

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi dan Morfologi Ikan Cupang

Ikan Cupang (*Betta* sp.) merupakan salah satu ikan hias air tawar yang memiliki bentuk sirip yang unik serta warna dan corak yang menarik. Keunikan ini menjadi daya tarik tersendiri bagi kalangan pecinta ikan Cupang. Selain memiliki bentuk sirip yang indah serta warna dan corak yang menarik, sifat agresifitasnya yang tinggi menjadikan ikan ini sebagai ikan petarung. Bentuk sirip ikan Cupang sangat beragam, yang mana diantaranya yang paling banyak digemari oleh masyarakat adalah bentuk *halfmoon*, membulat (*rounded tail*), slayer dan mahkota (*crown tail*) (Rachmawati *et al.*, 2016). Oleh karenanya, harga ikan Cupang yang memiliki kualitas tinggi dibanderol hingga jutaan rupiah. Ikan Cupang dengan harga yang fantastis biasa ditemukan di lingkungan kontes.

Klasifikasi ikan Cupang (*Betta* sp.) menurut Regan (1910) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Kelas : Actinoterygii
Ordo : Perciformes
Famili : Osphronemidae
Genus : *Betta*
Species : *Betta* sp.



Gambar 1. Ikan Cupang (*Betta* sp). (Sumber : <https://eol.org>)

Tubuh ikan Cupang (*Betta sp.*) secara umum memiliki panjang yang berkisar antara 50-120 mm dengan bentuk tubuh memanjang (Richter, 1982). Menurut Lim (2009), ciri khas lainnya dari ikan Cupang, antara lain memiliki sirip ekor berbentuk membulat (*rounded*) atau meruncing (*pointed*). Ikan Cupang memiliki sirip dorsal terletak lebih ke belakang, memiliki jari-jari keras dan delapan sampai sembilan jari-jari lunak. Sirip anal panjang dan lebar, dimulai dari belakang anus dan berakhir di belakang dekat pangkal sirip kaudal, memiliki satu sampai empat jari-jari keras dan 21-24 jari-jari lunak. Ujung sirip anal berbentuk lancip. Sirip perut berukuran kecil, terletak di bawah sirip dada, memiliki 1 jari-jari keras dan 5 jari-jari lunak. Satu dari jari-jari lunak berukuran lebih panjang dari yang lainnya. Sirip dada bentuknya membulat, memiliki 12-13 jari-jari lunak. *Betta sp.* memiliki karakteristik respons agresif. Ikan Cupang dapat beradaptasi pada suhu 24-29°C yang merupakan suhu optimal bagi pemeliharaan ikan Cupang (Djuhanda, 1981).

Sebagai primadona pasar, ikan cupang memiliki beberapa kategori yang umumnya terkenal di pasar. Menurut Rachmat dan Didin (2019) kategori yang umum terkenal dan sering masuk dalam kelas kontes yaitu:

a. *Halfmoon*

Bentuk sirip dan ekornya lebar dan melingkar setengah lingkaran. Sangat indah dengan warna-warna yang cerah dan menarik. Gerakannya anggun dan ekornya melambai sehingga menambah kecantikannya.

b. *Crown tail*

Crown tail atau biasa disebut serit ini memiliki bentuk sirip dan ekor yang menyerupai mahkota. Bila ekor dan siripnya mengembang akan terlihat

bagai mahkota. Jenis ini sudah diakui dunia akan kecantikan bentuk siripnya.

c. *Double tail*

Jenis *doubel tail* ini memiliki ciri-ciri ekor yang terbelah menjadi dua seperti cagak. Sayangnya jenis ini masih sulit untuk dikembangkan.

d. Plakat

Jenis plakat memiliki bentuk sirip dan ekor yang pendek serta tubuh yang sedikit lebih besar. Bentuknya yang sangar sehingga terkenal sebagai ikan aduan atau ikan laga.

e. *Giant*

Ukuran tubuh jenis *Giant* lebih besar dari ukuran biasanya. Panjang tubuhnya mnecapai 12 cm. Jenis *giant* merupakan persilangan dari plakat dan beberapa jenis lainnya. Saat ini sudah banyak jenis *giant* dengan berbagai variasi seperti *halfmoon giant*, *crown tail giant* dan *double tail giant*.

2.2. Habitat Ikan Cupang

Ikan Cupang (*Betta* sp.) umumnya ditemukan di beberapa negara di Asia Tenggara, termasuk Indonesia (Daulay, 2013). Ikan Cupang memiliki habitat di berbagai jenis perairan tawar, seperti sungai, danau, dan rawa (Schindler dan Smith, 2006). Ciri khas dari ikan Cupang antara lain, memiliki sifat yang agresif dan protektif terhadap teritorinya, sehingga ikan tersebut umumnya dikenal sebagai *fighting fish* (Monvises *et al*, 2009). Ikan Cupang ditemukan hidup di habitatnya baik secara berkelompok maupun soliter (Monvises *et al*, 2009).

Setelah tumbuh dewasa, ikan Cupang akan bersifat soliter. Sifat soliternya ikan Cupang membutuhkan tempat persembunyian untuk berlindung. Sesuai dengan kutipan dari Griffin (1990) dalam Wahjudy (2016) mengatakan ikan Cupang membutuhkan tempat persembunyian pada habitatnya, hal ini ditujukan agar ikan Cupang merasa aman.

2.3. Reproduksi Ikan Cupang

Indukan ikan Cupang (*Betta sp.*) yang siap memijah berumur sekitar 6-7 bulan. Ciri-ciri indukan kualitas baik menurut George (2009) dalam Wahjudy (2016) yaitu memiliki ketahanan mental dan fisik yang kuat, pangkal ekornya tebal dan lebar, gerakan lincah serta tidak cacat. Respon pada musuh dan pakan, matang gonad dan umur diatas 7 bulan. Ciri-ciri indukan yang telah matang gonad pada ikan Cupang jantan yaitu terdapat bintik-bintik hitam pada daerah sirip punggungnya serta garis vertikal berwarna kemerahan pada tutup insang. Sedangkan induk betina yang telah matang gonad memiliki ciri-ciri perut yang membuncit dan terdapat 2-3 garis vertikal berwarna kelabu pada sisi tubuhnya (Axelrod & Burgess, 2004).

Tingkah laku pada ikan Cupang jantan sebelum melakukan pemijahan biasanya mengeluarkan gelembung-gelembung sebagai sarang telur-telurnya nanti. Menurut Sanford (1995) mengatakan ikan Cupang bersifat *bubblenester* yaitu membuat sarang busa sebelum berpijah dan telur-telur dimasukkan ke dalamnya. Substrat gelembung berguna agar telur tidak tenggelam ke dasar perairan, biasanya gelembung tersebut diletakkan pada tanaman akuatik (Wahjudy, 2016). Sedangkan ikan Cupang betina terlihat pada ciri-ciri fisiknya

yaitu bagian perut yang membulat dan terlihat tonjolan berwarna putih pada bagian anal. Setelah sarang siap dan betina telah mendekat, maka ikan jantan dan betina akan saling berkejaran (Wahyudewantoro, 2017). Saat proses pemijahan, ikan jantan akan membelit tubuh ikan betina hingga telur dalam perut betina keluar semua. Kualitas air sebagai media pemijahan juga perlu diperhatikan. Ikan Cupang akan melakukan reproduksi pada suhu air $\pm 28^{\circ}\text{C}$, DO 4 PPM, kadar amonia maksimal 1 dan pH air 7,8 (James dan Sampath, 2004).

Perbandingan pemijahan ikan Cupang jantan dan betina adalah 1:1. Masa pemijahan berlangsung selama 2-3 hari hingga telur dikeluarkan semua oleh induk betina dan telur diletakkan dalam gelembung-gelembung yang dibuat oleh induk jantan di permukaan air. Telur akan menetas sekitar 24 jam sejak dikeluarkan dari induk betina. Larva ikan mulai diberi pakan setelah berumur 3 hari dari masa penetasan karena kuning telur sebagai cadangan makanannya telah habis sehingga perlu adanya makanan tambahan untuk tumbuh (Monalisa, 2008).

2.4. Gelombang Suara

Definisi gelombang adalah getaran yang merambat dari titik pusat getaran yang menyebar ke titik lainnya melalui suatu media (Ishaq, 2007). Getaran akustik yang merambat pada medium air dapat membawa informasi tersebut merambat dalam medium menuju sensor, terjadi pelemahan yang diakibatkan oleh sebaran dan sifat serap gelombang pada air. Materi penyusun medium ikut berpengaruh terhadap nilai pelemahan tersebut sehingga pelemahan pada air tawar dan air laut berbeda (Yuwono, 2012).

Suara-suara dalam perairan dapat dibedakan berdasarkan karakteristiknya. Menurut Bert *et al* (2001), karakteristik suara dapat ditentukan oleh faktor frekuensi, intensitas, amplitudo, panjang gelombang dan kecepatan suara.

1. Frekuensi adalah banyaknya getaran atau gelombang suara yang terjadi dalam 1 detik. Menurut Ishaq (2007) frekuensi menunjukkan kecepatan gelombang bergetar secara bolak-balik disekitar titik setimbangnya. Besarnya frekuensi mempengaruhi kecepatan gelombang suara berisolasi disekitar titik setimbang sehingga mengakibatkan gelombang merambat melalui medium semakin cepat. berdasarkan frekuensinya, gelombang suara dibagi menjadi 3 yaitu:
 - a. Gelombang audiosonik yaitu gelombang suara yang memiliki rentang frekuensi 16 Hz hingga 20.000 Hz sehingga dapat didengar oleh pendengaran manusia.
 - b. Gelombang infrasonik adalah gelombang suara yang memiliki frekuensi di bawah 16 Hz atau lebih kecil dari gelombang audiosonik.
 - c. Gelombang ultrasonik adalah gelombang suara yang memiliki rentang frekuensi lebih besar dari 20.000 Hz atau lebih besar dari batas maksimal gelombang audiosonik.
2. Amplitudo adalah jarak atau simpangan terjauh dari suatu gelombang yang akan mempengaruhi kuat lemahnya bunyi. Amplitudo merupakan parameter untuk mengukur keras atau lemahnya suara. Menurut Mediastika (2005) semakin besar simpangan maka suara yang dihasilkan akan semakin keras.

3. Panjang gelombang adalah jarak antara dua titik yang berdekatan (dua puncak atau dua lembah). Suatu gelombang dapat dikatakan satu panjang gelombang apabila telah melalui satu titik ke titik yang lain yang berposisi dan berfasa sama. Pada gelombang longitudinal yaitu jarak dari rapat ke rapat maupun dari renggang ke renggang (Ishaq, 2007).
4. Kecepatan suara adalah jarak untuk gelombang suara yang ditempuh dalam jumlah waktu tertentu (Bert *et al*, 2001). Menurut Bradley dan Stern (2008) masing-masing suara sudah dapat dilihat perbedaannya dengan melihat besar frekuensi suara dan intensitas suara. Kecepatan suara bergantung pada media transmisi mediumnya.
5. Intensitas suara adalah energi gelombang yang menembus permukaan bidang tiap satuan luas tiap detiknya.

2.5. Karakteristik Suara di Perairan

Lingkungan bawah air dipenuhi dengan suara yang berasal dari suara biota (*biological*) dan suara *non-living organism* dimana suara ini penting bagi keberlangsungan hidup biota di bawah air. Pemahaman mengenai perambatan suara dalam medium air sangat dibutuhkan dalam studi bioakustik. Kecepatan suara di dalam air jauh lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan suara di udara dengan kecepatan mencapai 1500 m/s (Travolga, 1971). Suara dalam air tidak dapat menuju ke udara, tapi sebaliknya suara di udara dapat menuju ke dalam air, sehingga perambatan suara lebih cepat dan jauh di dalam air (Nikolsky, 1963).

Biota air memanfaatkan suara sebagai media berkomunikasi, mencari makan dan bereproduksi (Webb *et al*, 2008). Menurut Simmonds dan MacIennan (2005) terdapat tiga kelompok hewan yang memproduksi suara dengan karakteristik yang berbeda-beda yaitu (1) jenis krustasea khususnya udang, (2) ikan teleostei yang memiliki gelembung renang, (3) mamalia perairan seperti paus dan lumba-lumba. Lugli *et al* (2003) menyatakan hasil penelitiannya tentang ikan *Padogobius martensii* yang mengeluarkan suara saat berinteraksi dengan lawan jenis yang dihasilkan oleh gelembung renang.

Beberapa jenis suara yang dihasilkan oleh ikan yaitu *drumming* (menggerung), *chattering* (mengoceh), *chorushing* (berirama), *clucking* (bersendawa), dan *knocking* (melengking), dan jenis suara lainnya. Variasi dari kelima jenis kelompok pengeluaran suara digunakan untuk berkomunikasi, memijah, mencari makan dan lain-lain (Cahyadi, 2008). Menurut Kasumyan (2008), jenis suara yang dihasilkan oleh ikan berdasarkan mekanismenya adalah stridulasi, *drumming*, kavitasi, perkusi, hidrodinamika, pneumatik, *stringed*, dan respiratory. Penjelasannya berikut ini:

- a. Stridulasi adalah suara yang timbul akibat pergesekan gigi, tulang tengkorak, rahang, apparatus insang, sirip ekor dan tulang belakang antara satu sama lain. Beberapa jenis suara yang serupa dengan stridulasi adalah suara *creacking*, *grinding*, *sizzling*, *suffling*, *grunting*, *cawing*, *chirping*, *squeaking*, *croaking*, dan *strong blows*.
- b. *Drumming* adalah suara yang dihasilkan akibat kontraksi secara cepat oleh otot khusus yang berdekatan dengan gelembung renang.

- c. Kavitasi adalah suara yang timbul saat proses makan karena adanya penurunan dari tekanan dalam rongga mulut membuat adanya gelembung kavitasi kecil. Penurunan volume terjadi pada waktu yang singkat dengan disertai pulsa suara. Suara yang dihasilkan bukan berupa suara khusus.
- d. Perkusi adalah suara yang timbul dengan cara memukul atau menampar substrat perairan dengan menggunakan sirip. Jenis suara ini biasanya dihasilkan oleh ikan yang hidup di dasar perairan untuk tujuan berkomunikasi. Sebagai contoh, pada saat ikan demersal kecil *Cottus bairdi* akan memijah, pejantan melakukan aktifitas perkusi (menyentuh, memukul dan menampar tanah) yang menghasilkan suara berupa frekuensi rendah untuk menarik perhatian betina.
- e. Hidrodinamika adalah suara yang timbul akibat pergerakan ikan atau sekumpulan ikan terhadap air sebagai media gerak.
- f. Pneumatik adalah suara yang timbul akibat proses perpindahan gas dari gelembung renang ke usus atau selama keluarnya gas dari saluran pencernaan ke media eksternal.
- g. *Stringed* adalah suara yang biasanya dihasilkan oleh famili Osphronemidae, namun jarang terjadi pada species lain. suara ini berkaitan dengan otot adduktor superficial pada pectoral dan timbul akibat adanya pergerakan sirip pectoral yang tidak bergerak secara sinkron.
- h. *Respiratory* adalah suara yang terjadi ketika pergerakan operculum ikan saat bernapas. Suara ini belum banyak diteliti, namun beberapa mirip seperti suara tepukan dan ketukan.

Keadaan suara di dalam air mempunyai banyak perubahan, namun beberapa komponen bersifat konstan. Ikan sangat sensitif dalam merespon *noise* dari lingkungannya, dan dapat mendeteksi perubahan yang terjadi di lingkungannya (Winn, 1972). Indra pendengaran pada ikan berkisar antara 16 hingga 1300 Hz (Nikolsky, 1963).

2.6. Suara dan Tingkah Laku Ikan

Sumber suara dari makhluk hidup di bawah air biasanya memiliki karakteristik yang berbeda dari sumber suara yang lain. Karakteristik tersebut yaitu terjadi pada rentang frekuensi yang luas dan terjadi dalam rentang waktu yang singkat (Bradley and Stern, 2008). *Noise* yang berasal dari biotik dihasilkan oleh komunikasi ikan-ikan tertentu, mamalia dan krustasea (Munk, 1995).

Gelombang suara adalah media terbaik untuk berkomunikasi di perairan karena sinyal tidak dipengaruhi oleh kekeruhan sehingga species ikan tertentu mampu berkomunikasi walaupun dalam kondisi gelap dan kecepatan merambatnya tinggi (Travolga, 1971). Efek samping dari produksi suara adalah tingkah laku makan atau pergerakan ikan. Suara ikan yang dihasilkan cukup beragam, tergantung pada speciesnya. Setiap individu suatu species dapat menghasilkan lebih dari satu tipe suara (Travolga, 1971).

Ikan memiliki pendengaran dalam yang cukup tajam. Oleh karenanya, mereka menggunakan suara untuk berkomunikasi. Ada tiga cara utama ikan untuk menghasilkan suara, yaitu pergerakan tulang (stridulasi), vibrasi gelembung renang dan efek yan terjadi akibat aktifitasnya yang termasuk ke dalam golongan suara hidrodinamik (Moyle dan Cech, 1988).

Gelembung renang adalah bagian tubuh ikan yang berfungsi untuk amplifikasi suara. Beberapa jenis ikan memiliki *sonic muscle* yang memberi tekanan pada gelembung (Syahroni, 2011). Lenchner *et al* (2010) mengatakan suara yang dihasilkan oleh gelembung renang sebanding dengan ukuran ikan. Banyaknya suara yang diproduksi oleh ikan adalah *pulsatile* dan memiliki rentang frekuensi beberapa puluh sampai ribuan Hertz (Fish dan Mowbray, 1970).

2.7. Bioakustik

Bioakustik menurut Gabriel (1990) berasal dari kata bio dan akustika, bio artinya hidup atau hayat dan akustika berarti kajian getaran bunyi. Selanjutnya dinyatakan bahwa bioakustik adalah suatu perubahan mekanik terhadap zat gas, zat cair, atau zat padat yang sering menimbulkan gelombang bunyi. Gelombang bunyi ini merupakan vibrasi atau getaran molekul-molekul dan saling beradu satu sama lain, namun demikian zat tersebut terkoordinasi menghasilkan gelombang. Dengan demikian maka bioakustik adalah ilmu yang mempelajari tentang proses produksi dan penerimaan suara yang ditimbulkan oleh makhluk hidup, contohnya pada biota air. Myberg *et al* (1993) menyebutkan beberapa biota air menghasilkan suara sebagai isyarat akustik dalam melakukan aktivitas, yaitu pada saat berkomunikasi antara satu dengan yang lain, saat mencari pasangan, mendeteksi mangsa, dalam keadaan terancam saat mengalami stress dan saat makan.

Bioakustik merupakan penggabungan ilmu biologi dan akustik. Ilmu ini sudah lama berkembang sejak tahun 1980. Bioakustik merujuk pada penelitian

mengenai produksi suara, dispersi melalui media elastis, dan penerimaan pada hewan termasuk manusia. Bioakustik melibatkan neurofisiologi dan anatomi untuk produksi dan deteksi suara, serta hubungan sinyal akustik dengan medium dispersinya (Simmonds and MacLennan, 2005).

Penggunaan suara dalam komunikasi adalah hal yang biasa karena ikan memiliki pendengaran dalam yang tajam. Ikan menghasilkan suara dengan tiga ciri utama, yaitu dengan pergerakan tulang (stridulasi), vibrasi gelembung renang dan efek yang terjadi karena aktifitasnya yang termasuk ke dalam golongan suara hidrodinamika (Waristriatmaja, 2004).

Suara hidroponik dihasilkan oleh ikan yang aktif berenang, atau kecepatan berputar. Walaupun banyak gangguan yang direkam pada *Hydrophone* yang ditimbulkan oleh turbulensi air, suara yang kuat seringkali dapat terdeteksi dari jarak beberapa meter. Ketika ikan membuat pergerakan renang yang cepat maka dihasilkan pulsa dengan tekanan yang cepat (MacLennan dan Simmonds, 1992).

2.8. Sistem Perekaman Suara Bawah Air

Terdapat dua metode komunikasi yang digunakan oleh makhluk perairan yaitu metode akustik dan metode elektromagnetik atau gelombang radio (Garneta dan Wirawan, 2012). Metode akustik dianggap lebih efektif dan efisien dibandingkan dengan metode elektromagnetik sehingga beberapa alat-alat di bidang kelautan menggunakan prinsip akustik. Salah satu kendala pemakaian alat-alat akustik tersebut adalah suara derau (*noise*) di dalam perairan (Travolga, 1971).

Seluruh penginderaan akustik menggunakan mikrofon dan transduser untuk mendeteksi energi akustik dan kemudian mengkonversinya menjadi sinyal listrik (Greene, 1997). Untuk perekaman suara bawah air menggunakan hidrofon. *Hydrophone* adalah mikrofon bawah air yang menangkap sinyal akustik kemudian mengubah energi tersebut menjadi energi listrik dan digunakan dalam sistem akustik pasif. *Hydrophone* terbuat dari bahan yang disebut *piezoelectric*. Bahan ini dapat merubah tekanan gelombang suara dalam air menjadi sinyal elektrik. Sinyal tersebut dapat direkam dan selanjutnya dianalisis menggunakan komputer (Veerappan *et al*, 2009). Dengan menggunakan *hydrophone*, para ahli ekologi kelautan dan perikanan mampu mendengarkan produksi suara ikan dan mengidentifikasi species tertentu (Lobel, 1998).

Sistem perekaman suara bawah air terdiri dari hidrofon dan *digital recorder*. Ada beberapa model yang bersifat *autonomus*, *komputer base*, dan sistem *portable*. Pada sistem *portable* terdiri dari sensor (hidrofon), *memory card* yang berkapasitas besar minimum 4 GB, baterai *chargeable*, *power adaptor* 12V USB, dan dilengkapi dengan kotak peralatan yang melindungi sistem tersebut (www.cetaceanresearch.com., 2010). Hidrofon mendapat energi dari baterai yang diletakkan pada sistem *power*. Kemudian alat berikutnya adalah *earphone* yang digunakan untuk validasi suara saat perekaman. Komputer diperlukan untuk mentransfer data hasil perekaman dari sistem dan untuk mengolah data. Agar suara sebelum ditransfer ke komputer baik, maka perlu dilakukan amplifikasi dengan menggunakan *amplifier*. Kemudian perekaman berbasis komputer terdiri dari hidrofon, baterai, dan sistem *interface* yang

menghubungkan komputer dengan hidrofون. Perekaman dilakukan oleh komputer dengan menggunakan perangkat lunak seperti *spectraLAB*, *spectraPRO*, dan *Wavelab* (Syahroni, 2011).

Pada pengamatan laboratorium, penggunaan *Hydrophone* tunggal umumnya diletakkan pada bagian tengah akuarium (Raffinger and Ladich, 2009). Metode akustik pasif menggunakan bantuan alat *Hydrophone* yang telah terhubung dengan perangkat lunak program *Wavelab* yang berfungsi untuk menerjemahkan frekuensi suara menjadi satuan angka dalam program *Excel* dalam mengamati tingkah laku akustik ikan Cupang. Sistem akuisisi komputerisasi data dapat langsung terhubung ke *Hydrophone* atau terhubung melalui sistem nirkabel (Mann and Lobel, 1995).

2.9. Akustik Pasif

Akustik pasif merupakan suatu aksi mendengarkan gelombang suara yang datang dari berbagai objek pada kolom perairan, suara yang diterima pada frekuensi tertentu ataupun frekuensi yang spesifik untuk berbagai analisis. Akustik pasif dapat digunakan untuk mendengarkan ledakan bawah air (*seismic*), gempa bumi, letusan gunung berapi, suara yang dihasilkan oleh ikan dan hewan lainnya, aktivitas kapal-kapal ataupun sebagai peralatan untuk mendeteksi kondisi di bawah air (He, 1989).

Akustik pasif telah digunakan secara rutin untuk menentukan habitat, monitoring daerah pemijahan dan mempelajari perilaku ikan (Rountree *et al*, 2003). *Hydrophone* digunakan oleh para ahli ekologi kelautan dan perikanan untuk mendengarkan produksi suara ikan dan mengidentifikasi species tertentu

(Lobel, 1998). Ikan dapat mengeluarkan beragam amplitude suara untuk melakukan komunikasi dalam pertukaran informasi. Informasi yang dibawa dari sinyal-sinyal suara menjelaskan mengenai keadaan bahaya, keadaan agresif untuk menakuti musuh, atau perilaku kawin. Suara juga dapat dihasilkan dari dampak tingkah laku seperti bergerak, makan, reproduksi dan menghindari musuh. Secara umum ikan menghasilkan suara melalui tiga cara, yaitu stridulasi, getaran gelembung renang, dan incidental akibat kegiatan lainnya (Sparague, 2000).

