

ANALISIS INTERAKSI BIOAKUSTIK IKAN LEPU BATU (*Synanceia verrucosa*) DENGAN CRUSTACEA PADA SKALA LABORATORIUM

Agus Cahyadi

Pusat Penelitian Teknologi Kelautan

Badan Penelitian Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan

ABSTRAK

Ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) atau *stonefish* adalah jenis ikan karang beracun yang habitat hidupnya di pasir dan di kumpulan karang. Di alam, ikan ini dipengaruhi oleh ritme pasang surut. Pada saat pasang, ikan ini naik ke permukaan untuk memanfaatkan sumber makanan yang mengapung dan saat surut kembali ke dasar. Suara yang dapat terekam oleh hidrophon *omnidirectional* dengan sensitivitas 1 μ Pa dB pada rentang frekuensi antara 0 Hz – 120 KHz. Nilai rentang frekuensi ini bertujuan untuk mengetahui suara interaksi antara ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) dengan lobster bambu (*Panulirus versicolor*). Perekaman dilakukan untuk kondisi ikan tunggal, lobster tunggal dan interaksi keduanya. Hasilnya menunjukkan spektrum akustik yang dikeluarkan oleh ikan lepu batu tunggal mempunyai kisaran frekuensi 12 Hz – 60 Hz. Untuk spektrum akustik lobster tunggal mempunyai kisaran frekuensi 2 KHz sampai 10 KHz dan spektrum akustik interaksi antara ikan lepu tunggal dengan lobster adalah 12 Hz sampai 44 KHz.

Kata kunci: *Synanceia verrucosa*, *Panulirus versicolor*, spektrum akustik, hidrophone

PENDAHULUAN

Ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) adalah jenis ikan beracun, memiliki duri-duri yang menutupi hampir seluruh tubuhnya. Famili Synanceiidae berbadan pendek dan gempal. Kepalanya berukuran besar, berduri, dan tertutup sisik kecil yang tertanam di dalam kulit. Letak kedua matanya tidak nampak karena ukurannya sangat kecil, berada di atas kepala. Ikan ini mempunyai mulut agak besar menjulang ke atas dengan gigi tajam. Ketika ada mangsa berada di depan atau di sampingnya langsung diserang dengan bukaan mulutnya yang lebar. Ikan ini memiliki dua sirip yang besar di antara kepala dan badannya. Dua sirip lainnya di bawah ventral sejajar dengan sirip dekat ekor yang tajam.

Ikan ini memiliki racun yang mematikan mampu melumpuhkan lawan melalui duri di tubuhnya. Secara visual penampakan ikan ini sulit untuk dilihat dikarenakan warna dan bentuk tubuhnya mirip dengan tumpukan batu atau pasir. Ikan ini sangat malas dan sangat sedikit bergerak, bahkan sepanjang hidupnya berada di pecahan karang atau di bawah tumpukan pasir. Selain di bawah tumpukan pasir, ikan ini juga memanfaatkan celah atau lubang sebagai tempat persembunyian. Habitatnya aslinya hidup di laut yang dangkal dan di perairan di dekat pantai. Penyebarannya tersebar di Lampung, Labuan, Teluk Jakarta, Pelabuhan Ratu, Binuangeun, Banyuwangi, Bali, dan Flores.

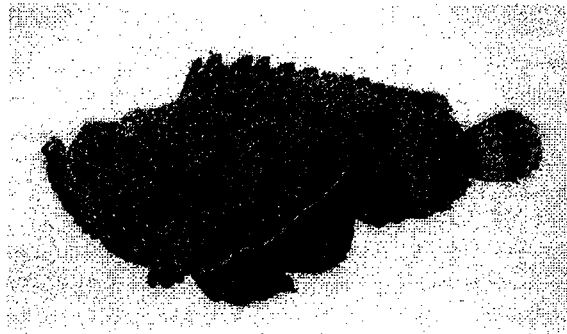
Pengeluaran akustik atau suara dari ikan merupakan suara khas yang dihasilkan gerakan otot dekat gelembung renang (*swim bladder*) dan gerakan dari rahang (*pharyngeal jaws*). Tidak semua ikan dapat mengeluarkan suara. Ikan-ikan yang dapat mengeluarkan suara digolongkan sebagai *soniferous*. Ada lima pengelompokan jenis suara yang dihasilkan oleh ikan, yaitu *drumming* (menggerung), *chattering* (mengoceh), *chorushing* (berirama), *clucking* (bersendawa), dan *knocking* (melengking).

Variasi dari kelima jenis kelompok pengeluaran suara digunakan untuk berkomunikasi, memijah, mencari makan dan lain-lain. Selain itu ikan juga memiliki kemampuan untuk mendengarkan suara dari objek lain di lingkungan sekitarnya. Suara sangat penting di lingkungan laut dan ikan memiliki adaptasi khusus untuk mendeteksi gelombang suara tersebut. Sistem sensor yang dikembangkan oleh ikan yaitu *inner ear (otolith)*, *lateral line* (gurat sisi) dan *swimming bladder* (gelembung renang).

Berdasarkan klasifikasi Ikan Lepu Batu/stonefish (*Synanceia verrucosa*) ini dijabarkan sebagai berikut :

Kingdom : Animalia
Phylum : Chordata
Subphylum : Vertebrata
Class : Actinopterygii
Order : Scorpaeniformes
Suborder : Scorpaenoidei
Family : Synancejidae
Genus : *Synanceia*
Species : *Synanceia verrucosa*

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hasil perekaman interaksi antara dua biota berbeda yaitu antara ikan lepu batu dengan lobster bambu (Crustacea)(*Panulirus versicolor*) di akuarium air laut.



Gambar 1. Ikan Lepu Batu (*Synanceia verrucosa*) tampak samping

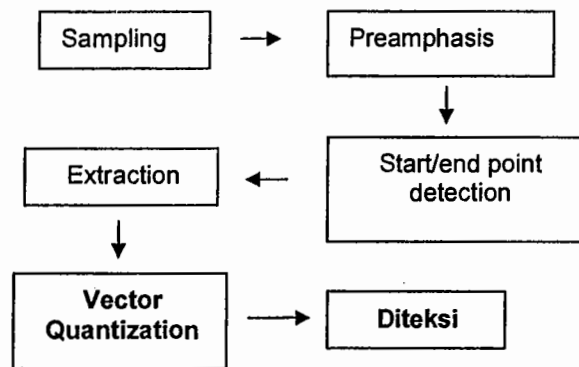
BAHAN DAN METODA

Penelitian difokuskan di laboratorium Lovina Bali, dan waktu penelitian dilaksanakan selama 3 bulan dari Januari sampai bulan Maret tahun 2008. Satu bulan pengamatan melalui teknik habituasi dan 2 bulan pengolahan data spektrum akustik.

Sampling biota yang dijadikan objek penelitian yaitu 2 ikan Lepu Batu (*Synanceia verrucosa*) dan 1 Lobster Bambu (*Panulirus versicolor*). Pengambilan data suara dilakukan melalui proses perekaman di akuarium dengan menggunakan hidrophon *omnidirectional* dengan sensitivitas 1 μPa dB pada rentang frekuensi antara 0 Hz – 120 KHz untuk ketiga biota. Perekaman data akustik difokuskan pada interaksi ketiga biota sesuai dengan tujuan penelitian di atas.

Hidrophone ini dihubungkan dengan DBCS (*Digital Bioacoustic Camcoder System*), hasil modifikasi instrumen yang dikembangkan oleh penulis untuk memperoleh akuisisi data di dalam air. Proses *upload* data perekaman diintegrasikan dengan PC (*personal komputer*) yang analisis oleh software *bioacoustic* software produksi Cornell Bioacoustic Ltd.

Pembagian metoda penelitian dilakukan dua tahap, yaitu (1) Habituasi adalah teknik visualisasi untuk melihat objek yang diamati dan mengkategorikannya ke dalam input data dari suatu perlakuan. Perlakuanannya adalah mengamati fisiologis masing-masing biota dari sistem auditori di dalam akuarium air laut dengan menempatkannya instrumen di dekat biota selama proses perekaman berlangsung. Waktu habituasi selama 1 jam, dimulai dari awal sampai akhir perekaman instrumen dalam format digital; (2) Pengenalan suara ikan adalah teknik untuk mengakuisisi akustik dari sistem organ ikan ke dalam sistem komputerisasi dengan tahapan sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram metode proses pengenalan akustik ikan

- (a) *Sampling* bertujuan untuk mendapatkan sampel digital dari sinyal analog yang disampling. Proses *sampling* berbeda-beda untuk setiap suara. Bila *sampling* terhadap suatu sinyal akustik/suara tidak akurat maka dapat terjadi *misleading* atau hasil yang tidak sesuai dengan aslinya.
- (b) *Preemphasis* bertujuan untuk menghilangkan background noise yang menyertai input dari sinyal suara. Pada program ini digunakan orde pertama dari *High Pass Butterworth Filter* dengan membagi frekuensi 100 Hz dan frekuensi sampling 8000 Hz. Dengan menggunakan membagi frekuensi 100 Hz, maka akan menghilangkan suara-suara yang terdapat pada frekuensi di bawah 100 Hz. Ini dengan asumsi bahwa frekuensi ikan memiliki frekuensi diatas 100 Hz. Persamaan *Butterworth Pass Filter* dinyatakan dengan persamaan :

$$H(z) = \frac{0.9807 - 0.9807z^{-1}}{1 - 0.9615z^{-1}} \quad \dots\dots(1)$$

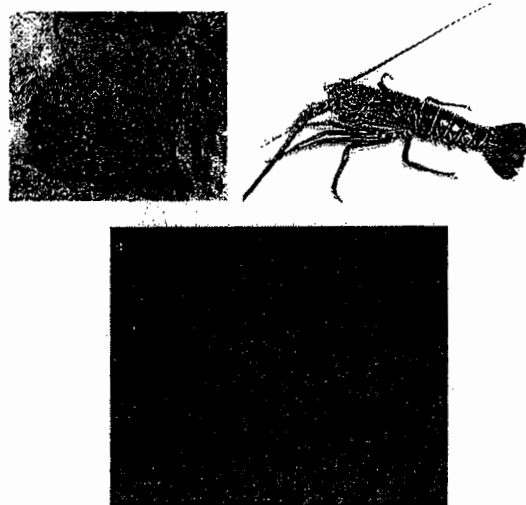
- (c) *Start/End point detection* bertujuan untuk memisahkan *noise* melalui pendeteksian akustik awal dan akhir dari sinyal akustik ikan. Teknik yang paling umum digunakan adalah proses pendeteksian *energy-based* algoritm. Teknik ini dilakukan dengan cara segmentasi terhadap sinyal suara, kemudian tiap-tiap segmen dihitung tingkat energinya. Jika energi dari tiap segmen melebihi ambang batas, maka dicatat sebagai titik awal suara. Proses ini kemudian diteruskan ke segmen berikut sampai dengan energi berada di bawah ambang batas.
- (d) *Extraction* bertujuan untuk mengubah bentuk gelombang akustik/suara menjadi tipe parameter yang merepresntasikan sinyal suara untuk dianalisis. Sinyal akustik tergolong sebagai *slowly time varying signal* yang disebut juga sebagai *quasi stationary*. Ketika dianalisa dengan *short periode of time* yang cukup (5 – 10 ms), karakteristik yang dimiliki tidak berubah atau tetap. Sedangkan bila diterapkan *long periode of time* (1/5 detik atau lebih), karakteristiknya berubah dan merepresntasikan akustik yang berbeda dengan aslinya. Oleh karena itu *short time spectral analysis* merupakan cara yang lebih baik untuk mengkarakteristikan sinyal akustik. Untuk memperoleh parameter yang dapat merepresntasikan sinyal akustik digunakan teknik *Linear Prediction Coding* (LPC).
- (e) *Vector Quantization* atau VQ adalah proses dari pemetaan vektor dari ruang vektor yang besar menjadi sebuah wilayah yang terbatas. Fungsi dari kuantisasi vektor adalah untuk mempercepat proses pengenalan. Masing-masing wilayah ini disebut *cluster* dan dapat direpresntasikan dengan *centroid* yang disebut *codeword*. Koleksi dari semua *codeword* disebut *codebook* yang berhubungan untuk akustik yang telah diketahui. VQ diinterpretasikan dengan skalar kuantisasi. Sinyal input akustik akan dikuantisasi menjadi *codebook* $C = \{y_k \mid k = 1, \dots, N\}$. Hampir keseluruhan sinyal input merupakan sebuah

vektor yang harus dikodekan kedalam ruang multidimensi. Gambar 4. merupakan contoh ruang dua dimensi dari *codebook*.

Pada Gambar 4. menunjukkan partisi dari ruang multidimensi sebuah input vektor yang dibagi menjadi L wilayah yang dapat dinotasikan sebagai $P = \{C_1, C_2, \dots, C_L\}$ dimana:

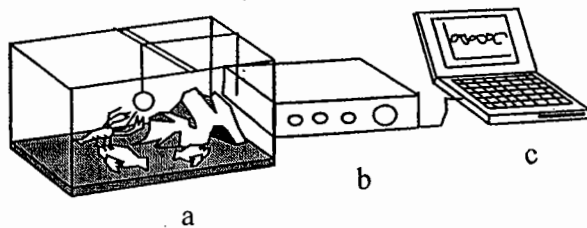
$$C_i = \{x \mid d(x, y_i) \leq d(x, y_j), j \neq i\} \dots\dots(2)$$

Semua vektor yang terletak di dalam C_i akan dikuantisasi manmade sebuah set vektor y_i . Bentuk daerah-daerah tersebut berbeda-beda tergantung *codebook* yang digunakan dalam *encoder*.



Gambar 3. a). Akuisisi perekaman data akustik ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*)
 b). Interaksi antara Ikan lepu batu dengan lobster bambu (*Panulirus versicolor*)

(3) Perancangan eksperimen di akuarium. Akuarium percobaan yang digunakan untuk mendeteksi sampling mempunyai dimensi panjang = 1.5 m, lebar = 0.7 m dan tinggi = 0.5 m. Terdapat tiga susunan material membentuk lapisan dasar akuarium. Lapisan paling bawah diisi pasir laut ukuran $\varnothing=0.1$ mm dengan ketebalan 5 cm. Di atas pasir laut diisi dengan lapisan pasir laut berukuran $\varnothing=1$ mm dengan ketebalan 10 cm. Lapisan berikutnya diisi material pecahan potongan karang mati dengan ukuran rata-rata 2 cm setebal 10 cm yang disebar merata di antara terumbu karang yang telah disusun sedemikian menyerupai kondisi sebenarnya di alam. Ada dua lubang di sekitar terumbu karang tersebut untuk tempat persembunyian yang disukai oleh ikan lepu bBatu maupun lobster. Lebih jelasnya rancangan akuarium percobaan diperlihatkan pada Gambar 4 berikut ini :



Gambar 4 : a. Akuarium percobaan; b. power amplifier ; c. Laptop (*data processing*)

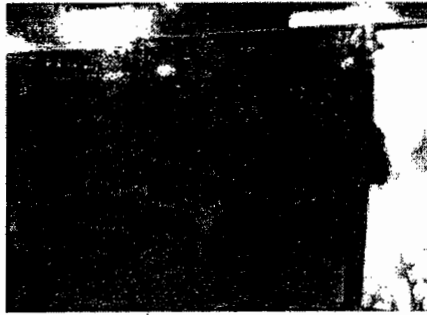
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) di perairan memperlihatkan fenomena yang menarik yaitu pada saat pasang, ikan ini akan naik ke atas permukaan air untuk mengambil udara dan menangkap makanan secara bebas. Pada saat surut, ikan ini akan turun ke dasar seiring dengan surutnya air laut. Kelimpahan ikan ini menjelang pasang sangat melimpah sehingga terlihat seperti sampah yang terapung di lautan.

(a) Analisis Habitulasi

Teknik habituasi untuk pengamatan sifat fisiologis dari ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) baik siang maupun malam pada skala laboratorium memperlihatkan sifat yang sama di perairan bebas, yaitu malas bergerak. Terdapat 2 ekor ikan lepu batu (*stonefish*) berjenis kelamin jantan dengan ukuran badan yang satu lebih besar dibandingkan dengan ikan lepu Batu yang lain. Kedua ikan ini yang satu sama lainnya tidak pernah berdekatan selama pengamatan berlangsung.

Tingkah laku ikan ini di akuarium air laut memiliki tingkah laku seperti ikan karang lainnya, yaitu dalam sesekali mengambil udara ke permukaan air. Mulut disembulkan ke permukaan air dan ekor belakang mengibaskan dengan kuat, ikan ini mampu bertahan beberapa detik mengambil udara ke luar dengan posisi tubuh membentuk sudut terhadap bidang permukaan air.



Gambar 5. Ikan lepu batu bergerak ke permukaan air untuk mengambil udara

Selama pengamatan berlangsung, ikan ini lebih banyak diam dan sesekali bergerak ke arah lubang atau tempat persembunyian. Berbeda dengan lobster banyak melakukan pergerakan mengitari tumpukan karang. Pengamatan dua biota ini sangatlah menarik dari aspek fisiologis, karena keduanya memanfaatkan dasar akuarium sebagai tempat untuk melakukan aktivitas, seperti mencari makan, berkomunikasi dan penyesuaian habitat.

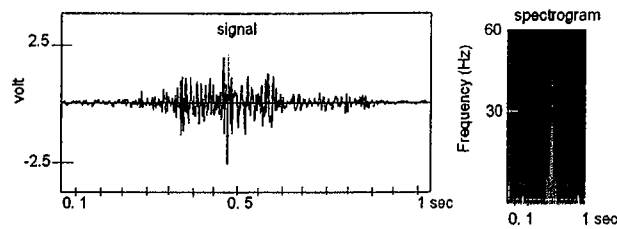
(b) Analisis Spektrum Akustik

Analisis akustik ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) dilakukan dua tahap, yaitu analisis spektrum akustik ikan tunggal dan analisis interaksi antara ikan lepu batu dan lobster.

Spektrum Akustik Tunggal

Analisis spektrum akustik ikan lepu batu tunggal

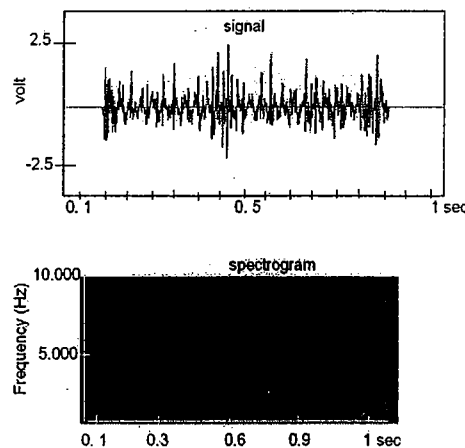
Analisis spektrum akustik tunggal adalah analisis pengukuran spektrum akustik yang dikeluarkan oleh sistem auditori ikan lepu batu berjumlah satu biota (tunggal). Posisi ikan ini dengan lobster berjarak 80 cm jauhnya, sehingga hasil perekaman tidak menghasilkan *noise* yang terlalu besar. Pada saat perekaman dilakukan, ikan dalam kondisi tidak bergerak tetapi ada beberapa jenis spektrum akustik yang dikeluarkannya. Rentang spektrum akustik yang teridentifikasi yaitu, 12 Hz – 60 Hz. Rentang ini sangat lebar untuk kisaran frekuensi rendah. Di atas frekuensi 16 Hz, dikategorikan sebagai batas minimum frekuensi rendah. Jadi ikan ini mampu mengeluarkan frekuensi rendah yang dapat mengindera sumber suara di sekitarnya. Lebih jelasnya spektrum akustik tunggal diperlihatkan di bawah ini :



Gambar 7. Spektrum akustik ikan lepu batu tunggal

Analisis spektrum akustik lobster bambu tunggal (*Panulirus versicolor*)

Analisis spektrum akustik tunggal adalah analisis pengukuran spektrum akustik yang dikeluarkan oleh sistem auditori lobster berjumlah satu biota (tunggal). Posisi lobster dengan ikan berada di tempat persembunyian, yang memungkinkan perekaman dapat dilakukan dengan baik. Kendala yang dihadapi untuk perekaman spektrum akustik pada lobster ini adalah penyesuaian waktu perekaman tidak genap. Hal ini dikarenakan lobster merupakan biota yang banyak bergerak, sehingga *noise* yang ditimbulkannya akan mempengaruhi analisis. Pada kondisi lobster berada di tempat persembunyianlah yang menjadi kondisi ideal untuk memperoleh hasil yang maksimal. Rentang frekuensi yang dapat teridentifikasi adalah 2 Khz-10 Khz. Rentang frekuensi ini menunjukkan bahwa lobster menghasilkan frekuensi yang bersifat *audible* (terdengar). Frekuensi ini dikeluarkan oleh mekanisme sepasang capit yang berada di depan pada saat melakukan gerakan tertentu. Sinkronisasi capit ini menimbulkan suara yang bergema pada dinding akuarium. Lebih jelasnya spektrum akustik tunggal diperlihatkan di bawah ini :



Gambar 8. Spektrum akustik lobster bambu tunggal

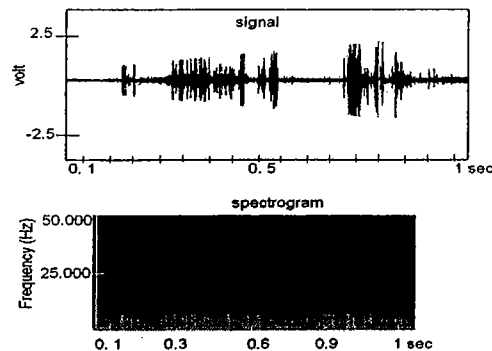
Spektrum Akustik Interaksi

Analisis spektrum akustik interaksi dilaksanakan dalam dua pengelompokan, yaitu spektrum akustik penyesuaian habitat dan penyesuaian biota.

Spektrum akustik penyesuaian habitat

Spektrum akustik penyesuaian habitat adalah analisis pengukuran spektrum akustik yang dikeluarkan oleh sistem auditori dari dua biota di tempat tertentu. Tempat menjadi indikator untuk menentukan skala penyesuaian di antara dua biota. Walaupun ikan lepu batu jarang melakukan pergerakan terlalu banyak, tetapi terjadi interaksi penyesuaian habitat di antara keduanya. Hal ini terlihat memasuki minggu ke-3, pengamatan habituasi interaksi keduanya saling memperebutkan penyesuaian habitat (tempat) sehingga keduanya saling menjauhi. Tidak

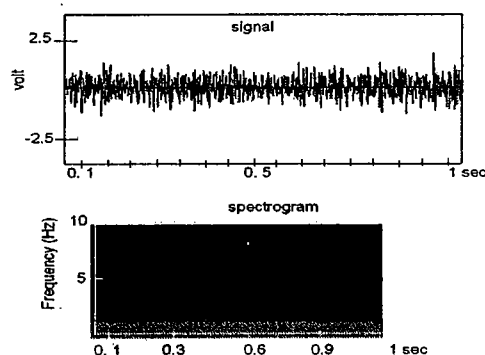
adanya data frekuensi yang terekam pada tingkah laku kedua biota ini. Namun demikian perekaman datanya berupa *noise*/gangguan dari spektrum akustik air. Pola spektrumnya flat dan tidak memperlihatkan reaksi dari tingkah lakuk kedua biota ini. Hasil perekaman spektrum akustik yang dapat teridentifikasi adalah sebagai berikut :



Gambar 9. Spektrum akustik interaksi penyesuaian habitat

Spektrum akustik penyesuaian biota

Spektrum akustik penyesuaian biota adalah analisis pengukuran spektrum akustik yang dikeluarkan oleh sistem auditori dari dua biota yang tidak dipengaruhi oleh tempat. Pada pengamatan minggu ke-4, dua biota saling bertemu di tempat persembunyian yang sama dan tidak saling melakukan pertengkaran atau penyesuaian habitat. Pengamatan secara visual memperlihatkan dua biota ini tidak saling bergerak dan memudahkan proses pengambilan data dari interaksi dua biota yang berbeda. Rentang frekuensi yang dapat teridentifikasi adalah 12 Hz - 44 KHz. Rentang frekuensi ini sangatlah lebar. Hal ini dikarenakan spektrum akustik yang terekam mempunyai spektrum yang sangat bervariasi, sehingga memunculkan frekuensi lain yang mengalami *interferensi*. Oleh karena itu rentang frekuensinya memiliki sebaran frekuensi rendah sampai frekuensi tinggi. Lebih jelasnya spektrum akustik penyesuaian biota diperlihatkan di bawah ini :



Gambar 10. Spektrum akustik interaksi penyesuaian biota

KESIMPULAN

Interaksi ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) dengan lobster bambu (*Panulirus versicolor*) merupakan objek fisiologis dua biota yang menarik untuk diteliti, dikarenakan dua biota ini lebih banyak menghabiskan waktunya di karang atau di pasir.

Teknik habituasi yang diamati kedua biota yang berbeda dihasilkan dua kategori, yaitu habituasi pada biota tunggal dan habituasi pada interaksi dua biota yang berbeda. Untuk habituasi interaksi dua biota terbagi atas penyesuaian habitat dan penyesuaian biota. Kedua

penyesuaian ini tidak memperlihatkan perbedaan yang signifikan terhadap interaksi kedua biota yang berbeda.

Kedua biota mempunyai karakteristik spektrum akustik berbeda yang dihasilkan oleh sistem auditorinya. Kisaran spektrum akustik Ikan Lepu Batu tunggal (*Synanceia verrucosa*) adalah 12 Hz – 60 Hz. Untuk spektrum akustik lobster tunggal mempunyai kisaran frekuensi 2 Khz-10 Khz dan spektrum akustik interaksi antara ikan lepu tunggal dengan lobster bambu adalah 12 Hz - 44 Khz.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Air Laut Lovina Bali milik CV. Marine Tunggal Perkasa yang telah menyediakan pembesaran ikan lepu batu (*Synanceia verrucosa*) dan lobster bambu (*Panulirus versicolor*) untuk penelitian bioakustik ikan laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Fay, R. R. 1988. *Hearing in Vertebrates, A Psychophysics Databook*. Hill-Fay Assoc., Winnetka, II.
- Fay, R. R. and Popper, A. N. 2000. *Evolution of hearing in vertebrates: the inner ears and processing*. *Hear. Res.* 149, 1-10.
- Ladich, F., and Popper, A. N. 2004. Parallel evolution in fish hearing organs. In *Evolution of the Vertebrate Auditory System*, G. A. Manley, A. N. Popper, and R. R. Fay (eds). Springer-Verlag, New York, pp. 98-127.
- Popper, A. N., Fay, R. R., Platt, C., and Sand, O. 2003. Sound detection mechanisms and capabilities of teleost fishes. In *Sensory Processing in Aquatic Environments*. S. P. Collin and N. J. Marshall (eds). Springer-Verlag, New York, pp. 3-38.
- Popper, A. N., and Fay, R. R. 1999. The auditory periphery in fishes. In *Comparative Hearing: Fish and Amphibians*, R. R. Fay and A. N. Popper (eds). Springer-Verlag, New York, pp. 43-100.
- Sabani W.. 1986. Telaah Penggunaan Rumpon dan Payaos Dalam Perikanan Indonesia; *Jurnal Penelitian Perikanan Laut* No. 35.
- Zelick, R., Mann, D., and Popper, A. N. 1999. Acoustic communication in fishes and frogs. In *Comparative Hearing: Fish and Amphibians*, R. R. Fay and A. N. Popper (eds). Springer-Verlag, New York, pp. 363-411.