan atau pemantauan suhu ini telah banyak dilakukan pada kawasan-kawasan konservasi penyu yang salah satunya dilakukan oleh Tapilatu (2014) di wilayah pantai Jamursba Medi, dengan tujuan untuk memantau suhu pasir sarang yang dapat ditoleransi perkembangan embrio tukik penyu. Pengamatan suhu pasir yang dapat ditoleransi adalah berkisar antara 24°C dan 32°C untuk spesies penyu belimbing (Yntema & Mrosovsky, 1980). Model pengelolaan ini juga dapat diterapkan pada wilayah pantai Sidey karena mengingat pada lokasi pantai ini juga merupakan pantai peneluran sekunder yang cukup berperan dalam menyuplai tukik ke dalam populasi penyu di alam.

Kesimpulan

Pantai Sidey memiliki rata-rata suhu harian maupun rata-rata suhu per bulan berada di atas ambang batas suhu penting (29.4°C) dari spesies penyu belimbing (*D. coriacea*). Tingginya rata-rata suhu pada kedua pantai ini memungkinkan jenis kelamin tukik yang dihasilkan lebih dominan betina dan juga sukses penetasan yang rendah. Pada sampel sarang di pantai Jamursba Medi memiliki rata-rata suhu per hari dan rata-rata suhu per bulan yang lebih rendah dibandingkan dengan pantai Sidey. Rata-rata suhu pada sarang di pantai

Jamursba Medi berada pada kisaran ambang batas suhu penting (29.4°C) dan cenderung lebih dingin, sehingga jenis kelamin tukik yang dihasilkan dapat diperkirakan adalah jantan yang lebih dominan, serta suhu pada sarang juga berada pada kisaran sukses penetasan yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, R.A. (1997). The nest environmental the embryonic development of sea turtles. In: *The Biology of Sea Turtle*. P.L. Lutz and J.A. Musick. CRC Press, Inc. USA. Pp:83-106.
- Binckley, A., Spotila, J.R., Wilson, K.S., and Paladino, F.V. (1998). Sex determination and sex ratios of Pacific leatherback turtles, *D. coriacea*. *Copeia*, (2): 291-300.
- Booth, D.T and Astill, K. (2001). Temperature variation and between nest of the green sea turtle, *Chelonia mydas* (Chelonia: Cheloniidae) on Herron Island, Great Barrier Reef. *Australian Journal of Zoology*, (49): 71-84.
- Bull, J.J. (1980). Sex determination in reptiles. *Q Rev Biol* (55) :3-21.
- Devenport, J. 1997. Temperature and the life history strategies of sea turtle. *J.therm Biol*, 2(6): 479-488.
- Dobbs, K.A., Miller, J.D., Limpus, C.J., and Landry, A.M.Jr. (1999). Hawksbill turtle, *Eretmochelys imbricata*, nesting at Milman Island, Northern Great Barrier Reff, Australia. *Chelonian Conservation and Biology* (3): 344-361.
- Godfrey, M.H., Mrosovsky, N., and Barreto, R. (1996). Estimating past and present sex ratios of sea turtles in Suriname. *Canadian Journal of Zoology*,(74): 267-770.
- Hawkes, L.A., Broderick, A.C., Godfrey, M.H., and Godley, B.J. (2007). Investigating the potential impact of climate change on marine turtle population. *Global Change Biology*, (13): 923-932.
- Hays, G.C., Godley, J., and Broderick, A.C. (1999). Long-term thermal conditions on the nesting beaches of green turtles on Ascension Island. *Marine Ecology Progress Series*. (45): 47-53.
- Hays, G.C., Broederick, A.C., Glen, F., and Godley, B.J. (2003). Climate change and sea turtles: a 150-year reconstruction of incubation temperatures at a major marine turtle rookery. *Global Change Biology*, (9): 642-646.
- Hulin, V., Delmas, V., and Girondot, M. (2009). Temperature-dependent sex determination and global change: are some species at greater risk?. *Ecologia*, (160): 493-506.
- Kaska, Y.,Downie, R., Tippet, R., and Furness, R.W. (1998). Natural temperature regimes for loggerhead and green turtle nests in the eastern Medditerranean. *Can, J. Zool* 76: 273-279.
- Larios, H.M. (1999). Determining hatchling sex. *Marine Turtle Socialist Group*. P: 130-135.
- Limpus, C.J. (2002). SEAFDEC regional training course on marine turtles Terengganu, 24-31 August. In: *Kompilasi materi pelatihan biologi dan konservasi penyu*. WWF Sulawesi Ecoregion. Indonesia.
- Marcovaldi, M.A., Godfrey, M.H., and Mrosovsky, N. (1997). Estimating sex ratios of loggerhead turtles in Brazil from pivotal incubation durations. *Canadian Journal of Zoology*, (75): 755-770.
- Matsuzawa, Y., Sato, K., Sakamoto, W., and Bjorndal, K.A. (2002). Seasonal fluctuation in sand temperature: effects on the incubation period and mortality of loggerhead sea turtle (*Caretta-caretta*) pre-emergent hatchlings in Minabe, Japan. *Marine Biology*, (140): 639-646.
- Miller, J.D. (1985). *Embryology of marine turtles*. In: Gans, C., F. Billet., P.F. Maderson (Eds), *Biology of the Reptilia*. Wiley-Liss, New York, US, pp. 270-328.

- Mrosovsky, N. And Ytema, C.L. (1980). Temperature dependence of sexual differentiation in sea turtles: Implications for conservation practices. *Biological Conservation*, 14 (4): 271-280.
- Mrosovsky., and Pieau, C. (1991). Transitional range of temperature and thermosensitive stages for sex determination in reptiles. *Amphibia-Reptilia*, (12): 169-179.
- Mrosovsky, N. (1994). Sex ratios of sea turtles. *Journal Experiment Biology*, (270): 16-27.
- Panjaitan, R.A., Iskandar and Syawaludin, A.H. (2012). Hubungan perubahan garis pantai terhadap habitat bertelur penyu hijau (*Chelonia mydas*) di pantai Pengumbahan Ujung Genteng Kabupaten Sukabumi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, (3): 311-320.
- Peta Pantai Jamursba Medi Kabupaten Tambrau.
<http://www.googlemap.com>. Diakses pada 16 Oktober 2020.
- Pieau, C., Girondot, M., Desvages, G., Dorizzi, M., Richard, M.N., and Zaborski, M. (1995). Temperature variation and sex determination in reptilia. *J Exp Med* (13): 516-523.
- Pieau, C., Dorizzi, M., and Mercier, R. (1999). Temperature dependent sex determination and gonadal differentiation in reptiles. *CMLS, Cell. Mol. Life Sci*, (55): 887-900.
- Suprapti, D., Adnyana, I.B.W., and Arthana, I.W. (2010). Identifikasi seks rasio tukik penyu hijau (*Chelonia mydas*) dan penyu belimbing (*Dermochelys coriacea*) di berbagai pantai peneluran utama di Indonesia: Studi kasus di pantai Sukamade Jawa Timur, Pulau Sangkali Kalimantan Timur dan Suaka Margasatwa Jamursba Medi Papua Barat. *Ecotrophic*, (5): 134-138.
- Suastika, P., Adnyana, I.B.W., and Suprapti, D. (2012). Profil sex rasio tukik penyu hijau (*Chelonia mydas*) dan penyu belimbing (*D. coriacea*) di berbagai pantai peneluran utama di Indonesia: studi kasus di pantai Sukamade Jawa Timur; pulau Sangkali Kalimantan Timur dan Suaka Margasatwa Jamursba Medi Papua Barat. *Ecotrophic*, (5):134-138.
- Syahailatua, A. (2008). Dampak perubahan iklim terhadap perikanan. *Oseana*, (2): 25-32.
- Standora, E.A., and Spotila, J.R. 1985. Temperature-dependent sex determination in sea turtles. *Copeia*, (3): 711-722.
- Tapilatu, R.F., and Tiwari, M. (2007). Leatherback turtle, *D. coriacea*, hatchling success at Jamursba-Medi and Wermon beaches in Papua, Indonesia. *Chelonian Conservation and Biology*, (6): 154-158.
- Tapilatu, R.F. (2014). *The conservation of the Western Pacific leatherback sea turtle (D. coriacea) at Bird's Head Peninsula, Papua Barat, Indonesia*. Doctoral Dissertation). University of Alabama.Birmingham. USA.
- Yntema, C.L, and Mrosovsky, N. (1980). Sexual differentiation in hatchling loggerheads (*Caretta-caretta*) incubated at different controlled temperatures. *Herpetologica*, (36): 33-36.