

STUDY OF MAXIMUM SWIMMING SPEED *BURST SPEED* OF THE CORK FISH (*Channa striata*)

By :

Helmi Insyani¹⁾ , Dr. Nofrizal, S.Pi, M.Si²⁾ , Ir.Bustari, M.Si³⁾
Email : insyanih@yahoo.com

Abstract

The research was conducted in August 2014, which is housed in the Capture Device Materials Laboratory, Faculty of Fisheries and Science Kelautan. Tujuan of this study was to determine the swimming speed of fish cork. Cork fish swimming speed of normal (sustained swimming speed) is <2.9 cm / sec (less than 44.3 cm / sec), Prolonged cork fish swimming speed is 2.9 to 18.2 cm / sec (44.3 -246.1 cm / sec). Fish swimming speed burst capability cork is 18.2 cm / second (246.1 cm / sec) free swimming speed (free swimming) has positive correlation ie the frequency flick of the tail for second (cm / sec) it is shown at a distance of 100 cm, fish do a flick of the tail as much as 4.5 times that swim at a speed of 100.0 (cm / sec) and at a distance of only 50cm fish tail wagging as much as 1.5 times that swim at a speed of 12.5 (cm / sec).

Keywords: endurance, swimming speed, maximum swimming speed, swimming speed and prolonged fish swimming freely.

¹⁾) Student on Fisheries and Marine Science Faculty, Riau University.

²⁾) Lecturer on Fisheries and Marine Science Faculty, Universitas University

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Ikan gabus (*Channa striata*) atau dalam bahasa indonesia biasa dikenal sebagai ikan gabus, merupakan sejenis ikan predator yang memangsa aneka ikan-ikan kecil, serangga dan berbagai hewan air termasuk berudu dan kodok, ikan ini banyak dijumpai di danau, rawa sungai dan saluran-saluran air hingga ke sawah-sawah, seperti wilayah Sumatera dan Kalimantan.

Ikan gabus yang diasia termasuk kedalam genus *channa* ini

secara morfologi memiliki kepala berukuran besar atau kepala ular sehingga dinamai *snake head*. Terdapat sisik-sisik besar di atas kepala. Tubuh berbentuk bulat gilig memanjang, seperti peluru kendali atau torpedo. Sirip punggung memanjang dan sirip ekor membulat di ujungnya. Sisi atas tubuh dari kepala hingga ke ekor berwarna gelap, hitam kecokelatan atau kehijauan. Sisi bawah tubuh putih. Sisi samping bercoret-coret tebal (*striata*). Warna ini sering kali menyerupai lingkungan sekitarnya.

Mulut besar, dengan gigi-gigi besar dan tajam.

Kajian tingkah laku dapat membantu dalam pengembangan teknik penangkapan dan jenis alat yang digunakan (Uyan *et al.*, 2006; von Brandt, 1984; Nofrizal, 2009). Hal yang sangat penting dalam mempelajari tingkah laku ikan adalah aktivitas renang ikan tersebut, yang meliputi daya tahan, kecepatan dan daya tahan renang ikan. Dengan mempelajari ketiga hal tersebut akan mengetahui karakteristik aktivitas renang ikan.

Aktivitas renang ikan dapat bagi menjadi tiga kelompok besar, yaitu *sustained*, *prolonged* dan *burst swimming speed*. Ketiga kelompok kecepatan renang ikan ini dapat memberikan gambaran kondisi fisiologis ikan ketika berenang (Nofrizal *et al.*, 2009). Kecepatan arus yang terlalu tinggi dapat memicu ikan berenang lebih cepat, hal ini tidak menguntungkan dalam proses metabolisme dan pertumbuhan ikan (Nofrizal *et al.*, 2009). Selain itu, dengan mengetahui kecepatan maksimum (*burst swimming speed*) renang ikan dapat mengetahui peluang lolosnya ikan dalam proses penangkapan dengan alat tangkap. Sedangkan, kecepatan *prolonged* dapat mengakibatkan stress yang tinggi pada ikan (Nofrizal *et al.*, 2009 dan Nofrizal & Arimoto, 2011).

1.2. Perumusan masalah

Permasalahan yang mendasar dalam pengembangan usaha penangkapan dan budidaya ialah perlu mengetahui tingkah laku renang, terutama kecepatan dan daya tahan renang ikan. Hal ini berhubungan dengan setiap spesies memiliki karakteristik dan

kemampuan berenang yang berbeda sehingga kajian sangat dibutuhkan untuk penentuan alat tangkap yang tepat maupun modifikasi yang dari alat penangkapan ikan tersebut, selain itu kajian ini juga sangat dibutuhkan untuk pemeliharaan ikan dalam wadah terkontrol atau budidaya. Belum diketahuinya kemampuan dan karakteristik renang ikan gabus merupakan hal yang penting untuk dilakukan kajian dalam pengembangan usaha perikanan ikan gabus kedepannya.

1.3. Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik dan kemampuan yang meliputi:

- a. mengetahui dan menguji daya tahan renang ikan gabus
- b. mengetahui kecepatan renang *sustained speed* ikan gabus.
- c. mengetahui kecepatan renang *prolonged swimming speed* ikan gabus.
- d. mengetahui estimasi kecepatan renang maksimum *sustained swimming speed* ikan gabus
- e. mengetahui kecepatan renang maksimum (*burst swimming speed*) ikan gabus
- f. menggambarkan pengamatan kecepatan renang maksimum di dalam *flume tank* dan di tangani dalam keadaan berenang bebas (*free swimming*)

1.4. Manfaat penelitian

Jika tujuan penelitian ini tercapai di lapangan dapat diketahuinya data dasar karakteristik dan kemampuan renang ikan gabus sehingga data ini dapat digunakan untuk pengembangan dan pengelolaan usaha penangkapan dengan menduga peluang lolosnya ikan dalam proses penangkapan dari

alat tangkap serta kecepatan tarik ideal alat tangkap yang digunakan.

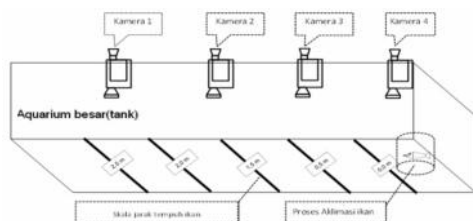
III. METODE PENELITIAN

3.1. Waktu dan tempat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada Bulan juli 2014.yang bertempat di Laboratorium Bahan Alat Tangkap, Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Riau.

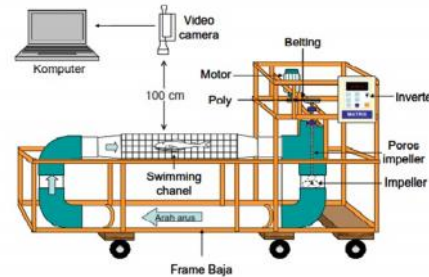
3.2. Alat dan bahan

Peralatan dan bahan yang di gunakan untuk penelitian ini,bahan-bahan yang digunakan adalah ikan gabus ukuran 15 cm sebanyak 15 ekor,dan air. Sementara itu,alat-alat akan digunakan terdiri dari alat tulis, daftar tabel pengamatan, *flume tank*,*inverter stopwatch*, *current meter*, *themometer*, serok atau tangguk, tengki air, ember, selang, aquarium, kamera vidio, CD atau DVD blank, *hard disk eksternal*, *software* yang digunakan untuk membantu proses perekaman data vidio yang dalam penelitian ini adalah *Gom player*. Ditahui dalam pengajian renang bebas (*free swimming*) yang digunakan tangki berukuran 9 x 1 x 1,5 m, untuk menguji kecepatan renang maksimum (*burst*). Bisa dilihat dari gambar dibawah ini,contoh pengamatan dari tank dan pengamatandari *flume tank*:



Gambar 1. Aquarium (Tank) yang digunakan telah diberi jarak pengamatan

Akuarium (*tank*) yang di gunakan untuk melihat kecepatan renang bebas (*free swimming*), yang telah di beri jarak pada tahap aklimasi. Dan direkam camera digital yang telang dipasang sepanjang akuarium (*tank*).



Gambar 2. Flume tank yang digunakan untuk pengamatan.

flume tank alat yang digunakan untuk melihat kecepatan dan daya tahan renang ikan dan mendapatkan data kibasan ekor (*tail beat frequency*).

3.3. Metode penelitian

Penelitian yang akan dilaksanakan ini menggunakan metode percobaan/*Eksperiment*.Meliputi kecepatan dan daya tahan renang ikan yang sedang diuji pada sebuah *flume tank* (gambar.2) dengan kecepatan arus yang berbeda pada setiap individu ikan gabus.Saluran renang ikan (*swimming channel*) pada*flume tank* yang diberi kertas bergaris-garis hitam berbentuk kotak yang bertujuan agar ikan yang sedang berenang mempertahankan posisinya akibat *optomotor response* pada ikan tersebut ketika arus diberikan.

3.4. Prosedur penelitian

3.4.1.Pengamatan kecepatan dan daya tahan renang dalam flume tank

Agar mendapatkan data kecepatan renang ikan gabus maka dilakukanlah prosedur penelitian seperti berikut:

1. Seluruh ikan diaklimatisasi di dalam wadah akuarium yang berukuran panjang x lebar x tinggi 868x78x137 cm, dengan kedalaman air rata-rata 21 cm (volumen air 1.421,78) bertujuan menghilangkan stress selama pemindahan dan pengangkutan dari daerah penangkapan ke laboratorium selama tiga hari.
2. Ikan yang akan diberi percobaan diadaptasikan dalam *swimming channel* selama 10 menit tanpa arus, kemudian diberi arus rendah 5 Hz (5,9 cm/dtk) selama 20 menit.
3. Setiap individu ikan yang diuji daya tahan renangnya dengan kecepatan yang berbeda selama 200 menit. Pengujian dihentikan apabila ikan berhenti berenang karena lelah sebelum 200 menit menggunakan *stopwatch* direkam dengan kamera video.
4. Aktivitas ikan yang berenang direkam pada masing-masing kecepatan yang berbeda dengan kamera video dan *stopwatch* yang bertujuan mendapatkan data kibasan ekor (*tail beat frequency*) pada kecepatan air yang berbeda.
5. Data kecepatan dan daya tahan renang ikan per-individu dan ukuran ikan dicatat dalam kertas tabel.
6. Selanjutnya ikan yang telah diuji dikeluarkan, dipisahkan dan tidak dipergunakan lagi dalam percobaan.
7. Gambar hasil rekaman diamati, dihitung kibasan ekor perdetik kemudian dianalisis.

3.4.2. pengamatan kecepatan renang bebas (*free swimming*)

1. Ikan gabus dimasukan satu persatu ke dalam akuarium (*tank*) besar yang telah diberi jarak dan dilengkapi camera digital.
2. Setelah itu ikan diberi batasan jarak nol meter, untuk proses aklimasi selama 1 jam.
3. Batasan jarak ikan pada tahap aklimasi diangkat, ikan dibiarkan berenang bebas, dan direkam camera digital yang telah dipasang sepanjang aquarium (*tank*) besar.
4. Setelah ikan tenang pada skala jarak tertentu, maka jarak tersebut akan dicatat pada tabel yang terdapat pada lampiran.
5. Ikan yang telah selesai direkam diambil kembali dari dalam aquarium (*tank*).
6. Kemudian ikan tersebut diukur panjang TL, SL, dan HDL.

3.5. Analisis data

Kecepatan renang ikan dan kibasan ekor (*tail beat frequency*) dianalisa dengan menggunakan regresi linear, seperti dibawah ini:

$$U = a + b \text{ (Hz)} \dots (1)$$

dimana;

U = kecepatan renang

a = slope

b = intercept

Hz = kibasan ekor (*tail beat frequency*)

Daya tahan renang ikan dianalisa untuk mendapatkan kurva renang ikan pada kecepatan yang berbeda dengan menggunakan persamaan, seperti di bawah ini :

$$Te = \text{Log}10^{(a+b)} \dots\dots\dots(2)$$

dimana;

Te = daya renang ikan.

Perkiraan maksimum (*estimate of maximum sustained*) dan *burst speed* dianalisis dengan mensubsitusi persamaan regresi linier dari hubungan antara kecepatan renang (*U*) dan daya tahan renang ikan (*Te*) yang menggunakan persamaan dibawah ini :

$$U_{max.sustained/burst} = \frac{\text{Log}E - b}{a} \dots\dots(3)$$

dimana;

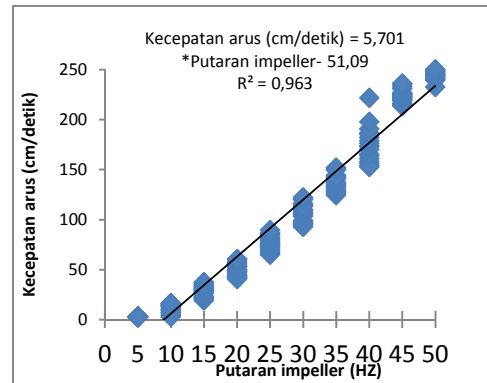
E = daya tahan renang (*endurance time*) ikan dalam detik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.Hasilpenelitian

4.1.1.Hubungan arus listrik dari inverter dengan kecepatan arus air dalam flume tank

Sebelum dilakukan pengujian kecepatan renang ikan,dilakukan pengukuran kecepatan arus air dalam *flume tank* (cm/detik) dengan pemberian arus listrik yang dikontrol oleh *inverter* (Hz) yang memberikan tenaga listrik pada motor listrik yang kemudian menggerakkan poros *impeller*, dengan kecepatan arus yang telah ditentukan secara bertahap. Hasil pengukuran rata-rata kecepatan air pada *swimming channel flume tank*, pada masing-masing titik dengan tiga lapisan pengukuran pada tiap-tiap kecepatan air yang diukur, untuk lebih lengkap tersaji pada Lampiran 6.Adapun hubungan antara putaran *impeller* dan kecepatan arus yang dihasilkan oleh *flume tank* dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.

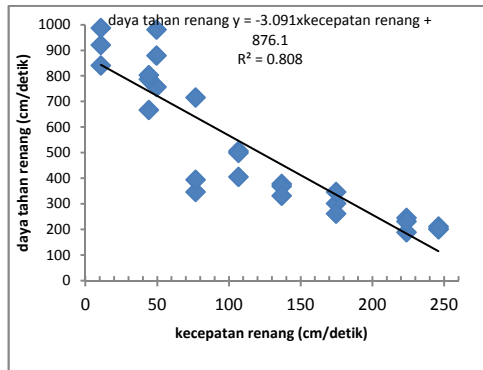


Gambar 3.Grafik hubungan putaran *impeller* dengan kecepatan air dalam *Swimming channel flume tank*.

Gambar 3 diatas menunjukkan korelasi positif yang tinggi antara putaran *impeller* yang dikeluarkan dari *inverter* dengan kecepatan arus air dalam *flume tank* jika nilai R^2 berkisar antara 0–0,3 maka korelasi antara nilai X dan Y rendah, 0,3–0,5 korelasinya termasuk menengah antara nilai X dan Y, 0,5–1 nilai korelasinya sangat kuat. Dimana nilai R^2 mendekati ($R^2=0.963$). Artinya, semakin tinggi putaran *impeller* yang dikeluarkan dari *inverter* (Hz) maka semakin cepat arus di dalam *flume tank* (cm/detik).

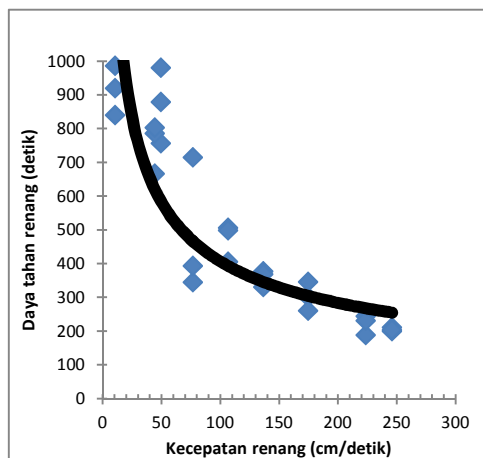
4.1.2. Daya tahan renang dan kecepatan renang ikan gabus (*Channa striata*) dalam *swimming channel*

Daya tahan renang ikan gabus pada *sustained swimming speed* tidak dihitung untuk menghindari dari bias perkiraan *sustained*, *maximum sustained*, *prolonged* dan *burstswimming speed*.



Gambar 2. Hubungan kecepatan dandaya tahan renang ikan gabus.

Daya tahan dan kecepatan renang ikan gabus (*Channa striata*) memiliki korelasi negatif, jika kecepatan dinaikkan maka daya tahan renang menurun. Hubungan antara daya tahan renang dengan kecepatan renang bernilai $R^2 = 0,808$, yang berarti memiliki korelasi yang tinggi. Kemampuan renang *sustained* ikan gabus *maximum* yaitu 18,2 cm/detik dan daya tahan renang ikan gabus 986 cm/detik dan kemampuan *minimum* yaitu 0,8 cm/detik dan daya tahan renang ikan gabus 188 cm/detik. Ini menandakan bahwa semakin cepat kecepatan arus (cm/detik) yang diberikan maka semakin berkurang daya tahan renang ikan gabus. Daya tahan renang ikan gabus menurun drastis pada kecepatan renang 60-20 cm/detik.



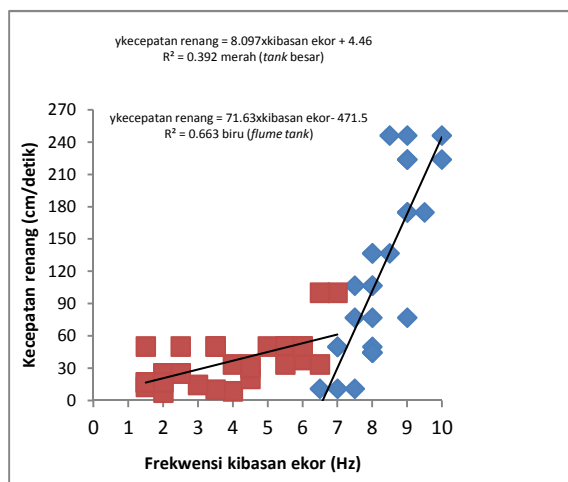
Gambar 3. Kurva renang ikan Gabus (Lampiran 3).

Pada Gambar 3 menampilkan kecepatan renang *prolonged* ikan gabus berkisar antara 4,69–23,91 cm/detik, yaitu antara 23,15–118,1 cm/detik. Dimana ikan dapat berenang 15–12.000 detik terus-menerus tanpa berhenti sampai kelelahan, sehingga kontraksi antara otot merah dan putih yang tinggi. Pada kecepatan renang *prolonged* tidak baik untuk budidaya (He dan Wardle, 1988 dalam Nofrizal dan Ahmad, 2011).

Kecepatan renang *burst* ikan gabus tertinggi 246,1 (cm/detik) dan terendah 10,8 (cm/detik) serta daya tahan ikan tertinggi 986 (cm/detik) dan yang terendah 188 cm/detik. Ikan hanya mampu berenang kurang dari 8 detik. Pada kecepatan ini diketahui bahwa ikan gabus lebih cenderung perairan yang tenang atau yang tidak berarus.

4.1.3. Aktifitas kibasan ekor ikan gabus dalam flume tank dan renang bebas (*free swimming*)

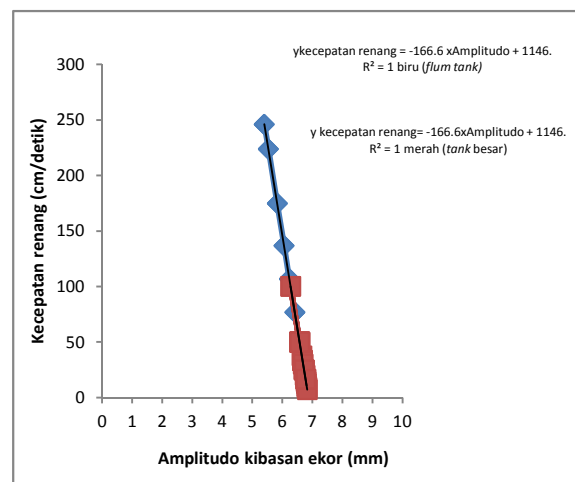
Gambar 4 menunjukkan jumlah kibasan ekor ikan gabus terhadap kecepatan renang memiliki korelasi positif yaitu semakin cepat renang ikan maka semakin cepat pula frekwensi kibasan ekor perdetiknya (Hz), nilai korelasinya adalah $R^2 = 0,548$. Seperti pada ikan gabus yang ideal berenang pada kecepatan 0,8 cm/detik (10,8 cm/detik) jumlah kibasan ekornya yaitu 10 Hz (10 kali perdetik) dan ikan gabus yang berenang pada kecepatan tertinggi 18,0 cm/detik (246,1 cm/detik) jumlah kibasan ekornya adalah 250 Hz (250 kali perdetik).



Gambar 4. Jumlahkibasan ekor ikan gabus terhadap kecepatan renang (Lampiran 4).

Sedangkan renang bebas menunjukkan jumlah kibasan ekor ikan gabus (*Channa striata*) terhadap kecepatan renang bebas (*free swimming*) memiliki korelasi positif yaitu semakin cepat renang ikan, maka semakin cepat pula frekwensi kibasan ekor perdetiknya (cm/detik) hal ditunjukkan pada jarak 100 cm, ikan melakukan kibasan ekor sebanyak 7 kali yang berenang dengan kecepatan 100,0 (cm/detik) dan pada jarak 50cm ikan hanya mengibaskan ekor sebanyak 1,5 kali yang berenang dengan kecepatan 12,5 (cm/detik).

4.1.4. Amplitudo kibasan ekor ikan gabus dalam flume tank dan renang bebas (*free swimming*)



Gambar 5. Amplitudo kibasan ekor ikan Gabus terhadap kecepatan renang (Lampiran 4).

Dari pengukuran amplitudo kibasan ekor ikan gabus nilai korelasinya rendah hanya ($R^2 = 1$).

Tidak ada bedah dengan renang bebas (*free swimming*). Nilai koreksinya rendahhanya ($R^2 = 1$), dari amplitudo kibasan ekor ikan gabus tidak adanya korelasi antara kecepatan renang dengan besarnya tinggi gelombang pada kibasan ekor. Ikan gabus yang berenang cepat dan berenang lebih lambat tidak ada perbedaan yang nyata terhadap besarnya kibasan pada ekor ikan gabus. Ikan gabus ini lebih cenderung berenang diperairan tenang, seperti :

4.2. Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada satu spesies ikan yaitu ikan gabus dengan ukuran 15 cm. Untuk mengetahui kecepatan renang *sustained*, kecepatan renang *prolonged*, *maximum sustained swimming speed* dan kecepatan renang bebas *free swimming*.

Kecepatan renang *sustained swimming speed* yaitu 18,2 cm/detik dan daya tahan renang ikan gabus 986 cm/detik dan kemampuan *minimum*

yaitu 0,8cm/detik dan daya tahan renang ikan gabus 188 cm/detik. 6,45 cm/detik. Pada pengamatan ikan Gabus yang diuji beberapa ekor ikan akan menurun daya tahannya, ikan tidak sanggup untuk berenang terus-menerus selama lebih dari 12.000 detik. Ini menandakan bahwa semakin cepat kecepatan arus (cm/detik) yang diberikan maka semakin berkurang daya tahan renang ikan gabus. Daya tahan renang ikan gabus menurun drastis pada kecepatan renang 60-20 cm/detik.

Ikan yang berenang dan bergerak dengan bantuan sirip, terutama sekali sirip ekor dalam berenang. Kibasan pada sirip ekor merupakan pendorong utama dalam berpindah tempat di dalam air. Dari Gambar 4 diketahui bahwa terdapat korelasi positif antara kecepatan renang dengan jumlah kibasan ekor perdetik $R^2 = 0,633$. Semakin cepat gerakan kibasan ekor maka dapat membuat ikan semakin cepat lelah dalam waktu yang lebih cepat yang menurunkan daya tahan renangnya.

Dorongan dari kibasan ekor ikan memiliki hubungan dengan kecepatan renang dan konsumsi oksigen selama aktivitas spontan, renang bebas menunjukkan jumlah kibasan ekor ikan gabus (*Channa striata*) terhadap kecepatan renang bebas (*free swimming*) memiliki korelasi positif yaitu semakin cepat renang ikan, maka semakin cepat pula frekwensi kibasan ekor perdetiknya (cm/detik) hal ditunjukkan pada jarak 100cm, ikan melakukan kibasan ekor sebanyak 7 kali yang berenang dengan kecepatan 100,0 (cm/detik) dan pada jarak 50cm ikan hanya mengibaskan ekor sebanyak 1,5 kali yang berenang dengan kecepatan 12,5 (cm/detik).

Dari amplitudo kibasan ekor ikan gabus tidak adanya korelasi antara kecepatan renang dengan besarnya tinggi gelombang pada kibasan ekor. Ikan gabus yang berenang cepat dan berenang lebih lambat tidak ada perbedaan yang nyata terhadap besarnya kibasan pada ekor ikan gabus.

Ikan gabus ini sangat unik. Dalam gerakan yang dilakukan ikan gabus terdapat beberapa proses yang sangat rumit. Sebagai contoh, untuk berpindah dari satu tempat ketempat lain ikan ini akan menggoyang bagian belakang tubuhnya kekiri dan kekanan, gerakan ini dipicu oleh perintah yang dihasilkan oleh otak dan disalurkan ke otot melalui jaringan syaraf, sinyal perintah ini berupa pulsa dan tegangan listrik statis biologis. Kibasan ekor ikan gabus dalam percobaan mencoba mengimbangi kecepatan arus air, jika arus yang diberikan semakin cepat maka daya tahan renangnya akan berkurang. Kibasan ekor yang semakin cepat akan membutuhkan energi yang lebih besar sehingga kemampuan metabolisme tidak sebanding lagi dengan jumlah energi yang dibutuhkan, sehingga ikan lelah dan menjadi stres, (Nofrizal, 2011).

Hal ini menunjukkan bahwa tingkat adaptasi ikan gabus lebih tinggi. Karena ikan gabus tidak frekwensi kibasan ekor perdetiknya (cm/detik) hal ditunjukkan pada jarak 100cm, ikan melakukan kibasan ekor sebanyak 7 kali yang berenang dengan kecepatan 100 (cm/detik) dan pada jarak 50cm ikan hanya mengibaskan ekor sebanyak 1,5 kali yang berenang dengan kecepatan 12,5 (cm/detik). Dan dapat bertahan hidup pada sumber air yang lebih deras, karna ikan gabus ini lebih

cenderung keperairan tenang dan lembab.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kecepatan renang yang normal pada ikan gabus (*sustained swimming speed*) yaitu <2,9 cm/detik (kurang dari 44,3 cm/detik), *Prolonged swimming speed* ikan gabus adalah 2,9–18,2 cm/detik (44,3–246,1 cm/detik), ikan gabus akan menurun kemampuan renangnya akibat kelelahan dimana tidak imbang lagi antara proses metabolisme dengan kecukupan energi dan oksigen. Kemampuan *burst swimming speed* ikan gabus yaitu 18,2 cm/detik (246,1 cm/detik) kecepatan renang bebas (*free swimming*) memiliki korelasi positif yaitu frekwensi kibasan ekor perdetiknya (cm/detik) hal ditunjukkan pada jarak 100 cm, ikan melakukan kibasan ekor sebanyak 4,5 kali yang berenang dengan kecepatan 100,0 (cm/detik) dan pada jarak 50cm ikan hanya mengibaskan ekor sebanyak 1,5 kali yang berenang dengan kecepatan 12,5 (cm/detik).

Kecepatan dan daya tahan renangnya berkorelasi negatif, jika kecepatan semakin tinggi maka kemampuan akan semakin berkurang. Kecepatan renang dengan kecepatan kibasan ekor berkorelasi positif, dimana semakin cepat renangnya maka akan semakin cepat pula gerakan kibasan ekornya.

5.2. Saran

Perlu dan penting dilakukan penelitian lanjutan terhadap kondisi fisik ikan gabus selama melakukan pengamatan pada tingkat kecepatan air yang berbeda agar terlihat

bagaimana kondisi aktifitas otot tubuh ikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Von Brandt, A. 2005. Fishing Method of The World 3 Action Fishing News Book, Ltd. London 418 pp.
- Brodeur, C.J., Dixon, G. D., dan McKinley, S. R. (2001) Assessment of cardiog output as a predictor of metabolic rate in rainbow trout. *J. Fish Biol.* 58, 439-452..
- <http://www.itis.gov>, Channidae, Taxonomic Serial No.: 166661
- Lagler, k.f., j.e. bardach, r.r. miller and d.r.m. passino 1977. *Ichthyology*.Sec. Ed. John Wiley & Sons. New York.
- Nofrizal.(2009) Behavioural physiology on swimming performance of jack mackerel *Trachurus japonicus* in capture process.Doctoral dissertation.Tokyo University of Marine Science and Technologi. p. 116
- Nofrizal, Yanase, K. dan Arimoto, T. (2009) Effect of temperature on the swimming endurance and post-exercise recovery of jack mackerel *Trachurus japonicas*, as determined by ECG monitoring.*J. Fish Sci.* 75. 1369-1375.
- Rodnick, K. J., Gamperl, A. K., Lizars, K. R., Bennett, M. T., Rausch, R. N. dan Keeley, E. R. (2004) Thermal tolerance and metabolic physiologi among redband trout populations in south-eastern Oregon. *J. Fish Biol.* 64, 310-335.

- Saanin, H. 1984. Taksonomi dan Kunci Identifikasi Ikan Bagian I. Bina Cipta. Jakarta. 96 hal.
- Susanto, H dan Amri, K . 2002. Budidaya Ikan Patin. Penebar Swadaya. Jakarta. 90 hal.
- Steinhausen. M. F., Steffensen, J. F. dan Andersen, N. G. (2007) The relationship between caudal differential pressure and activity of Atlantic cod: a potential method to predict oxygen consumption of free-swimming fish. *J. Fish Biol.* 71, 957-969.
- Uyan, S., Kawamura, G. dan Archdale, V. M. (2006) Morphology of the sense organs of anchovy *Eugraulis japonicus*. *J. Fish Sci.* 72, 540-545.
- Wardle, C. S. (1993) Fish behavior and fishing gear. In: Pitcher, T. J. (Ed). The behavior of teleost fishes, 2nd edition. London. Chapman and Hall, pp. 609-643.
- Webb, W. P. (1975) Hydrodynamics and energetic of propulsion. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada. Bulletin 190. Ottawa, Canada, p. 158.
- Nofrizal dan Ahmad, M. 2011. Peran Kajian Kemampuan dan Tingkah Laku Renang Ikan Baung (*Hemibagrus* sp) untuk Teknologi Penangkapan Ikan dan Usaha Budidaya. Kemendiknas.
- .