

**BIOAKUSTIK SUARA *STRIDULATORY* GERAK IKAN GUPPY
(*Poecilia reticulata*) PADA AIR BERSALINITAS**

**BIOACOUSTIC SOUND STRIDULATORY MOVEMENT OF GUPPY FISH
(*Poecilia reticulata*) AT SALINE WATER**

Muhammad Zainuddin Lubis¹, Pratiwi Dwi Wulandari¹, Sri Pujiyati²

¹Program Studi Ilmu dan Teknologi Kelautan, Sekolah Pascasarjana
Politeknik Batam

²Departemen Ilmu Teknologi dan Kelautan
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Korespondensi : lubiszainuddin@gmail.com

ABSTRACT

Study on bioacoustic learns about sound production, dispersion through elastic media, and reception in animals, including humans, intensity of sound amplitude, sound fluctuation, and sound patterns of fish. Bioacoustic is a multi-discipline science that combine biology and acoustic science that usually refer to sound production research, sound dispersion through the elastic medium, and sound reception in animal including guppy fish (*Poecilia reticulata*). In this research, salt level about 2 g/mol was added in the water/medium until the salinity was 30 ppm. The result indicated that the sound intensity of guppy fish on days 3 and 7 after the addition of salt reaches the highest value of -44 dB with interval time of 40-50 seconds. This research showed that guppy fish can survive in salinity 30 ppm with sound intensity -48 dB and the frequency of flapping fins or guppy fish stridulatory was 0-19.60 kHz.

Keywords: bioacoustic, guppy fish, salinity, salt level

ABSTRAK

Studi bioakustik mempelajari produksi suara, dispersi melalui media elastis, dan penerimaan pada hewan, termasuk manusia terkait intensitas amplitudo suara, fluktuasi suara, dan bentuk pola-pola suara ikan. Bioakustik adalah ilmu lintas-disiplin yang menggabungkan biologi dan akustik yang biasanya merujuk pada penelitian mengenai produksi suara, dispersi melalui media elastis, dan penerimaan suara pada hewan; termasuk pada ikan guppy (*Poecilia reticulata*). Dalam penelitian ini, kadar garam sebesar 2 g/L ditambahkan ke dalam air hingga salinitas mencapai 30 ppm. Hasil menunjukkan bahwa intensitas suara ikan guppy pada hari ke-3 dan ke-7 setelah penambahan garam mencapai nilai tertinggi, yaitu -44 dB dengan interval waktu 40-50 detik. Studi ini menunjukkan bahwa ikan guppy mampu bertahan pada salinitas 30 ppm dengan nilai intensitas -48 dB dan frekuensi kepakan sirip atau stridulatory ikan guppy adalah 0 sampai 19.60 kHz.

Kata kunci: bioakustik, ikan guppy, kadar garam, salinitas

PENDAHULUAN

Studi bioakustik mempelajari kisaran frekuensi suara, intensitas amplitudo suara, fluktuasi suara, dan bentuk pola-pola suara ikan (Simmonds & MacLennan 2005). Akustik bawah air dan akustik perikanan, istilah ini juga berarti dampak tumbuhan dan hewan pada suara yang merambat di bawah air, yang biasanya terkait pada penggunaan teknologi sonar untuk estimasi biomassa (Simmonds & MacLennan 2005).

Sullivan (1994) merangkumkan temuan-temuan berbagai peneliti tentang dampak temperatur dan kadar garam pada distribusi ikan, dan membahas peranan mekanisme reseptor sistem syaraf pusat dalam reaksi temperatur dan kadar garam. Ia menyatakan bahwa ikan memilih temperatur dan kadar garam tertentu karena efek yang sama pada gerakan (aktivitas) mereka, dan menyimpulkan bahwa perubahan temperatur dan kadar garam biasa bekerja pada ikan:

1. Sebagai stimulus syaraf
2. Modifikator proses metabolisme, dan/ atau,
3. Modifikator aktivitas tubuh

Menurut Simmonds & MacLennan (2005); Greene (1997) terdapat tiga kelompok hewan yang memproduksi suara dengan karakteristik yang berbeda-beda yaitu jenis krustasea khususnya udang, ikan teleost (ikan bertulang belakang) yang memiliki gelembung renang, mamalia perairan akuatik seperti paus dan lumba-lumba. Ikan nila termasuk dalam kelompok ikan bertulang belakang yang dapat menghasilkan suara melalui gelembung renangnya. Suara tersebut adalah bentuk komunikasi antara sesamanya. Suara yang dihasilkan semakin kuat saat berkumpul seperti pada saat makan. Lugli *et al.* (2003), menyatakan hasil penelitiannya tentang ikan *Padogobius martensii* yang mengeluarkan suara saat berinteraksi dengan lawan jenis yang dihasilkan oleh gelembung renang. Ikan guppy (*Poecilia reticulata*) adalah jenis ikan yang berukuran kecil, dengan warna yang menarik (Gambar 1). Ikan ini saat bergerak menghasilkan spektrum suara yang dihasilkan dari kepakan siripnya (*Stridulatory*). Ikan guppy di akuarium dapat mencapai panjang 6 cm, namun di alam kebanyakan hanya tumbuh hingga sekitar 3 cm saja, dan ukuran ini terlalu kecil untuk memangsa jentik-jentik nyamuk. Tahun 1929 tercatat bahwa ikan ini dapat ditemukan di hampir semua kolam dan parit di Jawa Barat. Saat ikan ini dapat ditemukan ke berbagai tempat di Nusantara, dan mungkin telah menjadi ikan yang paling melimpah di Jawa dan Bali (Wirjoatmodjo 1993). Gambar 1 adalah ikan guppy di perairan umum.

Tujuan dalam melakukan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik suara dari ikan guppy.

METODE PENELITIAN

Kegiatan penelitian dilaksanakan dari tanggal 16 April-Juli 2013. Kegiatan pengambilan data dilaksanakan di Laboratorium Akustik Instrumentasi Kelautan (AIK) yang bertempat di *watertank*. Kegiatan pengambilan data ikan guppy dengan menggunakan metode bioakustik, pada saat aklimatisasi.

Perekaman data dilaksanakan selama dua minggu yakni dari tanggal 20 April-04 Mei 2013. Pengolahan data akan dilaksanakan di AIK, Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK, IPB.

Alat dan bahan yang digunakan adalah akuarium berukuran panjang 40 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 30 cm; aerator untuk menyuplai oksigen terlarut dalam air akuarium. Refraktometer untuk mengukur salinitas air; *Dolphin EAR 100 hydrophone* nomor seri DE989505 yang merupakan sensor suara; *Software Wavelab* dan *MATLAB* yang digunakan untuk mengolah data; dan seperangkat komputer yang digunakan sebagai media penyimpanan langsung dan pengolahan data suara yang terekam.

Bahan yang digunakan adalah 65 ekor ikan guppy, yang merupakan sebagai objek yang diamati, berukuran kecil dengan panjang sekitar 5cm; air tawar sebagai media hidup ikan dalam akuarium; kertas karton, dan lem sebagai bahan untuk membuat lapisan peredam *noise* lingkungan, kaca bening untuk penutup lubang pengamatan. Gambar 2 adalah satu set alat perekam suara, sedangkan Gambar 3 adalah diagram alir penelitian.

Tahap persiapan

Persiapan dan modifikasi akuarium

Langkah-langkah yang dilakukan pada tahan persiapan akuarium adalah:

1. Pembuatan dinding perekam *noise*, dinding peredam dipasang di dasar akuarium, keempat sisi samping akuarium, dan pada tutup akuarium.
2. Modifikasi tutup akuarium; tutup akuarium diberi lubang berukuran 5x2cm dan dipasang kaca untuk pengamatan.
3. Tahap akhir perancangan akuarium adalah dengan mendekorasi akuarium dan oleh sebab itu dimasukkan juga potongan-potongan pipa ke dasar akuarium. Terakhir adalah memasukkan air yang sudah ditambahkan garam ke dalam akuarium.
4. Pengamatan hasil rancangan modifikasi akuarium dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 4.

Penambahan garam pada ikan

1. Penambahan garam setiap harinya yaitu setelah ikan sudah selesai makan dan dilakukan penambahan garam dengan konsentrasi 2 g/mol.
2. Penambahan garam dilangsungkan sampai salinitas dari air tersebut mencapai salinitas 30 ppm.
3. Sebelum memasukkan larutan air garam 2 g/mol dilakukan pengurangan massa air sebanyak total air yang akan dimasukkan ke dalam akuarium yang berfungsi agar perhitungan g/mol dapat terhitung dengan baik.

Pengambilan data suara ikan

Sebelum dilakukan perekaman suara ikan guppy, terlebih dahulu aerator dimatikan. Sensor *hydrophone* dinyalakan, menyiapkan komputer untuk mencatat data yang ada. Saat proses perekaman dimulai, dibiarkan beberapa detik untuk merekam *background noise* saat itu sebagai kontrol, *hydrophone* dimasukkan melalui lubang yang sudah disediakan dengan hati-hati. Pipa lubang masuk *hydrophone* jangan sampai tersentuh tangan atau benda apapun karena dapat menghasilkan *noise* yang dapat terekam pada spektogram. Proses perekaman dilakukan selama 5 menit. Perekaman suara ikan yang dilakukan dengan menggunakan *hydrophone* kemudian di salurkan ke amplifier, setelah itu dilakukan verifikasi suara dengan menggunakan *seaphone*. Proses perekaman menggunakan perangkat lunak Wavelab 6.01b. Data hasil suara rekaman disimpan

dalam bentuk *.wav.

Target data yang akan diambil untuk analisis yakni sebanyak 14 kali pengamatan. Data rekaman disimpan dalam *harddisk* untuk dianalisis lebih lanjut. Perekaman data dilakukan setiap kali penambahan kadar garam. Saat bersamaan juga dilakukan pengamatan video untuk mengetahui Tingkah Laku Ikan (TLI) dengan menggunakan kamera.

Pengolahan dan analisis data suara ikan

Pengolahan data akustik dilakukan menggunakan Wavelab 6.01b. Suara yang dihasilkan ikan guppy dipilih bagian yang paling jelas, kemudian data hasil rekaman dianalisis dengan metode FFT untuk melihat sebaran per satuan waktu pada program Wavelab 6.01b. Data FFT disimpan dalam bentuk ASCII agar dapat diolah dengan menggunakan Matlab R2010a.

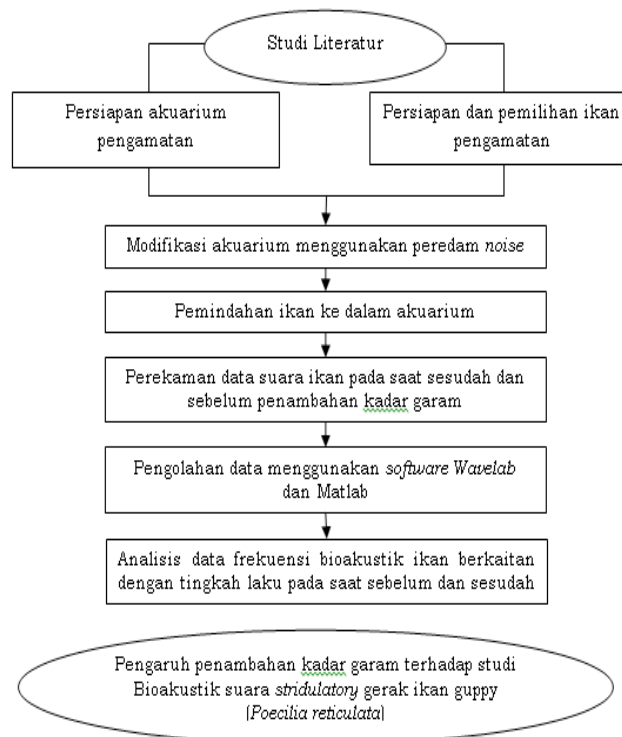
Data hasil perekaman suara ikan guppy diinterpretasikan ke dalam bentuk grafik frekuensi dan *echo level*. Grafik yang dihasilkan kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan pengamatan visual. Pengamatan visual dapat dilakukan dengan melihat TLI yang diamati dengan menggunakan metode perekaman video pada saat penambahan air laut. Hal ini bertujuan untuk melihat reaksi ikan terhadap penambahan kadar garam tersebut. TLI juga dapat melihat vitalitas dari ikan terhadap kadar garam dan uji korelasi dengan menggunakan regresi linear. Gambar 5 adalah diagram alir proses analisis suara menggunakan MATLAB R2010a.



Gambar 1. Ikan guppy (*Poecilia reticulata*)



Gambar 2. Satu set alat perekam suara, (a) *Hidrophone*, (b) *Headphone*, (c) catu daya/baterai, dan (d) laptop untuk data *logging* dan data *processing*



Gambar 3. Diagram alir penelitian

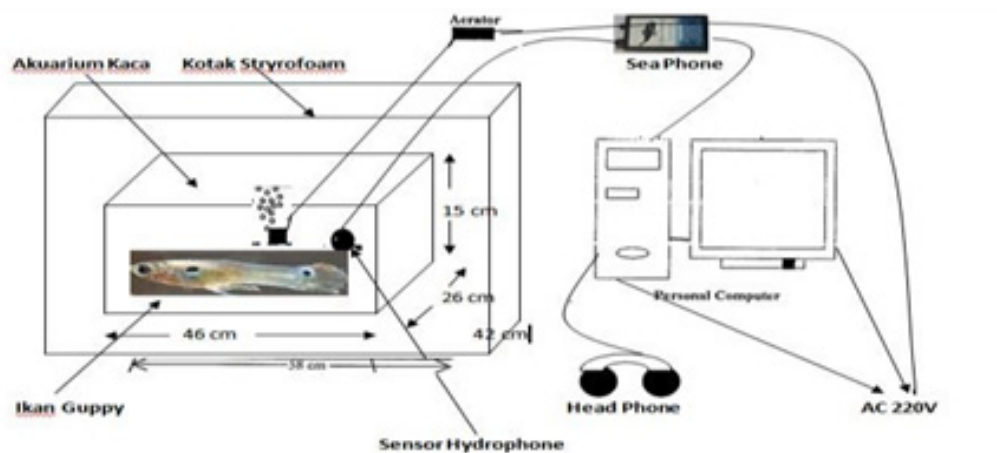
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penambahan kadar garam pada akuarium yang diisi dengan ikan guppy menyebabkan terjadinya perubahan intensitas serta *spectrum* suara (Tabel 1). Hal ini menjelaskan bahwa ada reaksi yang terjadi pada pergerakan ikan, sesaat sesudah penambahan garam, ikan akan memiliki intensitas suara yang lebih rendah dibandingkan sebelum ditambahkan kadar garam. Hal ini dapat dilihat bahwa sesudah penambahan garam menunjukkan hasil pergerakan yang lebih besar dibandingkan dengan sebelum ditambahkan garam, hal ini disebabkan ikan merasa tidak nyaman sehingga pergerakan ikan guppy lebih cepat dibandingkan dengan sebelum ditambahkan

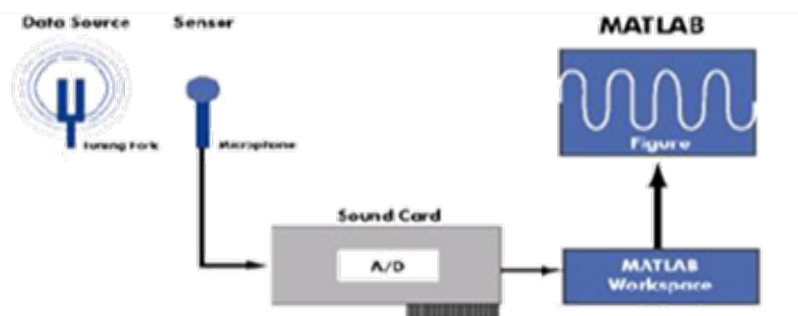
garam 2 g/mol. Menurut Lugli *et al.* (2003), intensitas suara yang dihasilkan oleh gelembung renang sebanding dengan ukuran ikan. Selain itu suara ikan juga secara dominan dihasilkan oleh sirip pektoral pada saat penambahan garam. Gelembung renang adalah bagian tubuh ikan yang berfungsi untuk amplifikasi suara (Gambar 4). Beberapa jenis ikan memiliki *sonic muscle* yang memberi tekanan pada gelembung renang. Dengan terjadinya hal seperti ini, gelembung renang pada ikan guppy akan bekerja lebih cepat begitu pula dengan sirip-sirip yang ada pada ikan guppy tersebut, sehingga hasil sesudah penambahan garam 2 g/mol memiliki nilai intensitas yang lebih besar dibandingkan dengan nilai intensitas sebelum ditambahkan garam 2 g/mol.

Tabel 1. Panjang ikan berdasarkan nilai target *strenght*

Hari ke	Salinitas (%)		Intensitas Awal (dB)		Intensitas Akhir (dB)		Kisaran Intensitas (dB)	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
1	2	4	-25.57	-29.76	-55.02	-53.79	29	24
2	4	6	-23.77	-26.86	-55.79	-53.89	32	27
3	6	8	-26.08	-24.34	-56.10	-48.36	30	24
4	8	10	-25.29	-23.29	-49.31	-44.34	24	21
5	10	12	-25.69	-21.26	-51.75	-42.44	26	21
6	12	14	-28.42	-20.35	-48.47	-38.41	20	18
7	14	16	-23.77	-24.31	-52.84	-51.41	29	27
8	16	18	-26.65	-25.36	-56.72	-53.43	30	28
9	18	20	-26.84	-25.58	-58.93	-55.66	32	30
10	20	22	-28.32	-26.87	-60.46	-56.91	32	30
11	22	24	-30.24	-29.23	-62.28	-59.27	32	30
12	24	26	-32.05	-31.42	-65.12	-62.55	33	31
13	26	28	-33.68	-30.49	-66.81	-61.58	33	31
14	28	30	-36.73	-34.62	-69.82	-65.71	33	31



Gambar 4. Alat yang digunakan untuk perekaman suara ikan guppy



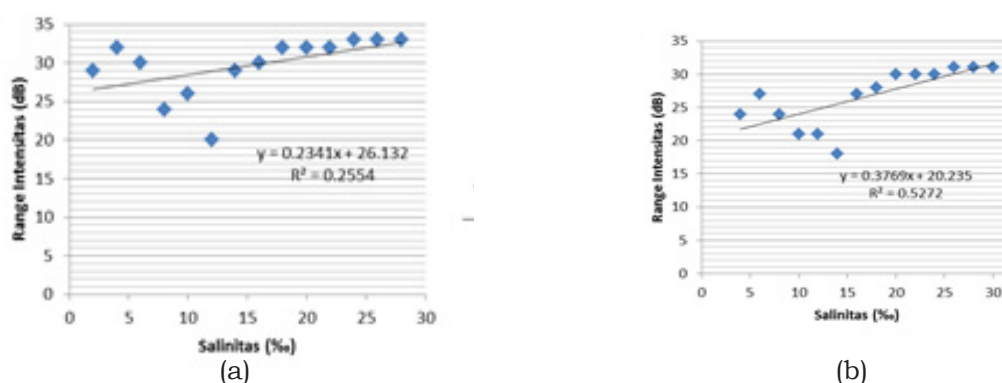
(b) Proses perekaman suara ikan guppy

Gambar 5. Diagram alir proses analisis suara menggunakan MATLAB R2010a.

Selisih intensitas suara dari hari ke hari semakin mengalami peningkatan atau semakin besar. Nilai awal selisih intensitas sesudah ditambahkan garam 24 dB dan nilai akhir setelah ditambahkan garam yaitu 31 dB. Hal ini sebanding lurus dengan sebelum ditambahkan garam semakin hari pergerakan ikan semakin kecil dapat ditunjukkan dengan nilai awal selisih intensitas sebelum ditambahkan garam bernilai 29 dB dan nilai akhir 33 dB. Untuk memperjelas hubungan antara salinitas dengan selisih intensitas dapat dilihat pada

Gambar 6.

Gambar 6 menjelaskan bahwa regresi linear yang dihasilkan pada saat sesudah penambahan garam (6b) memiliki nilai regresi yang lebih tinggi dibandingkan dengan sebelum penambahan garam dengan nilai $R^2 = 0.5275$ dengan persamaan $Y = 0.769x + 20.235$, hal ini menunjukkan hubungan antara salinitas dan *range* intensitas memiliki korelasi yang lebih besar dibandingkan dengan perlakuan sebelum penambahan garam.



Gambar 6. (a) Regresi linier salinitas dengan *range* intensitas sebelum penambahan garam, (b) Regresi linier salinitas dengan *range* intensitas sebelum penambahan garam

Interprestasi suara ikan

Suara ikan yang dimaksud dalam penelitian ini adalah suara yang berasal dari gerakan sirip ikan (*stridulatory*) terhadap air. Menurut Winn (1972) suara merupakan hal yang sangat penting terhadap tingkah laku saat berkomunikasi untuk beberapa jenis ikan. Menurut Pratt (1975) ikan dapat mengeluarkan beragam amplitudo suara untuk melakukan komunikasi dalam pertukaran informasi. Informasi yang dibawa dari sinyal-sinyal suara menjelaskan mengenai keadaan bahaya yang mengancam, keadaan agresif untuk menakuti musuh, atau panggilan peminangan. Suara juga dihasilkan dari dampak tingkah laku lainnya seperti saat makan, bergerak, menghindari musuh, dan reproduksi (seksualitas dan fase pembersaran) (Popper & Plat 1993). Hasil dari penelitian ini berupa data suara yang diterjemahkan ke dalam bentuk grafik intensitas suara terhadap frekuensi. Frekuensi yang direkam mulai dari 0-19.60 kHz. Gambar 7 menampilkan empat grafik perbedaan intensitas suara ikan dengan

jumlah yang berbeda-beda.

Berdasarkan grafik pada Gambar 7, intensitas suara ikan sesudah ditambahkan garam pada hari ke-2 memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan intensitas sesudah ditambahkan garam pada hari ke-3, 4, dan 5 dengan nilai intensitas yaitu -42.10 dB. Nilai intensitas sebelum ditambahkan garam pada hari ke-1 memiliki nilai intensitas yang sangat rendah, dibandingkan dengan nilai intensitas setelah ditambahkan garam. Adapun nilai intensitas sebelum ditambahkan garam memiliki nilai awal -45.20 dB dan nilai akhir -47.90 dB dengan nilai akhir frekuensi yaitu 19.60 kHz. Nilai intensitas pada hari ke 2, 3, dan 4 sesudah penambahan garam terlihat tidak jauh berbeda, hal ini mungkin disebabkan ikan sudah mulai terbiasa dari hari sebelumnya yaitu pada hari ke 1 setelah penambahan garam. Hari ke-5 setelah penambahan garam nilai intensitas terendah yaitu pada kurun waktu kira-kira pada detik 20-40 dalam durasi total yaitu 1 menit.

Gambar 8 menampilkan lima grafik

perbedaan intensitas suara ikan dengan jumlah yang berbeda-beda. Intensitas suara ikan sebelum pada hari ke-1 ditunjukkan oleh grafik berwarna merah putus-putus. Penambahan garam pada hari ke-6 yaitu berwarna biru, sesudah ditambahkan garam pada hari ke-7 berwarna hijau, sesudah ditambahkan garam pada hari ke-8 yaitu berwarna hitam. Perlakuan terakhir sesudah penambahan garam pada hari ke-9 yaitu berwarna kuning.

Berdasarkan grafik yang ditunjukkan pada Gambar 8 jelas terlihat nilai intensitas sesudah ditambahkan garam pada hari ke-6 dan ke-8 memiliki intensitas yang hampir sama sehingga terlihat seperti menimpa garis yang dihasilkan oleh gambar pada MATLAB. Kemungkinan hal ini disebabkan dengan adanya kadar garam yang masih menempel pada tubuh ikan dan ikan belum terbiasa dengan kadar garam yang ditambahkan yaitu pada salinitas 14 dan 18 ppm. Nilai intensitas pada hari ke-9 memiliki nilai intensitas yang berada di tengah-tengah nilai tertinggi dan terendah yaitu dengan nilai awal -48.00 db dan nilai akhir -48.90 dB. Nilai intensitas pada hari ke-9 memiliki kestabilan nilai intensitas dengan kurun waktu berkisar detik ke 14-58 dengan nilai akhir frekuensi yaitu 19.60 kHz. Selanjutnya pada hari ke 7 sesudah penambahan garam memiliki nilai intensitas yang sangat tinggi yaitu dengan nilai awal -43.70 dB dan nilai akhir -46.80 dB.

Gambar 9 menampilkan enam grafik perbedaan intensitas suara ikan dengan jumlah yang berbeda-beda. Intensitas suara ikan sebelum pada hari ke-1 ditunjukkan oleh grafik berwarna merah putus-putus, sesudah penambahan garam pada hari ke-10 yaitu berwarna biru. Sesudah ditambahkan garam pada hari ke-11 berwarna hijau, sesudah ditambahkan garam pada hari ke-12 berwarna hitam, sesudah ditambahkan garam pada hari ke-13 yaitu berwarna kuning, dan yang terakhir yaitu sesudah ditambahkan garam pada hari ke-14 berwarna magenta.

Berdasarkan Gambar 9 terlihat nilai intensitas sebelum ditambahkan garam pada hari ke-1 jauh berbeda. Nilai intensitas sebelum ditambahkan garam dengan sesudah ditambahkan garam pada hari ke-10, 13 dan 14 memiliki nilai yang hampir sama yaitu dengan nilai awal intensitas -48 dB dan dengan nilai akhir yaitu -48.50 dB. Nilai intensitas sebelum ditambahkan garam pada hari ke-1 bernilai dengan awal intensitas -45.80 dB tetapi hasil akhir nilai intensitas

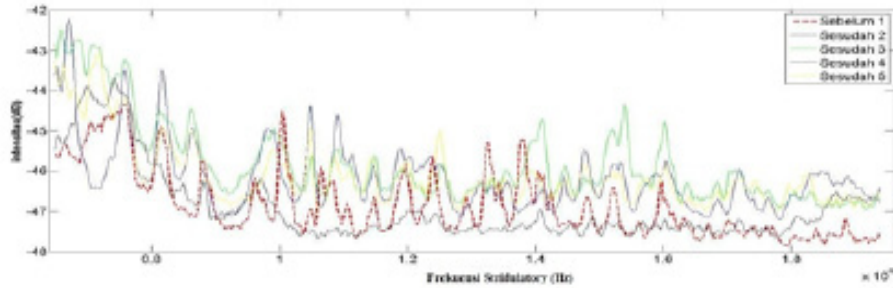
memiliki nilai -47.20 dB. Sedangkan nilai intensitas sesudah ditambahkan garam pada hari 12 terlihat memiliki nilai intensitas yang berada di tengah-tengah. Sedangkan nilai intensitas sesudah pada hari ke-11 memiliki nilai intensitas terendah dengan kurun waktu yaitu detik 20-60 dengan nilai awal intensitas yaitu -49 dB dan dengan nilai akhir yaitu -49.80 dB dengan frekuensi akhir yaitu 19.60 kHz.

Nilai intensitas pada Gambar 9 menunjukkan adanya kesesuaian karakteristik nilai intensitas suara dengan salinitas yang ada, yaitu semakin banyak atau semakin tingginya kadar garam yang ada di dalam air, maka pergerakan ikan guppy akan semakin melemah atau akan menghasilkan nilai intensitas yang semakin kecil. Menurut Emberlin (1983) ikan-ikan kecil tidak mungkin tahan jika terpapar salinitas yang cukup tinggi terutama pada ikan air tawar. Namun setidaknya banyak penelitian telah menunjukkan beberapa keterbatasan toleransi salinitas bawah dan di atas air laut. Hal ini menunjukkan bahwa ikan guppy mampu bertahan pada salinitas 30 ppm.

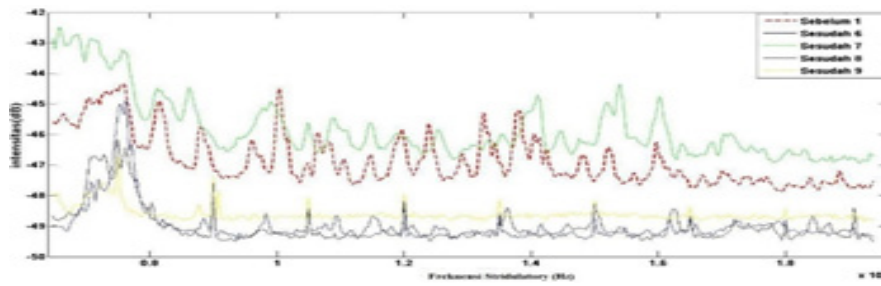
Berdasarkan hasil pengolahan yang menggunakan MATLAB dan menghasilkan figur, nilai intensitas pada hari ke-10,13,14 sesudah ditambahkan garam memiliki nilai intensitas yang hampir sama yaitu dengan nilai awal yang sama yaitu -48 dB dan dengan nilai akhir intensitas yang sama yaitu pada frekuensi 19.60 kHz dengan nilai intensitas -48.50 dB. Grafik intensitas suara ikan sesudah ditambahkan garam pada hari ke-3 dan 7 memiliki intensitas yang lebih tinggi, dengan rata-rata intensitas yaitu berada pada -44.00 dB pada *range* waktu yaitu detik 40-50. Nilai intensitas sebelum ditambahkan garam pada hari ke-1 memiliki nilai intensitas yang sangat rendah, dibandingkan dengan nilai intensitas setelah ditambahkan garam pada hari ke-1 sampai dengan 7.

Nilai intensitas sebelum ditambahkan garam memiliki nilai awal -44.20 dB dan nilai akhir -47.20 dB dengan nilai akhir frekuensi yaitu 19.60 kHz. Nilai intensitas pada hari ke-2 dan ke-3 sesudah penambahan garam terlihat tidak jauh berbeda. Menurut Lubis *et al.* (2015) posisi dan pergerakan mempengaruhi frekuensi dan intensitas suara yang dihasilkan. Nilai intensitas sesudah ditambahkan garam pada hari ke-11, 12, 13, dan 14 lebih rendah dibandingkan dengan hari-hari sebelumnya. Hal ini jelas terlihat bahwa ikan guppy

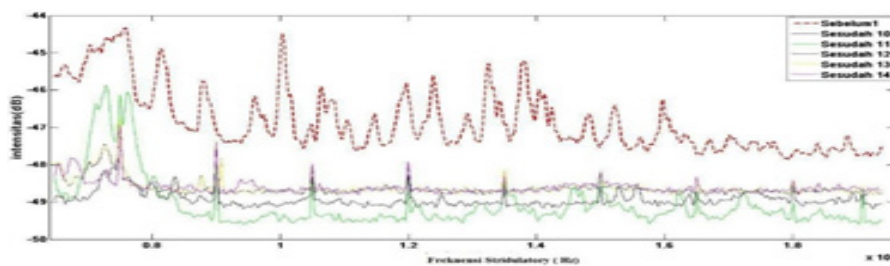
melakukan pergerakan yang sangat sedikit sehingga menyebabkan intensitas suara ikan guppy memiliki nilai yang kecil.



Gambar 7. Grafik hubungan frekuensi *stridulatory*-intensitas sebelum hari ke -1 dengan sesudah hari ke -2 hingga ke -5



Gambar 8. Grafik hubungan frekuensi *stridulatory*-intensitas sebelum hari ke -1 dengan sesudah hari ke -6 hingga ke -9



Gambar 9. Grafik hubungan frekuensi-intensitas sebelum hari ke -1 dengan sesudah hari ke -10 hingga ke -14

KESIMPULAN

Ikan guppy (*Poecilia reticulata*) mampu hidup dan masih mampu mengeluarkan spektrum suara yang berasal dari kepekan sirip (*stridulatory*) selama 14 hari. Penambahan garam 2 g/mol hingga hari ke 14 dengan perubahan salinitas hingga 30 ppm. Ikan guppy mampu bertahan dalam kondisi perairan yang sangat rentan dengan kematian.

Secara umum ikan mengalami penurunan *range* intensitas setelah penambahan garam. *Range* intensitas adalah 29-33 dB sebelum penambahan garam, dan 24-31 dB sesudah penambahan kadar garam, dengan *range* Frekuensi *stridulatory* yaitu 0–19.60 kHz.

DAFTAR PUSTAKA

- Emberlin JC. 1983. *Introduction to Ecology*. Mac Donald and Evans. Estrover. Plymouth.
- Greene PL. 1997. Optimal processing and performance evaluation of passive acoustic *Sistems*. Boston: Massachusetts Institute of Technology.
- Lubis MZ, Pujiyati S, Hestirianoto T, Wulandari PD. 2015. Bioacoustic Characteristics of Whistle Sounds and behaviour of male Indo-Pacific bottlenose dolphins (*Tursiops aduncus*) in Indonesia. *International Journal of Scientific and Research Publications*.
- Lugli M, Yan HY, Fine ML. 2003. Acoustic communication in two freshwater gobies: the relationship between ambient noise, hearing thresholds and sound spectrum. *Journal of Comparative Phisiology*.
- Pratt, Mary M. 1975. *Better Angling with Simple Science*. London: The White Friars Press.
- Popper AN, Plat C. 1993. *Inner Ear and Lateral Line*. In David H, Evans (ed). *The Physiology Of Fishes*: CRC Press.
- Sullivan, HS. 1994. *The Psychiatric Interview*. New York: Norton.
- Winn, HE. 1972. *Acoustic Discrimination by the Road Fish with Comments on Signal System*. In Howard E, Winn, Bori J, Olla (ed). *Behavior of Marine Animals*. New York: Plenum Press.
- Wirjoatmodjo. 1993. Ikan air tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi. Periplus Edition (HK) Ltd. dan Proyek EMDI KMNKLH Jakarta.