

Dampak perubahan suhu lingkungan perairan terhadap perubahan kemampuan renang ikan jack mackerel (*Trachurus japonicus*) melalui pendekatan fisiologi

Nofrizal^{1*}

¹Dosen Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Ilmu Lingkungan, Pasca Sarjana Universitas Riau

¹Kepala Lembaga Penelitian, Pengabdian kepada Masyarakat dan Sistem penjaminan Mutu,

*e-mail: aan_fish@yahoo.com

ABSTRAK

Pengaruh perubahan suhu lingkungan perairan (10°C pada musim dingin, 15°C pada musim gugur dan semi, dan 22°C pada musim panas) terhadap kemampuan renang ikan jack mackerel (*Trachurus japonicus*) (Fork Length (FL):14,48±0,77 cm) diamati di dalam sebuah tangki berarus. Suhu air di dalam tangki aklimasi ikan selama percobaan dan tangki berarus dikendalikan dengan menggunakan pengatur suhu digital. Pada saat ikan berenang dengan variasi kecepatan yang berbeda dilakukan pula pengukuran laju detak jantung dengan menghubungkan sepasang elektroda enamel insulated tungsten pin yang ditanam pada bagian rongga pericardial ikan tersebut. Sepasang elektroda tersebut dihubungkan ke Elektrokardiograf melalui sebuah kawat tembaga halus dan bio-amplifier. Kemudian untuk menduga kecepatan renang maksimum ikan pada kondisi suhu perairan yang berbeda (10, 15, dan 22°C) diestimasi dengan menggunakan metode kontraksi otot minimum. Kontraksi otot diukur dengan menggunakan *strain gages* yang diberikan ransangan listrik 7 volt. Reaksi kontraksi otot terhadap ransangan listrik dapat di monitor pada layar electro-myograf. Hasil pengamatan menunjukkan daya tahan dan kecepatan renang ikan jack mackerel menurun pada suhu lingkungan perairan yang lebih rendah (10°C) dari pada suhu lingkungan yang lebih hangat (15 dan 22°C). Kisaran kecepatan renang *sustained swimming speed* < 2,5FL/detik untuk suhu 10°C, < 3,4FL/detik untuk suhu 15°C, dan < 3,2FL/detik untuk suhu 22°C. Estimasi kecepatan renang maksimum berdasarkan metode *minimum muscle contraction time* menunjukkan kecepatan renang lebih lambat pada suhu 10°C, yaitu 10,1±2,2 FL/detik. Kecepatan renang maksimum tersebut meningkat menjadi 13,9±2,9 FL/detik pada suhu yang lebih hangat (15°C) dan 13,9±3,2 FL/detik pada suhu 22°C. Aktivitas rata-rata laju detak jantung ikan juga menurun (25,3±5,7 detak/menit) pada suhu rendah (10°C), meningkat 38,9±11,1 detak/menit pada suhu yang lebih hangat (15°C) dan meningkat lebih tinggi 67,2±13,2 detak/menit pada suhu 22°C. Lebih lanjut, hubungan antara suhu lingkungan perairan, kemampuan renang ikan dan proses fisiologi *T. japonicus* didiskusikan secara mendalam dalam makalah ini.

Kata kunci: fisiologi, jack mackerel (*Trachurus japonicus*), *minimum muscle contraction time*, suhu lingkungan perairan, , *sustained swimming speed*.

ABSTRACT

Effect of the ambient temperature (10°C in winter, 15°C in autumn and spring, and 22°C in summer) on swimming performance of T. japonicus (Fork Length (FL):14,48±0,77 cm) were observed in a flume tank. Desire temperature in holding tank and flume tank were maintained by digital thermo controller. A pair electrode was implanted at pericardial cavity of fish for measuring the heartbeat rate during swimming; a pair electrode was connected to electrocardiograph by a copper wire and bio-amplifier. The maximum swimming speed was estimated by minimum muscle contraction time. The muscle contraction was measured by strain gages, which given an electric stimulate as 7 volts and was monitored by electromyography screen. The results show that the swimming endurance and speed were decrease at lower temperature (10°C) and increase at warmer temperature (15 and 22°C). The sustained swimming speed was < 2.5FL/s for 10°C, < 3.4 FL/s for 15°C, and < 3.2FL/s for 22°C. Estimation of maximum swimming speed by minimum muscle contraction time was slower as 10.1±2.2 FL/s at 10°C and increased as 13.9±2.9 FL/s at 15°C and 13.9±3.2 FL/s at 22°C. While, the heartbeat rate was decrease (25.3±5.7 beat/minute) at cooler temperature as 10°C and gradually increase at warmer temperature as 38.9±11.1 beat/minute for 15°C and 67.2±13.2 beat/minute for 22°C. Furthermore, the relationship between ambient temperature, swimming performance and physiology process of T. japonicus are discussed details in this paper.

Keywords: ambient temperature, jack mackerel (Trachurus japonicus), minimum muscle contraction time, physiology approach, sustained swimming speed.

1. PENDAHULUAN

Dampak pemanasan global tentunya berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan iklim dan suhu lingkungan di bumi. Hal ini tentunya juga mempengaruhi perubahan suhu perairan dan akan mempengaruhi biota yang hidup perairan tersebut dan ekosistem seperti ikan, crustacean, mullusca dan sebagainya. Pengaruh tersebut akan terlihat dari perubahan tingkah laku ikan atau biota lainnya yang hidup perairan tersebut. Sehingga perubahan tingkah laku dapat juga dijadikan sebuah indikator terhadap perubahan iklim sejak dini. (Nofrizal, 2012). Kajian terdahulu melaporkan ikan dapat merespons perubahan suhu sebesar 0,1°C (Laevestu dan Hayes, 1981). Perubahan suhu tersebut juga secara signifikan berpengaruh terhadap kemampuan renang ikan (Nofrizal, 2009; Nofrizal *et al.*, 2009). Kemampuan renang ikan cenderung menurun pada suhu yang lebih rendah dan suhu yang lebih tinggi. Kemampuan renang ikan akan optimum pada suhu optimum.

Perubahan kemampuan renang dan tingkah laku ikan ini disebabkan perubahan proses fisiologi ikan tersebut. Dilaporkan terjadi perubahan aktifitas jantung ikan yang signifikan pada suhu yang berbeda, aktivitas detak jantung ikan menurun pada suhu yang lebih rendah jika di bandingkan pada suhu yang lebih tinggi (Nofrizal *et al.*, 2008; Nofrizal, 2009; Nofrizal *et al.*, 2009; Nofrizal dan Arimoto 2011). Tentunya hal ini mempengaruhi proses metabolisme pembentukan energy ketika ikan-ikan tersebut beraktivitas. Bahkan peningkatan suhu yang dramatis atau secara tiba-tiba akan menyebabkan kematian pula bagi ikan. Peningkatan suhu perairan sangat berdampak pada ekosistem perairan tersebut terutama bagi biota yang hidup disana. Oleh karena itu, makalah ini akan menyajikan sejauh mana dampak perubahan suhu perairan terhadap tingkah laku dan kemampuan renang ikan.

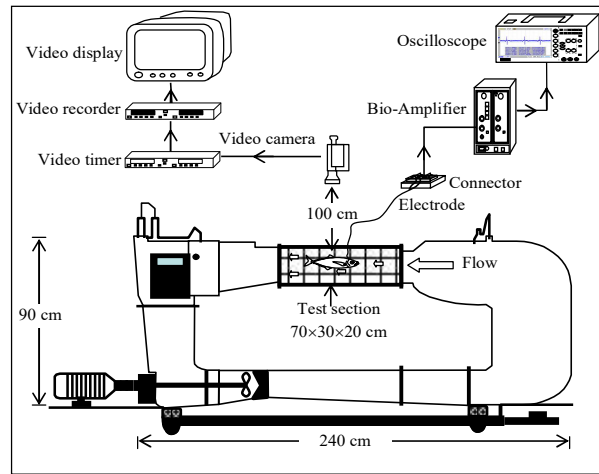
2. BAHAN DAN METODE

2.1. Ikan sampel

Ikan jack mackerel (*Trachurus japonicus*) dewasa yang berjumlah 249 ekor dengan ukuran 18.48 ± 0.77 (Rata-rata \pm Standar deviasi) yang dijadikan sampel diaklimasi di dalam tangki penampungan yang berukuran 2 x 0.9 x 1 m di dalam laboratorium. Selama proses aklimasi ikan di bagi menjadi tiga kelompok dan ditempatkan pada suhu air sesuai dengan suhu percobaan (10, 15 dan 22°C). Selama percobaan berlangsung ikan-ikan sampel tersebut diberi makan pellet standar setiap hari.

2.2. Flume tank dan sistem pengamatan kecepatan dan daya tahan renang

Pengamatan kemampuan renang yang meliputi kecepatan dan daya tahan renang ikan di amati dalam sebuah *flume tank* (*West japan fluid engineering laboratory*, PT-70)(Gambar 1). Flume tank tersebut dilengkapi dengan saluran renang yang terbuat dari bahan acrylic transparan yang berukuran 70 x 30 x 20 cm (Gambar 1), agar posisi ikan berenang dapat terlihat. Sisi bawah dan sisi belakang dari saluran renang diberi gambar panel bujur sangkar untuk optomotor respon ikan. Gambar panel bujur sangkar tersebut berfungsi sebagai objek yang dapat dilihat oleh ikan agar ikan tersebut berenang mempertahankan posisi dari objek yang dilihatnya. Hal tersebut merupakan reaksi optomotor respon pada jenis ikan umumnya (Wardle, 1993; He & Wardle, 1988; Xu *et al.*, 1993; Nofrizal 2009; Nofrizal *et al* 2009; Nofrizal dan Arimoto, 2011). Pada kondisi ini, kecepatan renang ikan akan sama dengan kecepatan arus dalam tangki berarus. Bersamaan dengan keadaan itu, tingkah laku renang ikan diamati dan direkam dengan menggunakan video kamera, recorder dan timer. Suhu di air didalam flume tank selalu dijaga sesuai dengan suhu dalam percobaan ini (10, 15 dan 22°C) dengan menggunakan pengatur suhu air (REI-SEA, TC-100, Japan). Sebe ikan sampel lum pengukuran daya tahan renang diadaptasikan di dalam saluran renang selama lebih kurang 30 menit dan diberi arus lemah dengan kecepatan 12,4 cm/detik. Setelah lebih itu setiap ikan diuji kecepatan dan daya tahan renang dengan kecepatan masing sampel 20.4, 39.3, 55.4, 74.3, 93.1, 112.0, 128.1, 147.0 dan 160.4 cm/detik. Daya tahan renang masing-masing sampel ikan tersebut diuji selama 200 menit atau sampai ikan tidak mampu lagi berenang mencapai waktu 200 menit tersebut.

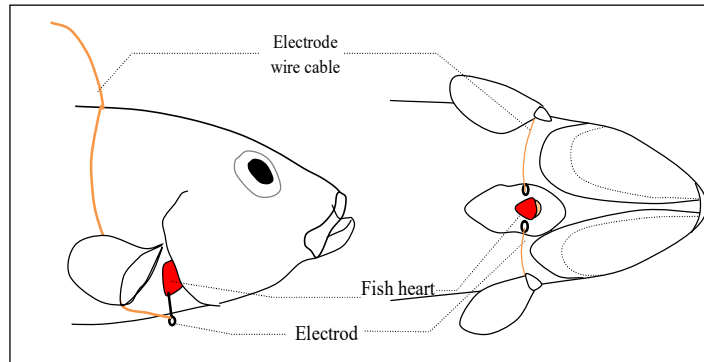


Sumber: Nofrizal et al., 2009

Gambar 1. Skematik pengamatan daya tahan dan kecepatan renang ikan dalam sebuah flume tank.

2.3. Pengukuran detak jantung ikan dengan menggunakan Elektrokardiograf (EKG)

Sebelum pemasangan elektroda ditanam di bagian rongga pericardial ikan jack mackerel (Gambar 2) tersebut terlebih dahulu dibius dengan menggunakan cairan FA100 dengan dosis (0.008%) selama 15-20 menit. Elektroda tersebut terbuat dari bahan enamel-insulated tungsten pin (MT Giken) dengan ukuran panjang 15 cm dan diameter 0.2 mm. Kedua ujung elektroda tersebut dibersihkan dari lapisannya dan sisi yang lainnya dihubungkan dengan menggunakan kawat tembaga halus (Tsurumi Seiki, T-GA XBT cable) ke oscilloscope melalui konektor dan bio-amplifier (Nihon Kohden, Bio-electricamplifier AB-632J). Setelah pemasangan elektroda dilakukan pada ikan kemudian ikan disadarkan kembali dari pembiusan selama kurang waktu 180 menit. Kemudian dilakukan pengukuran laju detak jantung ikan tersebut selama 10 menit sebagai detak jantung kontrol pada ikan

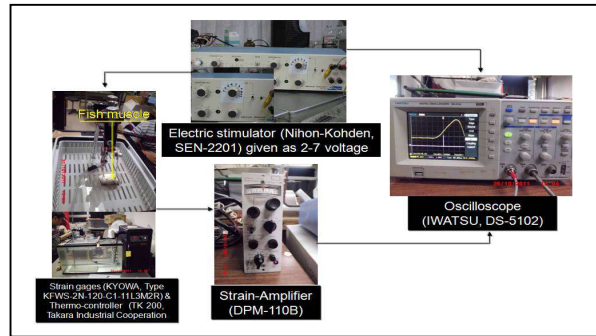


Sumber : Nofrizal 2014

Gambar 2. Pemasangan dan posisi elektroda pada rongga pericardial untuk mengukur detak jantung ikan.

2.4. Pengukuran minimum kontraksi otot ikan

Kontraksi otot minimum pada suhu 10, 15 dan 22°C diukur dengan menggunakan Strain gages (KYOWA, Type KFWS-2N-120-C1-11L3M2R) yang dihubungkan ke oscilloscope (IWATSU, DS-5102) melalui Strain-Amplifier (DPM-110B) dan Electric stimulator (Nihon-Kohden, SEN-2201) yang dapat memberikan ransangan listrik sebesar 2-7 volt. Selama pengukuran kontraksi otot minimum suhu pada media percobaan diatur dengan menggunakan pengatur suhu (TK 200, Takara Industrial Cooperation).

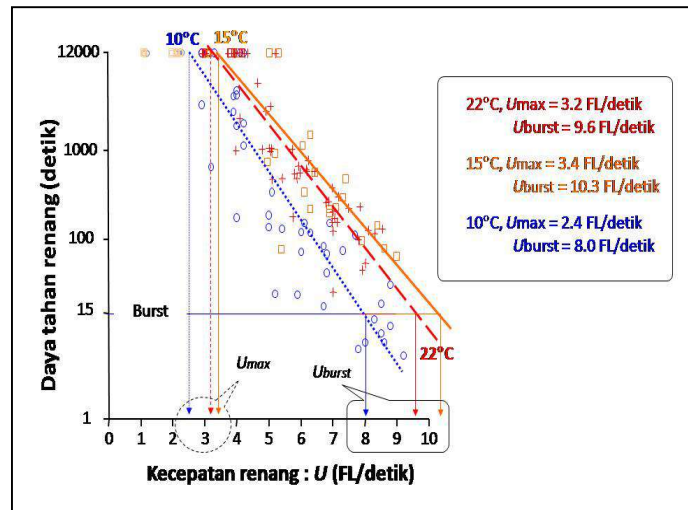


Gambar 3. Skematik pengukuran kontraksi otot minimum ikan jack mackerel (*Trachurus japonicus*)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kecepatan dan daya renang ikan

Kecepatan renang ikan memiliki korelasi negatif terhadap daya tahan renang ikan pada suhu 10, 15 dan 22°C. Semakin tinggi kecepatan renang maka akan semakin rendah daya tahan renang ikan tersebut. Gambar 4 menunjukkan daya tahan dan kecepatan renang ikan menurun pada suhu yang lebih rendah (10 °C), dan daya tahan renang naik pada suhu yang lebih hangat (15 °C). Kemampuan renang ikan kembali menurun pada suhu yang lebih hangat (22 °C).



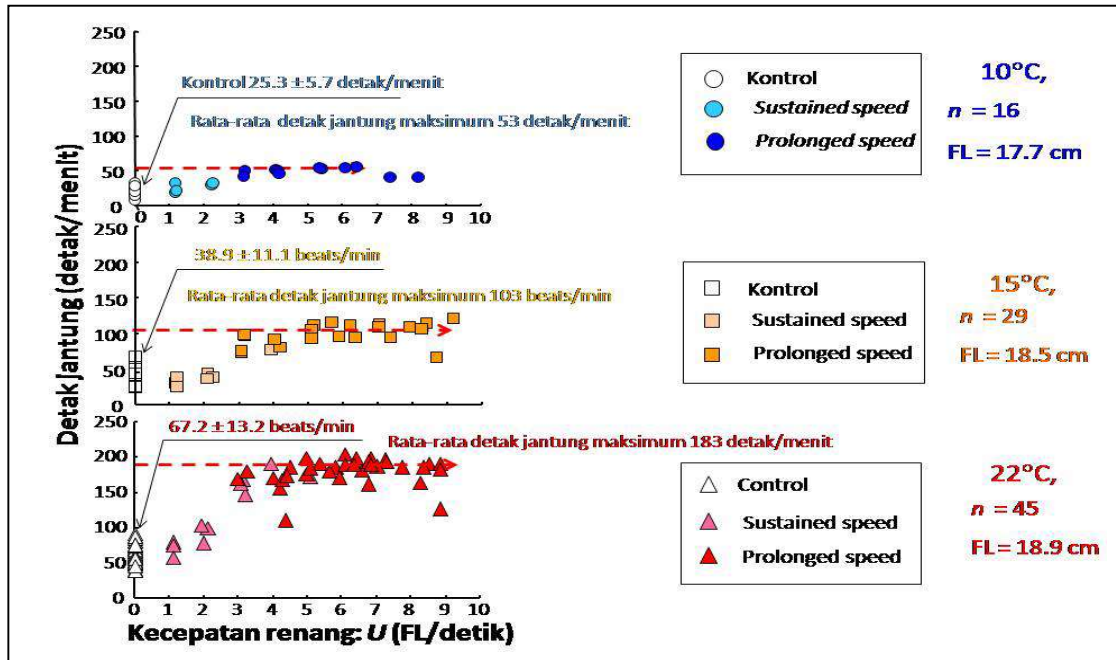
Sumber: Nofrizal, 2009

Gambar 4. Hubungan antara kecepatan renang dan daya tahan renang pada suhu 10°C, (b) 15°C dan (c) 22°C. Garis biru hubungan kecepatan renang dan daya tahan pada suhu perairan 10°C, Garis orange pada suhu 15°C dan garis merah pada suhu 22°C.

Kisaran renang *sustained speed* lebih rendah pada suhu 10°C, yaitu < 2.4 FL/detik dan meningkat pada suhu yang lebih hangat < 3.4 FL/detik untuk suhu 15°C dan < 3.2 FL/detik untuk suhu 22°C. Gambar 4 menunjukkan estimasi kisaran renang *maximum sustained speed* 2.4 FL/detik untuk suhu 10°C, 3.4 FL/detik untuk suhu 15°C dan 3.2 FL/detik untuk suhu 22°C. Sedangkan estimasi kecepatan renang maksimum (*burst speed*) juga lebih rendah pada suhu 10°C, yaitu 8.0 FL/detik. Kecepatan renang maksimum naik 10.3 FL/detik pada suhu 15°C dan 9.6 FL/detik pada suhu 22°C. Kisaran renang *prolonged speed* juga lebih rendah pada suhu 10°C, yaitu 2.4-8.0 FL/detik. Sedangkan pada suhu 15°C mencapai kisaran renang optimum 3.4-10.3 FL/detik. Kisaran renang *prolonged speed* kembali turun pada suhu yang lebih tinggi (22°C), yaitu 3.2-9.6 FL/detik.

Penurunan kemampuan renang ikan jack mackerel erat hubungannya dengan perubahan suhu, pada suhu optimum kemampuan renang ikan lebih optimal (Nofrizal 2009). Hal ini berkaitan dengan laju proses metabolisme ikan itu sendiri. Pada suhu optimum laju pembentukan energi untuk aktivitas renang lebih optimal,

sehingga dapat mengimbangi energi yang hilang akibat aktivitas renang (Nofrizal *et al.*, 2012; Nofrizal 2014). Hubungan antara suhu lingkungan perairan dapat tergambarkan dari aktivitas jantung ikan. Laju aktivitas detak jantung kontrol ikan lebih rendah pada suhu 10°C, yaitu 25.3±5.7 detak/menit. Detak jantung tersebut meningkat pada suhu yang lebih hangat (15°C), yaitu 38.9±11.1 detak/menit. Pada suhu 22°C, laju detak jantung ikan tersebut meningkat secara signifikan, yaitu 67.2±13.2 detak/menit.

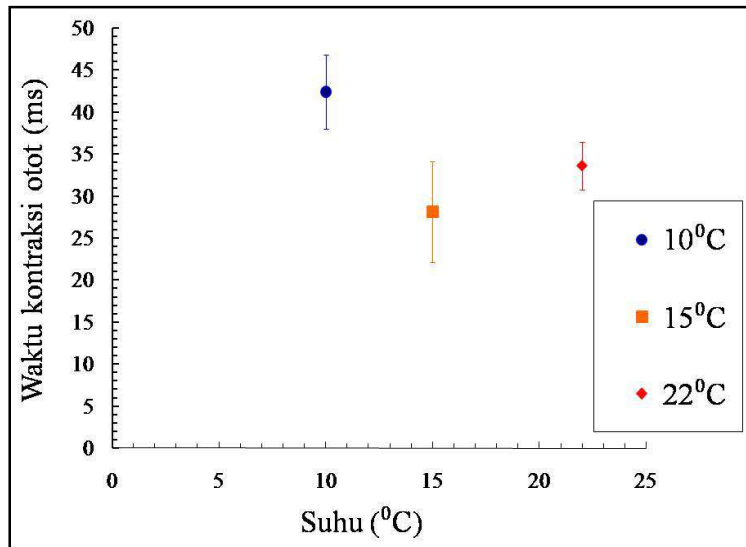


Sumber: Nofrizal, 2009

Gambar 5. Rata-rata laju detak jantung ikan jack mackerel pada kecepatan renang dan suhu perairan yang berbeda (10°C, 15°C dan 22°C).

Laju detak jantung ikan tidak mengalami perubahan pada kisaran renang *sustained speed* dari ketiga kelompok pengamatan. Laju detak jantung ikan meningkat drastis pada kecepatan renang *maksimum sustained speed* dan mencapai puncak pada kisaran renang *prolonged speed*. Pada kecepatan renang *prolonged speed* tersebut peningkatan laju detak jantung dapat mencapai rata-rata 53 detak/menit dan dapat mencapai nilai maksimum 60 detak/menit pada kisaran kecepatan renang pada suhu 10°C. Sedangkan pada suhu 15°C, kenaikan laju detak jantung ikan dapat mencapai rata-rata 103 detak/menit atau dengan kisaran 70-125 detak/menit. Kenaikan laju detak jantung tersebut dapat mencapai rata-rata 183 detak/menit atau dengan kisaran 115-208 detak/menit pada suhu 22°C. Kenaikan maksimum laju detak jantung ikan terjadi pada kisaran kecepatan renang *prolonged speed*, karena pada kisaran renang ini ikan membutuhkan energi lebih untuk dapat berenang secara maksimal. Oleh karena itu proses metabolisme dalam tubuh ikan meningkat secara maksimal pula.

Menurunnya kemampuan renang ikan pada suhu lingkungan perairan lebih rendah tidak hanya dipengaruhi oleh proses metabolisme ikan tersebut. Tetapi, juga dipengaruhi oleh kontraksi otot ikan. Pada suhu lebih rendah (10°C) kontraksi otot ikan melambat jika dibandingkan dengan suhu 15 dan 22°C (Gambar 6). Hal tentunya sangat mempengaruhi kecepatan dan daya tahan renang ikan tersebut. Pada suhu 10°C kontraksi otot minimum jauh lebih lambat, yaitu 42.4±4.4 millidetik. Kontraksi otot minimum signifikan meningkat menjadi 28.1±6.0 millidetik pada suhu 15°C. Kontraksi otot minimum kembali menurun pada suhu perairan 22°C, yaitu 33.6±2.8 millidetik.



Gambar 6. Kontraksi otot ikan jack mackerel setelah mendapatkan ransangan listrik 2-7 volt pada suhu 10, 15 dan 22°C

Menurunya kemampuan renang ikan pada suhu rendah dikarenakan oleh melemahnya kontraksi jaringan otot ikan. Hal ini timbul akibat terjadinya kekakuan otot pada suhu yang lebih rendah. Sementara itu, pada suhu optimum kontraksi jaringan otot ikan berkerja secara optimum pula sehingga dapat merespon ransangan listrik dengan cepat. Oleh karena itu, kecepatan renang dan gerak ikan akan lebih cepat. Pada suhu yang lebih tinggi respon kontraksi otot ikan juga tidak begitu optimal, sehingga terjadi pula penurunan kecepatan renang ikan tersebut.

4. KESIMPULAN

Suhu lingkungan perairan sangat signifikan berpengaruh terhadap kemampuan renang ikan. Pada suhu yang lebih rendah (10°C) kemampuan renang ikan menurun disebabkan oleh penurunan fungsi fisiologis ikan, yaitu laju detak jantung dan kontraksi otot minimum ikan. Pada suhu optimum (15°C) kemampuan renang ikan juga optimal. Sedangkan pada suhu yang lebih tinggi (22°C) kemampuan renang ikan juga mengalami penurunan. Dalam kajian ini dapat disimpulkan kemampuan renang ikan akan lebih optimal pada musim semi dan gugur, yang mana pada musim ini lingkungan perairan memberikan kondisi yang optimal untuk proses fisiologis ikan jack mackerel.

5. REFERENSI

- He, P dan Wardle, C.S. 1988. Endurance at intermediate swimming speeds of atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L., herring, *Clupea harengus* L., and saithe, *pollachius virens* L. *J. Fish Biol.* 33. 255-266.
- Laevastu T., Hayes L. M.1981. Fisheries oceanography and ecology. Fishing News Book. Farnham. Surrey. England. 199 p.
- He P dan Wardle CS. 1988. Endurance at intermediate swimming speeds of Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L., herring, *Clupea harengus* L., and saithe, *pollachius virens* L. *Fish Biology.* 33: 255-266.
- Korsmeyer KE, Chin Lai N, Shadwick RE, Graham JB. 1997. Heart rate and stroke volume contributions to cardiac output in swimming yellow fin tuna: response to exercise and temperature. *Experimental Biology.* 200:1975-1986.
- Nofrizal, Yanase K, Arimoto T. 2008. Swimming exercise and recovery for jack mackerel *Trachurus japonicus*, monitored by ECG measurements. Proceedings of the 5th World Fisheries Congress (CD-ROM Ver.).

- Nofrizal. 2009. *Behavioural physiology on swimming performance of jack mackerel Trachurus japonicus in capture process*. Doctoral dissertation. Tokyo University of Marine Science and Technology. 116 p.
- Nofrizal, Yanase K, Arimoto T. 2009. Effect of temperature on the swimming endurance and post-exercise recovery of jack mackerel *Trachurus japonicus*, as determined by ECG monitoring. *Fisheries Science*. 75: 1369-1375.
- Nofrizal dan Arimoto T. 2010. The stress condition of fish in active sampling gears process by ECG monitoring. Proceeding Fish Sampling with Active Methods (FSAM) September 8-11th, 2010. Ceske Budejovic, Czech Republic.
- Nofrizal dan Arimoto T. 2011. ECG monitoring on swimming endurance and heart rate performance of jack mackerel *Trachurus japonicus* for repeated exercise. *Asian fisheries Science*. 24. 78-87.
- Nofrizal dan Ahmad M. 2011. Peran Kajian dan kemampuan renang ikan baung (*Hemibagrus* sp) untuk teknologi penangkapan ikan dan usaha budidaya. Laporan Hasil Penelitian Fundamental. Lembaga Penelitian Universitas Riau. 50 hal.
- Nofrizal, Ahmad M, Syofyan I. 2011. Tingkah laku dan kemampuan renang ikan selais (*Cryptopterus* sp). *Iktiologi Indonesia*. 11(2): 99-106.
- Nofrizal. 2012. Ethology sebagai petunjuk perubahan lingkungan. Proceeding Seminar Antarabangsa Ke-5 Perubahan Persekitaran di Alam Melayu. Pekanbaru 8-9 Oktober 2012, Indonesia.
- Nofrizal. 2014. Aktivitas jantung ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) pada kecepatan renang yang berbeda dimonitor dengan Electrokardiograf (EKG). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. ISSN 1693-0339. Vol. 14. No. 2. (In press).
- Wardle, C.S. 1993. Fish behaviour and fishing gear. In: Pitcher, T. J. (Ed). *The behaviour of teleost fishes*, 2nd edition. London. Chapman and Hall, pp. 609-643.
- Xu *et al.*, 1993. Xu, G., Arimoto, T. and Inoue, M. (1993) Red and white muscle activity of the jack mackerel *Trachurus japonicus*, during swimming. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 59 (5). 745-751.

