

**PENGARUH ARUS LISTRIK BOLAK BALIK (ALTERNATING CURRENT)
DENGAN BEDA TEGANGAN TERHADAP TINGKAH LAKU IKAN KERAPU
MACAN (*Epinephelus fuscoguttatus*)**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Oleh :

AHMAD BAKHTIYAR JAMILY

NIM. 0310820006 - 82



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**

**PENGARUH ARUS LISTRIK BOLAK BALIK (ALTERNATING CURRENT)
DENGAN BEDA TEGANGAN TERHADAP TINGKAH LAKU IKAN KERAPU
MACAN (*Epinephelus fuscoguttatus*)**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
JURUSAN PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN DAN KELAUTAN**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana

Oleh :

AHMAD BAKHTIYAR JAMILY

NIM. 0310820006 - 82



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2008**

SKRIPSI

PENGARUH ARUS LISTRIK BOLAK BALIK (*ALTERNATING CURRENT*)
DENGAN BEDA TEGANGAN TERHADAP TINGKAH LAKU IKAN KERAPU
MACAN (*Epinephelus fuscoguttatus*)

Oleh :
Ahmad Bakhtiyar Jamily
0310820006 – 82

Telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 1 Juli 2008
Dinyatakan telah memenuhi syarat
Menyetujui,

Dosen Penguji I,

(Ir. Sukandar, MS)

TANGGAL :

Dosen Penguji II,

(Ir. Iman Prajogo, R, MS)

TANGGAL :

Dosen Pembimbing I,

(Ir. Tri Djoko Lelono, MSi)

TANGGAL :

Dosen Pembimbing II,

(Ir. Alfian Jauhari, MS)

TANGGAL :

Mengetahui,

Ketua Jurusan PSPK,

(Ir. Tri Djoko Lelono, MSi)

TANGGAL :

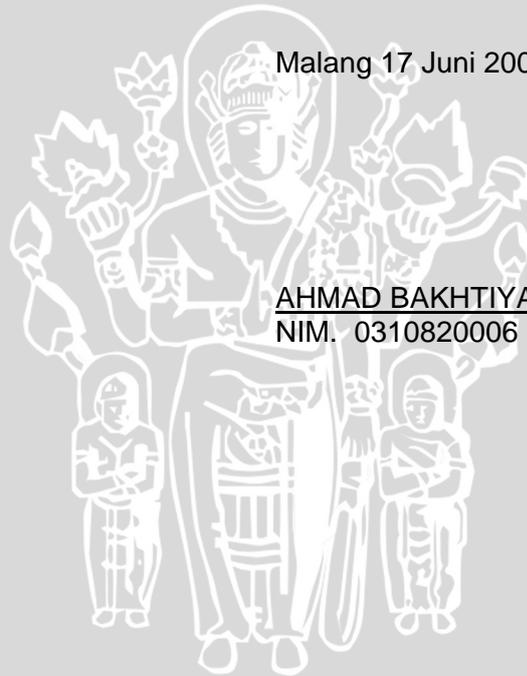
PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dalam kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang 17 Juni 2008

AHMAD BAKHTIYAR JAMILY
NIM. 0310820006



KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang dengan rahmat dan hidayah-Nya penulisan laporan skripsi ini yang berjudul: PENGARUH ARUS LISTRIK BOLAK BALIK (*ALTERNATING CURRENT*) DENGAN BEDA TEGANGAN TERHADAP TINGKAH LAKU IKAN KERAPU MACAN (*Epinephelus fuscoguttatus*), di dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi tentang berbagai macam reaksi yang ditunjukkan oleh ikan Kerapu Macan yang terpengaruh akibat pemberian arus listrik. Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurang tepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 21 Juni 2008

Penulis

RINGKASAN

AHMAD BAKHTIYAR JAMILY Skripsi tentang Pengaruh Pemberian Arus Listrik Bolak Balik (*alternating current/AC*) dengan Beda Tegangan Terhadap Tingkah Laku Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) di bawah bimbingan **Ir. TRI DJOKO LELONO, MSi dan Ir. ALFAN JAUHARI, MS.**

Penggunaan *electric fishing* untuk alat bantu penangkapan ikan terutama jenis Ikan Kerapu merupakan salah satu cara alternatif yang baik untuk dilakukan dalam penangkapan ikan, akan tetapi belum banyak digunakan oleh orang-orang di Indonesia yang bergerak dibidang perikanan. Hal ini dikarenakan kurangnya informasi mengenai berapa sebenarnya tegangan atau arus listrik yang optimal untuk dijadikan sebagai alat bantu penangkapan. Salah satu arus yang bisa digunakan adalah arus listrik Bolak Balik (*Alternating Current/AC*). Sehingga untuk dapat mengetahui arus listrik bolak balik yang dihasilkan dapat mempengaruhi ikan supaya mendekat dan berkumpul diarea tersebut, maka perlu dilakukan penelitian atau eksperimen.

Banyak faktor yang mempengaruhi hasil penelitian tentang pengaruh arus AC ini terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan. Diantaranya adalah keadaan suhu, keadaan lingkungan dan keadaan cuaca. Adapun dalam penelitian ini hanya meneliti tentang seberapa besar arus listrik AC secara langsung tanpa meneliti faktor lain yang sangat mempengaruhi secara lebih dalam, dapat mempengaruhi ikan supaya mendekat dan berkumpul diarea gelombang arus listrik, berapa jumlah ikan yang mendekat arus listrik dan juga berapa tegangan yang optimal untuk menarik perhatian ikan tersebut agar mendekat dan berkumpul.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April 2008, bertempat di Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 macam perlakuan pemberian arus listrik Bolak Balik (AC) yaitu: (1,5 Volt), (3Volt), (4,5 Volt) dan (6 Volt) dengan dilakukan selama 20 menit untuk tiap-tiap perlakuan dan rehat selama 1 jam untuk setiap perlakuan yang bertujuan untuk menstabilkan kondisi ikan agar perlakuan yang pertama tidak mempengaruhi hasil perlakuan yang kedua begitu seterusnya sampai perlakuan yang terakhir. Pengacakan dilakukan 4 kali dalam setiap perlakuan sehingga di dapat 4 kali ulangan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian arus listrik Bolak Balik (*Alternating Current*) dengan besaran tegangan yang berbeda

terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), mengetahui jumlah ikan yang mendekati arus listrik bolak balik dan mengetahui besaran arus listrik yang optimal untuk menarik perhatian ikan tersebut agar mendekat dan berkumpul.

Penelitian ini menunjukkan hasil bahwa perlakuan pemberian arus listrik Bolak Balik (AC) dengan tegangan yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan (berbeda nyata) terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan berespon terhadap arus listrik AC. Hal ini dibuktikan dengan nilai f hitung (187.0267) lebih besar dibandingkan dengan nilai f tabel 5% (3,49) ($F_{hit} > F_{tab}$). Dimana berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa perlakuan A dan B adalah mempunyai hasil yang hampir sama (tidak berbeda nyata), dimana untuk perlakuan A hasil rata-rata ikan yang berespon mendekat adalah 17 ekor dan untuk perlakuan B hasil rata-rata ikan yang berespon mendekat 16,75 ekor, ini adalah merupakan hasil yang optimal bila dibandingkan dengan perlakuan C dan D yang berbeda nyata, dimana untuk perlakuan C hasil rata-rata ikan yang berespon mendekat adalah 5 ekor dan untuk perlakuan D hasil rata-rata ikan yang berespon mendekat adalah 0 ekor. Parameter pembanding yang digunakan adalah kontrol (rehat), yaitu perlakuan dimana alat dicelupkan tanpa dialiri arus listrik.

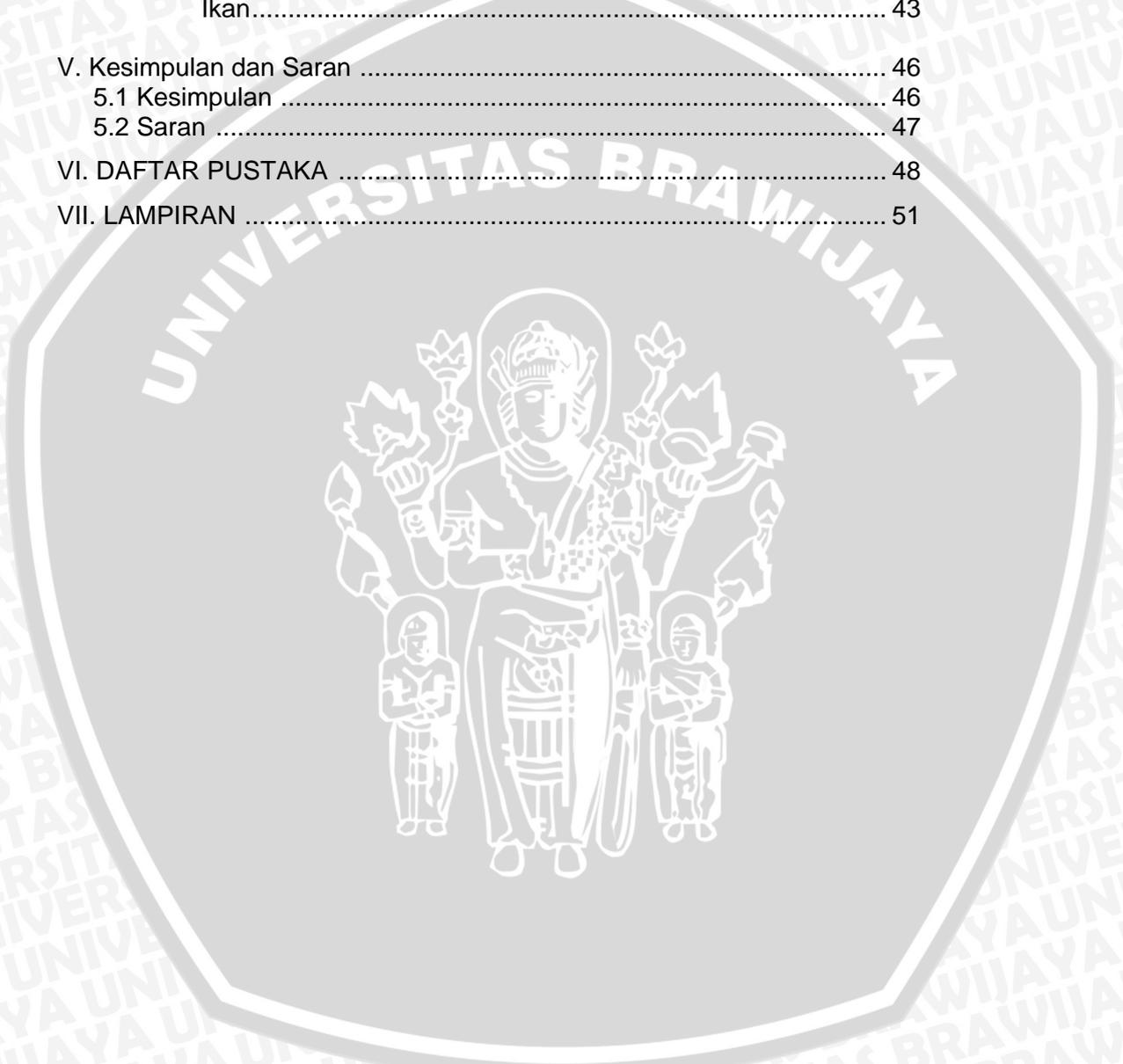
Kualitas air sangat berpengaruh terhadap konduktifitas air dan konduktivitas air media percobaan dikolam percobaan sangat mempengaruhi penerimaan rangsangan arus listrik berupa gelombang terhadap ikan. Adapun kondisi air laut di kolam percobaan adalah bisa dikatakan baik, karena dari aspek biologi kondisi airnya tergolong masih bersih dan temperatur suhunya optimum. Dimana suhunya adalah 29°C sampai dengan 32°C. DO nya adalah 7,38 sampai dengan 9,84. Rata-rata pHnya 8,218 dengan salinitasnya adalah 31 – 34 ppt. Dan semuanya sesuai dengan standar optimum dalam literatur.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERSETUJUAN.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
RINGKASAN	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	7
1.4 Kegunaan Penelitian	7
1.5 Hipotesis.....	8
1.6 Tempat dan Waktu Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Biologi Ikan Kerapu Macan.....	9
2.1.1 Klasifikasi	9
2.1.2 Morfologi.....	9
2.1.3 Penyebaran dan Habitat.....	10
2.1.4 Siklus Hidup	11
2.1.5 Kebiasaan Makan.....	12
2.1.6 Kualitas Air	12
2.1.6.1 Suhu	13
2.1.6.2 Salinitas	13
2.1.6.3 Oksigen Terlarut.....	14
2.2 Hubungan Alat Tangkap Ikan Dengan Tingkah Laku Ikan.....	14
2.3 Tingkah Laku Ikan Terhadap Medan Listrik	15
2.4 Indra Penerima Rangsang Arus Listrik.....	19
2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Electric Fishing.....	24
2.6 Komponen dari Sistem Elektrik Fishing.....	25
III. MATERI DAN METODE PENELITIAN	27
3.1 Materi Penelitian.....	27
3.1.1 Ikan uji	27
3.1.2 Media Penelitian	27
3.1.3 Alat-alat penelitian	27
3.2 Metode dan Rancangan Penelitian	28
3.2.1 Metode Penelitian.....	28
3.2.2 Rancangan Penelitian	29
3.3 Prosedur Penelitian	30
3.3.1 Persiapan Penelitian	30
3.3.2 Pelaksanaan Penelitian	31
3.4 Analisa Data	33



IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Tingkat Ketertarikan Ikan Kerapu Macan Terhadap Arus listrik AC	34
4.1.1 Uji Tingkah Laku Ikan Kerapu Macan Terhadap Arus Bolak Balik.....	35
4.1.2 Tingkah Laku Ikan Terhadap Perlakuan.....	37
4.1.3 Perbedaan Jumlah Ikan Yang Tertarik Arus listrik AC	39
4.2 Kualitas Air	42
4.2.1 Kualitas Air Sebagai Konduktor Listrik Arus AC dan Media Ikan.....	43
V. Kesimpulan dan Saran	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
VI. DAFTAR PUSTAKA	48
VII. LAMPIRAN	51



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, yang memiliki 13.667 pulau terbentang membentuk kepulauan yang sangat luas, dengan total panjang garis pantai lebih dari 81.000 km. Gambaran geografis ini menunjukkan suatu potensi yang sangat besar bagi sumberdaya laut dan pantainya. Namun, juga memiliki tantangan yang sangat besar dalam pengelolaannya untuk dapat memperoleh manfaat ekonomi yang optimal. Pada tahun 1981 lebih dari 2,7 juta penduduk bekerja dalam bidang perikanan, baik dilaut maupun di darat, jumlah ini merupakan 4% dari jumlah angkatan kerja (Murtidjo, 2002).

Salah satu jenis komoditas yang mempunyai nilai ekonomi tinggi dan mudah dibudidayakan adalah jenis ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*), ikan ini mempunyai pangsa pasar yang menjanjikan baik untuk pemasaran dalam negeri maupun luar negeri, yang dalam perdagangan internasional di kenal dengan nama *Grouper*. Di lain pihak, sebagian besar produksi masih diperoleh dari penangkapan di alam (Sudjiharno, 2001). Dalam bahasa Inggris kerapu macan juga di sebut *Brown Marbled Grouper*, *Carpod Cod* dan *Blotchy Rock Cod*. Budidaya ini sangat potensial dan telah dibudidayakan secara luas di Asia Tenggara (Sutarmat et al, 2003).

Ikan Kerapu merupakan komoditas ekspor unggulan di Indonesia setelah udang. Produksi Ikan Kerapu selama ini didominasi dari hasil penangkapan di alam dan budidaya karamba di laut. Dari penangkapan di alam, ikan ini tertangkap dengan alat tangkap bubu dan pancing. Selain itu ikan ini juga tertangkap dengan cara dibius (racun) atau bahkan dengan melakukan pengeboman yang dapat menurunkan kualitas Ikan Kerapu itu sendiri serta

terjadinya kerusakan ekosistem perairan. Ini adalah salah satu permasalahan yang harus dipecahkan, selain alat tangkap yang ada harus ditingkatkan efisiensi serta efektifitasnya, juga untuk menekan penggunaan bahan-bahan berbahaya yang dapat merusak lingkungan.

Penggunaan alat-alat bantu penangkapan juga memegang peranan yang penting dalam memanfaatkan sumberdaya perairan, terutama perairan laut yang meliputi perikanan *Pelagis*, *Demersal* maupun *Oceanis* selain alat tangkap itu sendiri terhadap jumlah hasil tangkap yang diperoleh, dan juga faktor jenis ikan yang menjadi tujuan penangkapan dan daerah penangkapan ikan itu sendiri. Dalam usaha penangkapan, baik yang menggunakan alat tangkap yang bersifat pasif dan aktif, dapat memanfaatkan tingkah laku ikan baik mengenai pola migrasinya, habitat dan sifat-sifat responsif terhadap benda asing. Selain itu, dalam penggunaan alat tangkap ini haruslah tetap memperhatikan prinsip *Sustainable*, sehingga pemanfaatan potensi sumberdaya ikan dapat berlangsung secara optimal, berimbang dan lestari. (Anonymous, 1999), Ikan Kerapu Macan merupakan jenis ikan *Demersal* yang menyukai hidup di daerah perairan berkarang diantara celah-celah karang atau dalam gua di dasar perairan.

Menurut Gunarso (1985), beberapa jenis ikan ternyata masih sukar untuk ditangkap baik dengan alat tangkap yang konvensional maupun yang mutakhir sekalipun. Oleh sebab itu, bilamana tingkah laku ikan dalam daerah kemampuan suatu alat tangkap serta dalam hubungannya dengan berbagai faktor dapat diketahui, maka kita dapat mengetahui cara-cara yang akan dapat meningkatkan efisiensi serta kegunaan alat tangkap tersebut, bahkan mungkin sekali akan timbul beberapa buah pikiran untuk menciptakan alat penangkapan yang baru dan lebih sesuai. Selain itu dengan peningkatan efisiensi suatu alat tangkap akan berarti pula meningkatkan protein makanan serta menghasilkan efek ekonomi yang lebih tinggi pula. Jadi, berbagai penelitian secara terperinci sehubungan

dengan berbagai stimuli atau rangsangan terhadap ikan, kiranya akan sangat membantu perkembangan alat tangkap maupun metode penangkapan yang lebih efektif dan efisien.

Sudah tidak diragukan lagi bahwa pengetahuan akan tingkah laku dan kebiasaan ikan merupakan salah satu faktor penunjang keberhasilan dalam melakukan kegiatan penangkapan ikan. Salah satu alternatif yang dapat digunakan untuk meningkatkan tingkat keefektifan dan efisiensi alat tangkap dengan menggunakan alat bantu untuk menarik perhatian ikan dengan memanfaatkan sifat ikan yang tertarik dengan medan listrik (*elektrotaksis*) dan juga memanfaatkan sifat ikan yang predator.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi penerimaan rangsang berupa gelombang listrik adalah *konduktivitas* (daya hantar). *Konduktivitas* air laut lebih baik dari air tawar dan juga *konduktivitas* tubuh ikan (*body voltage*) yang menjadi tujuan penangkapan, jika daya hantar air lebih bagus dari tubuh ikan akan terjadi penarikan garis-garis gaya medan listrik dari ikan menuju lingkungan dan akan meningkatkan potensial listrik pada ikan sehingga ikan lebih mudah terpengaruh oleh medan listrik yang dipancarkan. Jika daya hantar air sama dengan daya hantar tubuh ikan tidak terjadi reaksi pada ikan, dan jika *konduktivitas* air lebih kecil dari ikan maka semua garis potensial listrik mengarah menuju tubuh yang memiliki *konduktifitas* yang lebih baik dan ikan akan terpengaruh oleh listrik (Waarden,1957).

Pada jenis arus bolak-balik, arus akan berbalik tiap setengah putaran dan tidak ada reaksi polar pada organisme. Pada medan dengan rapat arus kecil jika ikan menghadap salah satu elektroda ikan akan bergerak seirama dengan arus listrik, reaksi ini disebut *osillotaxis*, reaksi ini akan berkurang jika ikan menghadap kutub negatif tetapi reaksi ikan ini akan sama pada semua posisi ikan. Reaksi kedua adalah pergerakan ikan yang posisinya sejajar pada medan listrik disebut

transverse oscillotaxis. Jika ikan berusaha lari maka akan dipaksa kembali dan terjadi reaksi tetanus (Cowx dan Lamarque,1990).

Semua hewan laut dikelilingi oleh medan listrik berfrekwensi sangat lemah, sehingga banyak hewan laut memiliki indra yang dapat merasakan gelombang magnetik atau listrik dan mampu menciptakan tegangan listrik keluar dari tubuhnya untuk membunuh dan menangkap mangsanya. Gelombang listrik digunakan sebaga alat untuk mengenali keadaan lngkungannya, berkomunikasi, mengenali jenis kelamin dan untuk mengetahui lokasi (Aonymous,2003a).

Sinyal yang dikeluarkan ikan terbagi menjadi dua tipe yaitu primer dan sekunder. Sinyal primer adalah sinyal yang dikirim dengan tujuan agar diterima organ tertentu, dan sinyal yang dikirim secara spontan akibat ada reaksi dari lingkungan. Beberapa kegiatan ikan berkenaan dengan pengiriman sinyal adalah makan yang menggunakan sinyal sekunder, *spawning* mengeluarkan sinyal primer, pertahanan dengan sinyal sekunder, kegiatan berkelompok sinyal sekunder diikuti sinyal primer dan kegiatan menjaga anak menggunakan sinyal primer diikuti sinyal sekunder (Protasov, 1971).

Dasar dari penggunaan arus listrik sebagai alat pengumpul ikan adalah listrik lemah yang dipancarkan oleh ikan dalam keadaan sekarat pada umpan hidup (Raharjo, 2000). Dan gelombang listrik digunakan sebagai alat untuk mengenali jenis kelamin dan berkomunikasi (Anonymous,2003). Sedangkan dasar pemilihan ikan Kerapu Macan sebagai media uji adalah karena ikan Kerapu Macan tergolong ikan predator. Menurut penelitian, ikan laut predator seperti barakuda, pari, hiu, dan marlin mampu mendeteksi mangsa (ikan-ikan kecil) karena adanya sinyal listrik. Sinyal listrik yang khas itu timbul dari peregangan otot ikan-ikan kecil di kala berenang sehingga keberadaannya yang jauh bisa tercium oleh predator. Ikan predator memiliki gurat sisi yang fungsinya antara lain mendeteksi kecepatan arus, kedalaman laut dan mendeteksi sinyal

yang ditimbulkan mangsanya, semakin besar ikan predator maka semakin besar kemampuannya mendeteksi kehadirannya (Anonymous, 2003).

Ketepatan besaran tegangan yang digunakan untuk menarik perhatian ikan Kerapu Macan secara optimal merupakan kunci keberhasilan alat bantu penangkapan ikan tersebut. Dengan memanfaatkan sifat ikan Kerapu Macan yang predator dalam pola makannya maka di duga dapat lebih cepat untuk bereaksi terhadap sumber arus listrik Oleh sebab itu perlu adanya penelitian yang berkaitan dengan pengaruh pemberian arus listrik terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan. Dengan adanya hasil penelitian ini diharapkan nantinya dapat dimanfaatkan dalam usaha penangkapan ikan terutama ikan Kerapu Macan.

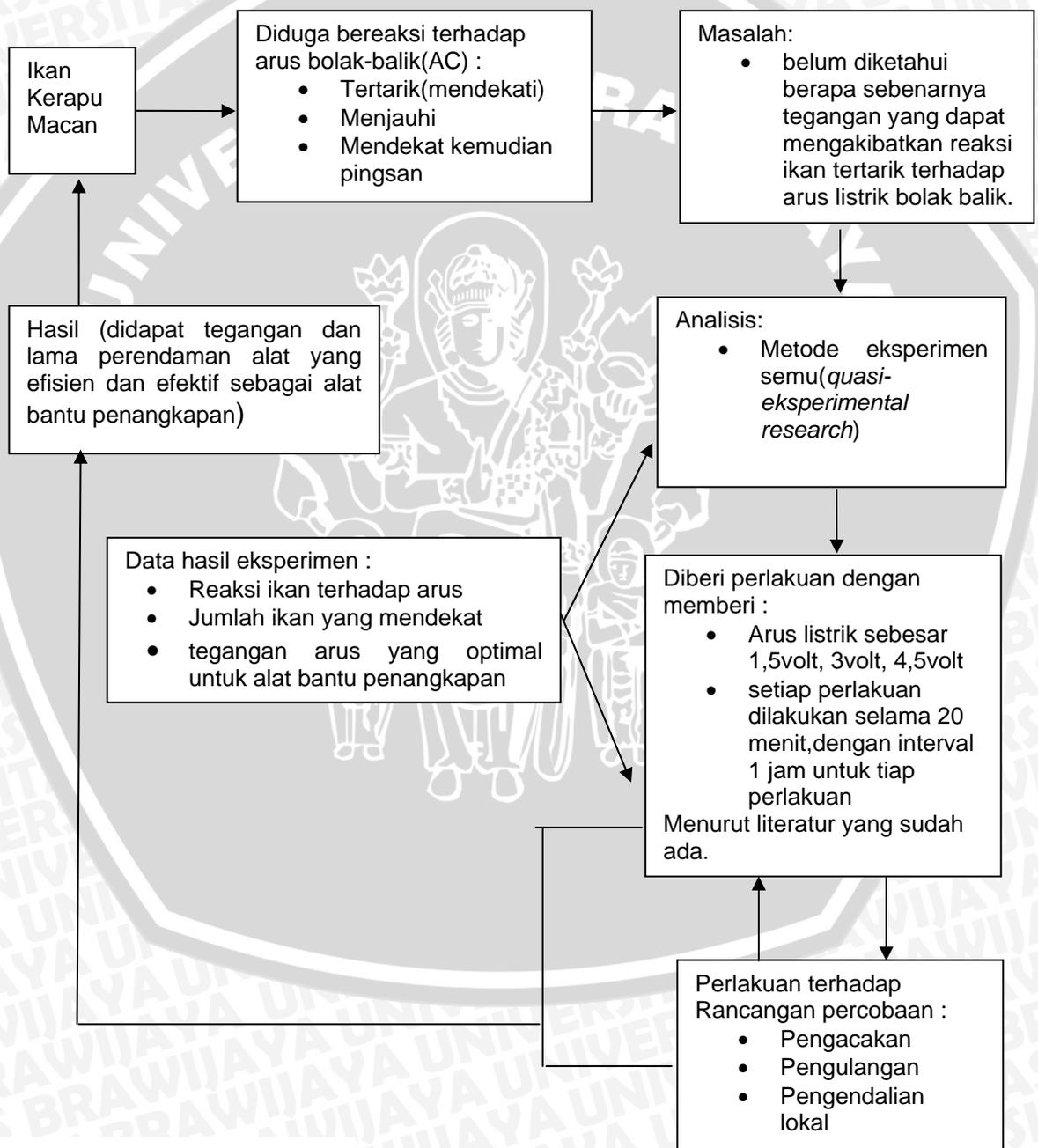
1. 2 Rumusan Masalah

Penggunaan *electric fishing* untuk alat bantu penangkapan ikan terutama jenis Ikan Kerapu merupakan salah satu cara alternatif yang baik untuk dilakukan dalam penangkapan ikan, akan tetapi belum banyak digunakan oleh orang-orang di Indonesia yang bergerak dibidang perikanan. Hal ini dikarenakan kurangnya informasi mengenai berapa sebenarnya tegangan atau arus listrik yang optimal untuk dijadikan sebagai alat bantu penangkapan dan kurangnya sosialisasi pada masyarakat perikanan. Salah satu arus yang bisa digunakan adalah arus listrik Bolak Balik (*Alternating Current/AC*). Sehingga untuk dapat mengetahui arus listrik Bolak Balik yang dihasilkan dapat mempengaruhi ikan supaya mendekat dan berkumpul diarea tersebut, maka perlu dilakukan penelitian atau eksperimen.

Banyak faktor yang mempengaruhi hasil penelitian tentang pengaruh arus AC ini terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan. Diantaranya adalah keadaan suhu, keadaan lingkungan dan keadaan cuaca. Adapun dalam penelitian ini hanya meneliti tentang seberapa besar arus listrik AC secara langsung (tanpa meneliti faktor lain yang sangat mempengaruhi secara lebih dalam karena

dianggap homogen), dapat mempengaruhi ikan supaya mendekat dan berkumpul diarea gelombang arus listrik, berapa jumlah ikan yang mendekat arus listrik dan juga berapa tegangan yang optimal untuk menarik perhatian ikan tersebut agar mendekat dan berkumpul.

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah seperti pada Gambar 1 dibawah ini:



Gambar 1. Kerangka pikir

1. Untuk mengetahui pengaruh pemberian arus listrik Bolak Balik (*Alternating Current*) dengan besaran tegangan yang berbeda terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*).
2. Untuk mengetahui jumlah ikan yang mendekati arus listrik bolak balik.
3. Untuk mengetahui besaran arus listrik yang optimal untuk menarik perhatian ikan tersebut agar mendekat dan berkumpul.

1.4 Kegunaan Penelitian

1. Bagi nelayan atau masyarakat perikanan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai penambah informasi dan bahan pertimbangan dalam penelitian selanjutnya dan juga menjadi kemajuan dalam usaha perikanan terutama dalam bidang perikanan tangkap ikan kerapu macan.

2. Bagi pemerintah atau instansi terkait

Sebagai tambahan informasi bila akan melakukan percobaan pengembangan teknologi penangkapan yang modern yang nantinya bila berhasil dapat dijadikan devisa negara.

3. Bagi mahasiswa

Dapat digunakan sebagai bahan acuan bagi kajian kegiatan dan pengembangan keilmuan yang bersifat akademis dan sekaligus dapat memicu timbulnya ide-ide kreatif lainnya dalam melakukan eksperimen yang bersifat masih baru dan perlu diteliti lebih lanjut.

1.5 Hipotesis

1. H1 : Diduga pemberian listrik arus bolak-balik dengan besar tegangan yang berbeda berpengaruh terhadap reaksi Ikan Kerapu Macan.
H0 : Diduga pemberian listrik arus bolak-balik dengan besar tegangan yang berbeda tidak berpengaruh terhadap reaksi Ikan Kerapu Macan.
2. H1 : Diduga pemberian listrik arus bolak-balik dengan besar tegangan yang berbeda berpengaruh terhadap jumlah ikan yang mendekati.
H0 : Diduga pemberian listrik arus bolak-balik dengan besar tegangan yang berbeda tidak berpengaruh terhadap jumlah ikan yang mendekati.
3. H1 : Diduga pemberian listrik arus bolak-balik dengan besar tegangan yang berbeda mempunyai besaran tegangan yang optimal untuk menarik perhatian ikan tersebut agar mendekati dan berkumpul.
H0 : Diduga pemberian listrik arus bolak-balik dengan besar tegangan yang berbeda tidak mempunyai besaran tegangan yang optimal untuk menarik perhatian ikan tersebut agar mendekati dan berkumpul.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Kerapu Macan

2.1.1 Klasifikasi

Sistematika Ikan Kerapu Macan menurut Randall (1987) dalam Anonymous (2004) adalah sebagai berikut:

Filum	: Chordata
Sub filum	: Vertebrata
Class	: Osteichthyes
Sub class	: Actinopterygii
Ordo	: Percomorphi
Sub ordo	: Percoidea
Famili	: Serranidae
Genus	: <i>Epinephelus</i>
Species	: <i>Epinephelus fuscoguttatus</i>

2.1.2 Morfologi

Menurut Weber dan Beaufort (1931), ikan Kerapu Macan mempunyai bentuk yang memanjang gepeng (*compressed*) atau agak membulat, mulut lebar serong ke atas dengan bibir bawah menonjol ke atas. Rahang bawah dan atas dilengkapi dengan gigi-gigi geraham berderet 2 baris, lancip dan kuat serta ujung luar bagian depan adalah gigi-gigi yang terbesar. Sirip ekor umumnya membulat (*rounded*), sirip punggung memanjang dimana bagian jari-jarinya yang keras berjumlah 6-8 buah, sedangkan sirip dubur jari-jari kerasnya berjumlah 3 buah, jari-jari sirip ekor berjumlah 15-117. Warna dasar sawo matang, perut bagian bawah agak keputihan dan pada badannya terdapat berwarna merah kecoklatan serta tampak pula 4-6 garis warna gelap yang melintang hingga keekornya.

Badan ditutupi oleh sisik kecil, mengkilat dan memiliki ciri loreng-loreng. Seperti yang tergambar pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Schogl, 2006).

Kordi (2001) menyatakan, bahwa ikan Kerapu Macan berbadan kekar, berkepala besar, dan bermulut besar. Seluruh tubuhnya ditutupi oleh sisik-sisik kecil. Pada pinggiran operkulum bergerigi dan terdapat duri pada operculum tersebut. Bentuk tubuhnya menyerupai kerapu lumpur (kerapu sunu), tetapi kerapu macan lebih tinggi. Kulit tubuhnya juga dipenuhi dengan bintik-bintik gelap dan rapat. Sirip dadanya berwarna kemerahan, sedangkan sirip-sirip yang lain mempunyai tepi coklat kemerahan. Pada garis rusuknya, terdapat 110-114 buah sisik.

Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) hidup di perairan berkarang sehingga populer juga dengan sebutan Kerapu Karang. Dalam perdagangan internasional, Ikan Kerapu Macan ini dikenal dengan nama *flower* atau *Carpet Cod*. Ikan ini dapat ditangkap dengan alat bantu bubu, pancing, insang, jaring dorong dan sero jaring (Ghufran, 2001).

2.1.3 Penyebaran dan Habitat

Daerah penyebaran ikan Kerapu Macan dimulai dari Afrika Timur, Kepulauan Ryukyu (Jepang Selatan), Australia, Taiwan dan Polinesia. Weber, I.F. dan Beafort (1931), di Indonesia ikan kerapu banyak ditemukan di perairan Pulau Sumatra, Jawa, Sulawesi, Pulau Buru dan Ambon. Salah satu indikator adanya Ikan Kerapu adalah perairan karang. Indonesia memiliki perairan karang

yang cukup luas sehingga potensi sumberdaya ikan kerapunya sangat besar (Tampubolon dan Mulyadi, 1989).

Habitat favorit larva dan kerapu macan muda adalah perairan dekat muara sungai dengan dasar berpasir berkarang yang banyak ditumbuhi padang lamun (Tampubolon dan Mulyadi, 1989). Selanjutnya menginjak masa dewasa beruaya keperairan yang lebih dalam antara 7-40 meter (Akbar dan Sudaryanto, 2001).

2.1.4 Siklus Hidup

Ikan Kerapu Macan dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi kualitas air yang optimal. Kelarutan oksigen (O_2) yang optimal untuk pertumbuhan tidak boleh kurang dari 4 ppm. Derajat keasaman (PH) yang optimal adalah 7,8 – 8,9 dengan salinitas 30 ppt – 35 ppt dan Suhu yang baik berkisar antara $27^{\circ}C$ – $32^{\circ}C$. Ikan ini juga hidup dengan baik di perairan yang bersih terbebas dari bahan pencemar (Ghufran, 2001).

Ikan kerapu Macan bersifat *hermaprodit protogoni*, yaitu pada perkembangan mencapai dewasa (matang gonad) berjenis kelamin betina dan akan berubah menjadi jantan apabila ikan tersebut tumbuh menjadi lebih besar atau bertambah tua umurnya. Fase reproduksi betina mencapai panjang tubuh minimum 450-500 mm (umur kurang lebih 5 tahun), dengan berat tubuh mencapai 3-10 kg. Selanjutnya menjadi jantan, matang kelamin pada ukuran panjang minimum 740 mm dengan berat tubuh 11 kg (Anonymous, 1999).

Cara berkembang biak ikan Kerapu Macan (di dalam tangki percobaan), ikan betina yang telah dewasa bila akan memijah mendekati jantan. Bila waktu memijah tiba, ikan jantan dan betina akan berenang bersama-sama dipermukaan air. Pemijahan terjadi pada malam hari, antara pukul 18.00 sampai pukul 22.00. jumlah telur yang dihasilkan tergantung dari berat tubuh betina, contoh betina

berat 8 kg dapat menghasilkan telur 1.500.000 butir. Telur yang telah dibuahi bersifat *non adhesive* yaitu telur yang satu tidak melekat pada telur yang lainnya.

Bentuk telur adalah bulat dan transparan dengan garis tengah sekitar 0,80 mm - 0,85 mm. Telur yang telah dibuahi akan menetas menjadi benih yang aktif berenang. Benih inilah yang umum tertangkap oleh nelayan. Kelimpahan benih ikan kerapu ini sepanjang tahun tidak sama. Kelimpahan yang paling tinggi disekitar Teluk Banten terjadi pada bulan Februari sampai April (Anonymous, 2007e).

2.1.5 Kebiasaan Makan

Sebagaimana jenis-jenis ikan kerapu lainnya ikan kerapu macan bersifat Karnivor atau pemakan daging. Pada fase larva, dibutuhkan larva *moluska*, *rotifera*, *mikrocrustacea*, *kopepoda* dan *zooplankton* seperti *branchionus sp.* Pada pemeliharaan larva juga diberikan makanan berupa fitoplankton yang umum digunakan adalah *Nanochlorosis (marine chlorella)*, sedangkan *Tetraselmis* atau *Dunaliella* dapat digunakan sebagai pengganti (Anonymous, 2004).

Untuk fase benih dibutuhkan *Artemia (Brine Shrimp)*, udang-udang kecil dan ikan-ikan kecil, *Crustacea* dan *Cephalopoda*. Menurut Nybakken (1988), sebagai ikan karnivora, ikan kerapu macan cenderung menangkap mangsa yang aktif bergerak di dalam air. Ikan Kerapu Macan mempunyai kebiasaan makan pada siang dan malam hari dan lebih aktif pada waktu fajar dan senja hari (Tampubolon dan Mulyadi, 1989). Ikan kerapu macan biasa mencari makan dengan menyergap mangsa dari persembunyiannya dan dengan mencaplok satu persatu makanan yang diberikan sebelum makanan sampai ke dasar. Pakan yang paling disukai kenik krustaceae (rebon, dogol dan krosok), selain itu jenis ikan-ikan (tembang, teri dan belanak) (Anonymous, 2003b).

2.1.6 Kualitas Air

Beberapa parameter yang perlu diperhatikan sebagai optimalisasi dan harmonisasi kualitas air untuk usaha budidaya laut diantaranya meliputi suhu, salinitas, pH, kecerahan, oksigen terlarut, ammonia nitrat dan sumber lautan lainnya. Ikan Kerapu Macan dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi kualitas air yang optimal.

2.1.6.1 Suhu

Suhu mempengaruhi aktifitas metabolisme organisme, karena itu penyebaran organisme baik di lautan maupun perairan tawar dibatasi oleh suhu perairan tersebut. Suhu sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan ikan. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu dan dapat menekan kehidupan ikan bahkan menyebabkan kematian bila peningkatan suhu sampai ekstrim (Kordi, 2004).

Metabolisme akan meningkat dan energi tidak digunakan untuk pertumbuhan sampai dengan pemeliharaan sebagai metabolisme tertinggi jika suhu diatas optimum. Apabila suhu mendekati titik thermal kematian, metabolisme akan berjalan lambat, aktifitas makan turun dan akhirnya mati (Stickney, 1979).

Selama ini pemeliharaan ikan Kerapu Macan yang dilakukan di karamba jaring apung menunjukkan perilaku makan dan pertumbuhan yang baik pada kisaran suhu 27°C – 32° C. Perubahan suhu yang cukup ekstrim akan berpengaruh terhadap proses metabolisme atau nafsu makan (Ghufran, 2001).

2.1.6.2 Salinitas

Salinitas adalah konsentrasi rata-rata seluruh larutan garam yang terdapat di dalam air (Kordi, 2004). Perbedaan salinitas air media dengan tubuh ikan akan menimbulkan gangguan keseimbangan. Kondisi ini mengakibatkan sebagian besar energi yang tersimpan dalam tubuh ikan digunakan untuk penyesuaian diri

terhadap kondisi yang kurang mendukung tersebut. Sehingga dapat merusak sistem pencernaan dan transportasi zat-zat makanan dalam darah.

Menurut Sudjiharno dan Winanto (1999), ikan Kerapu Macan hidup pada kisaran salinitas yang luas antara 15 - 45 ppt atau tahan di dalam air tawar lebih dari 15 menit. Namun untuk mengoptimalkan pertumbuhan ikan, maka salinitas air yang digunakan untuk kegiatan pembenihan berkisar 28-32 ppt. Menurut Nybakken (1998) bahwa salinitas pada kisaran seperti itu terdapat pada perairan berkarang sesuai dengan habitat asli ikan Kerapu Macan.

2.1.6.3 Oksigen Terlarut

Oksigen merupakan salah satu faktor pembatas, sehingga bila ketersediaannya di dalam air tidak mencukupi kebutuhan ikan budidaya, maka segala aktifitas ikan akan terhambat dan akan terjadi kegagalan dalam pembudidayaannya. Kelarutan oksigen (O_2) yang optimal untuk pertumbuhan ikan tidak boleh kurang dari 4 ppm (Ghufran, 2001).

2.2 Hubungan Alat Tangkap Ikan dengan Tingkah Laku Ikan

Ikan Kerapu Macan merupakan jenis ikan *Demersal* yang menyukai hidup di daerah perairan berkarang diantara celah-celah karang atau dalam gua di dasar perairan. Ikan karnivor yang tergolong kurang aktif ini relatif mudah dibudidayakan, karena mempunyai daya adaptasi cukup tinggi (Anonymous, 1999). Dalam usaha penangkapannya dengan melihat tingkah lakunya yang suka bersembunyi, memangsa dan mencaplok makanannya maka alat yang cocok dan tidak merusak dalam usaha penangkapannya adalah dengan menggunakan bubu, pancing, insang, jaring dorong dan sero jaring. Untuk suatu *fishing methods* haruslah dilandasi dengan suatu pengetahuan yang mendalam tentang *fish behaviour*, baik sebagai individu maupun sebagai suatu soal, dalam saat tertentu maupun dalam suatu periode musim, dalam suatu keadaan alamiah

ataupun dalam keadaan diberikan perlakuan-perlakuan penangkapan (Ayodya, 1981).

2.3 Tingkah Laku Ikan Terhadap Medan Listrik

Ikan seperti juga manusia dapat menerima rangsang berupa suara, cahaya, bau, perubahan lingkungan dan listrik. Rangsangan tersebut dapat diterima oleh organ penerima rangsang yang dimiliki ikan. Salah satu organ yang dimiliki ikan adalah *linea lateralis* yang berfungsi sebagai penerima rangsang getaran (gelombang) dan perubahan lingkungan baik berupa fisika, kimia dan tekanan. (Anonymous, 2003a).

Shemansky (1966) dalam Gunarso (1985) yang menulis tentang olahraga memancing, mengemukakan bahwa medan listrik yang lemah dapat menarik perhatian ikan, bahkan terkadang mampu menghasilkan *galvanonarkosis*. Untuk itu, sendok-sendok yang terbuat dari bahan sintetis, yang dikenal sebagai *electret* atau bimetal yang terdiri dari bahan seng dan tembaga (*electrin*) dipakai untuk menghasilkan medan listrik yang dimaksud.

Elektrotaksis adalah kondisi dimana ikan berenang mengikuti arus listrik akibat tereduksi oleh arus tersebut atau ikan bergerak menuju wilayah efektif dari elektroda. *Elektronarkosis* yaitu kondisi dimana ikan berenang mengikuti arah arus kemudian menjadi lemas dan pingsan. *Galvanonarkosis* yaitu kondisi dimana ikan tidak lagi bergerak akibat dari otot ikan terlalu tegang dibawah arus yang dipancarkan ber pulsa dan konstan. *Tetanus* merupakan kondisi dimana otot ikan menjadi kaku akibat rangsangan arus listrik. (Cowx dan Lamarque, 1990).

Penggunaan *electrical fishing* ditemukan terdapat pengaruh negatif terhadap ikan. Terhadap ikan dewasa, penggunaan *electric fishing* dapat mengakibatkan kelelahan yang amat tinggi atau bahkan kematian. Dalam beberapa kasus tingkat derajat kerusakan ditentukan oleh tingkat tegangan,

waktu pemakaian, jenis arus, spesies dan ukuran ikan. Kematian atau cacat bermula akibat *synoptic fotiqne* dari rusaknya tulang dan tulang belakang. Efek lain seperti rusaknya arteri dorsal dan filamen-filamen insang. Terhadap telur dan ikan muda juga dapat mengalami kematian dalam waktu tertentu. Pada fase juvenil, ikan-ikan sangat rentan dan dapat mengakibatkan kematian karena stres oleh arus listrik. Namun demikian, kematian bergantung pada spesies, keadaan fisiologi dan karakteristik arus. (Sudirman dan Mallawa, 2004).

Menurut Boddeke (2006) dalam majalah Matthijs Nieuwenhuis (2006), di ruang kerja perusahaan Verburg Holland terletak tongkat besi sepanjang 12 meter. Dari tongkat itu keluar kabel-kabel plastik panjang untuk menyalurkan listrik bertegangan delapan volt. Akibat getaran listrik itu, ikan bisa langsung melompat masuk ke dalam jala. Tapi apakah getaran listrik itu tidak membahayakan kesehatan ikan? Menurut pakar ikan yaitu Boddeke, yang terlibat dalam proyek ini, seekor ikan tidak akan merasakan gangguan. Menurut Boddeke dalam proyeknya ia memasukkan ikan ke dalam bak air. Dan ikan-ikan ini diberi getaran listrik. Setelah satu tahun ikan itu tumbuh pesat, kemudian ia pun kembali memasukkan ikan ke Selat Oosterschelde.

Sudirman dan Mallawa (2004), juga menyebutkan bahwa ada dua tipe arus yang digunakan dalam *electrical fishing*, yaitu:

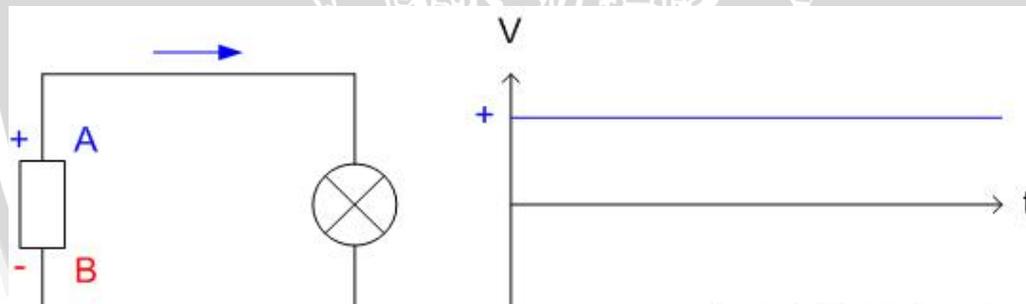
- a. *Alternating current* (AC) yaitu peristiwa *tetenizes* mematikan ikan dalam jumlah yang besar.
- b. *Direct current* (DC) yaitu menarik ikan ke arah anoda (*anodic galvanotaxis*). Pada tipe arus ini biasanya penangkapan lebih mudah dan mengurangi kerusakan ikan.

Listrik arus bolak-balik (listrik AC -- *alternating current*) adalah arus listrik dimana besarnya dan arahnya arus berubah-ubah secara Bolak-Balik. Berbeda dengan listrik arus searah dimana arah arus yang mengalir tidak berubah-ubah

dengan waktu. Bentuk gelombang dari listrik arus bolak-balik biasanya berbentuk gelombang sinusoida, karena ini yang memungkinkan pengaliran energi yang paling efisien. Namun dalam aplikasi-aplikasi spesifik yang lain, bentuk gelombang lain pun dapat digunakan, misalnya bentuk gelombang segitiga (*triangular wave*) atau bentuk gelombang segi empat (*square wave*).

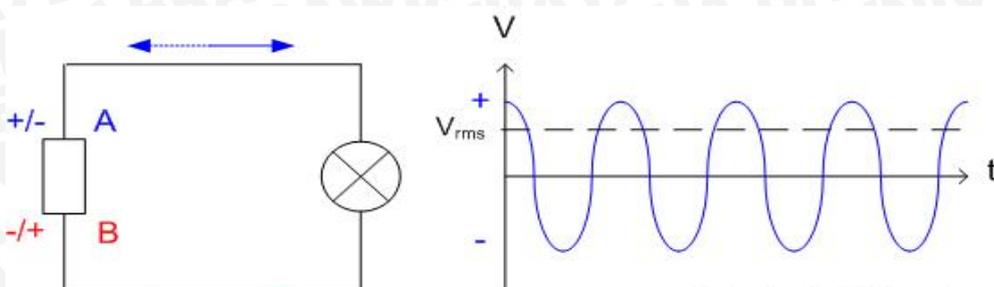
Arus searah dihasilkan oleh sumber listrik yang kutubnya tetap, misalnya batu baterai. Di dalam batu baterai terdapat reaksi kimia sehingga tercipta perbedaan potensial antara ujung A (kutub positif) dan ujung B (kutub negatif). Perbedaan potensial ini kalau dipakaikan ke dalam sebuah rangkaian tertutup akan membuat arus mengalir dari kutub positif ke kutub negatif.

Pengertian arus dalam listrik adalah muatan positif yang bergerak, disimbolkan dengan panah biru dalam Gambar 3. Walau sebenarnya yang bergerak adalah elektron (muatan negatif) yang digambarkan sebagai panah merah dalam Gambar 3.



Gambar 3. Ilustrasi arus listrik searah (Febdian. Net, 2007)

Bagaimana seandainya kutub positif dan kutub negatif dari baterai tersebut berganti-ganti terhadap waktu? Misalnya pada waktu t_1 ujung A adalah positif dan ujung B adalah negatif. Kemudian pada waktu t_2 ujung A adalah negatif dan B adalah positif. Dan siklus ini terus berlangsung sampai sumber listrik tersebut dimatikan. Inilah yang disebut arus bolak-balik: kutub sumber listrik berganti-ganti tiap waktu. Kondisi ini diilustrasikan oleh Gambar 4 dibawah ini.



Ilustrasi oleh febdian.net

Gambar 4. Ilustrasi arus listrik bolak balik (Febdian. Net, 2007)

Kalau pergantian kutub itu terjadi 60 kali dalam satu detik, maka dikatakan frekwensi sumber AC tersebut adalah 60 Hertz (seperti banyak dipakai di Amerika Serikat). Kalau pergantian kutub itu terjadi 50 kali dalam satu detik, maka frekwensi sumber AC tersebut adalah 50 Hertz. (seperti banyak dipakai di Eropa dan Asia termasuk di Indonesia). Kekuatan arus listrik diukur dalam ampere. 1 miliampere (*mA*) sama dengan 1/1,000 ampere. Perbedaan tegangan berubah-ubah setiap waktu, maka untuk praktis besarnya perbedaan tegangan arus bolak-balik dinyatakan dalam rms (*root mean square*, akar dari kuadrat rata-rata) perbedaan tegangan maksimum. Ini sebenarnya hanya permainan statistic, tidak mengandung fenomena fisis yang baru. Harga rms dari perbedaan tegangan bernilai perbedaan tegangan maksimum dibagi akar dua (garis putus-putus hitam pada Gambar 4). Arus searah lebih stabil, dan umumnya alat-alat elektronik beroperasi dengan arus searah (Febdian. R,2007).

Pada jenis arus bolak-balik perlu diingat bahwa arus akan berbalik tiap setengah putaran dan tidak ada reaksi polar pada organisme. Pada medan dengan rapat arus kecil jika ikan menghadap salah satu elektroda ikan akan bergerak seirama dengan arus listrik, reaksi ini di sebut *osillotaxis*, reaksi ini akan berkurang jika ikan menghadap kutub negative tetapi reaksi ikan ini akan sama pada semua posisi ikan. Reaksi kedua adalah pergerakan ikan yang posisinya sejajar pada medan listrik disebut *transverse osillotaxis*. Jika ikan berusaha lari maka ikan akan dipaksa kembali dan terjadi reaksi *tetanus* (Cowx dan Lamarque,1990).

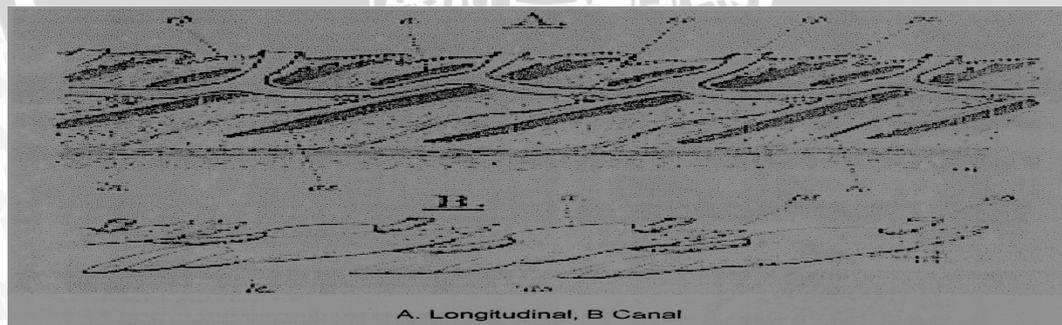
2.4 Indra Penerima Rangsang Arus Listrik

Kerja saraf selalu diawali oleh rangsang yang diterima oleh reseptor.

Berdasarkan tipe rangsangannya, reseptor dapat dikelompokkan:

- Kemoreseptor*, merupakan reseptor bagi rangsangan kimia,
- Mekanoreseptor*, merupakan reseptor untuk rangsangan mekanik,
- Termoreseptor*, untuk rangsangan berupa temperatur,
- Fotoreseptor*, untuk rangsangan sinar,
- Elektroreseptor*, untuk rangsangan elektrik,
- Magnetoreseptor*, untuk rangsangan magnetik.

Linea lateralis atau *linea lateral* merupakan organ yang terdiri dari kanal yang berisi sel-sel yang sangat peka dengan bagian-bagian yang terbuka. Organ ini langsung menghubungkan ikan dengan keadaan perairan yang ada disekitarnya. Dengan *linea lateral* ini ikan dapat merasakan tekanan, getaran atau arus (*hydrodynamic impulses*) yang ditimbulkan oleh benda-benda yang ada disekelilingnya (Gunarso, 1985). Di tunjukkan pada gambar 5 di bawah ini:



Gambar 5. Linea lateralis (Harder, 1975)

Anonymous (2003) dalam Sukandar (2006) mengatakan bahwa dari sistem *linea lateralis* merupakan kumpulan dari *mechanoreceptive* atau *neuromast* yang terletak pada kulit atau juga dibawah kulit pada peredaran cairan ikan sepanjang sisi tubuh ikan menuju kepala. Jaringan *linea lateralis* terbagi

menjadi tiga cabang, yaitu dua menuju atas kepala (*snout*) dan satu menuju bagian bawah dari kepala. Komponen dari *mechanoreceptive* atau *neuromast* merupakan sel-sel berbentuk rambut yang berfungsi mengubah energi mekanik menjadi energi listrik, saraf akan meneruskan sinyal dari penerima rangsang (reseptor) menuju otak ikan. Frekwensi sinyal dari jaringan saraf dapat meningkat atau menurun tergantung dari lingkungan, dan akan menimbulkan reaksi yang diperlukan, seperti pada gambar 6 berikut ini:

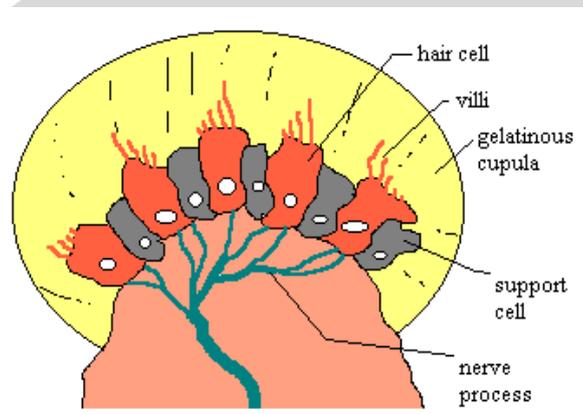
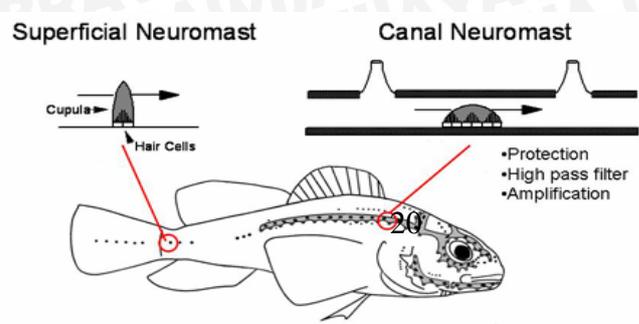


Fig. 2. Neuromast organ

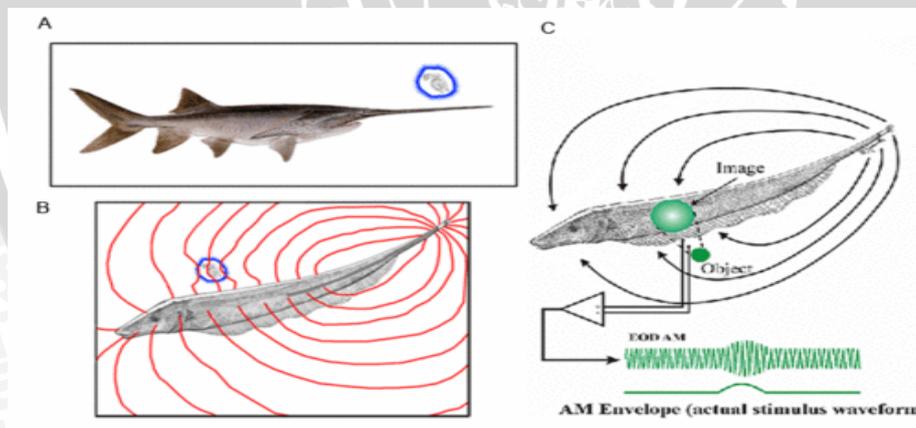
Gambar 6. Neuromast (Anonymous, 2007b)

Organ *linea lateralis* ikan merupakan suatu kumpulan elemen yang membentuk susunan aliran lurus yang disebut dengan *neuromast*. Setiap *neuromast* merupakan kumpulan dari rambut-rambut sel yang berfungsi sebagai penerus rangsang. *Lateral line* sangat penting fungsinya untuk berinteraksi dengan lingkungan, seperti untuk menghindari predator dan mencari makan, *schooling*, dan lain sebagainya. (Anonymous, 2007 b). Seperti pada gambar 7 di bawah ini:



Gambar 7. Aliran rangsang pada Neuromast (Anonymous 2007 b)

Bagi hewan air yang tidak mengandalkan visual, *kemoreseptor* sangat penting fungsinya. Udang Galah misalnya sangat mengandalkan *kemoreseptor* untuk menemukan pakannya, sehingga *kemoreseptor* sangat penting perannya. *Mekanoreseptor* juga penting bagi ikan. Gurat sisi pada ikan merupakan *mekanoreseptor* yang berfungsi untuk memberikan informasi mengenai gerakan yang ada didekatnya. *Elektroreseptor* penting bagi ikan yang dalam mencari pakannya menggunakan bidang elektrik mangsanya. Misalnya *ampulae lorenzini* pada ikan Hiu dan Ikan Pari (Purnama dan Edy, 2001). Sesuai pada gambar 8 dibawah ini:

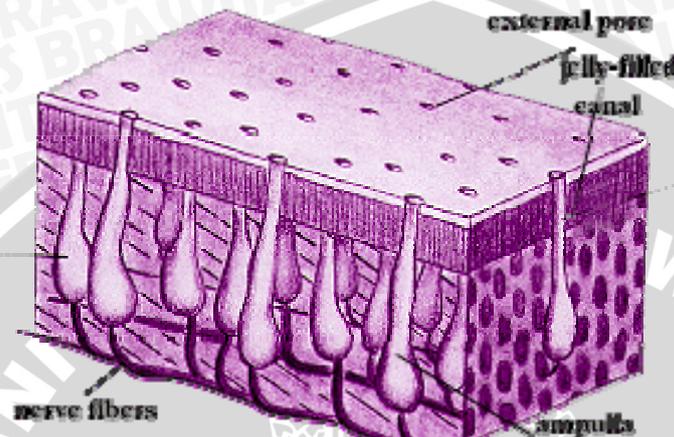


Gambar 8. Pancaran sinyal electric dari tubuh ikan (Anonymous, 2007a)

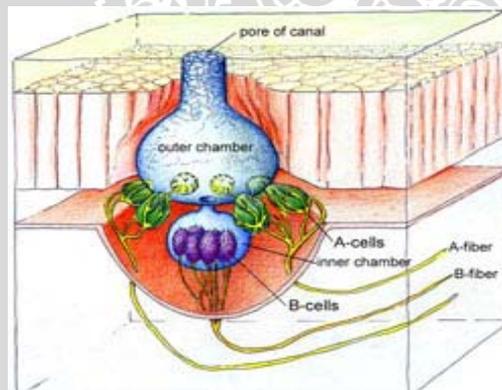
Menurut Nomura (1979), adaptasi ikan untuk merasakan secara spesifik perubahan listrik adalah bagian dari *neuromast* yang disebut dengan *ampullae of lorenzini* yang bertindak sebagai *electroreseptor*. ikan menerima rangsang listrik dengan *elektroreseptor* yang secara spesifik dapat membaca sinyal listrik yang dikeluarkan ikan lain. Ikan yang memiliki organ khusus ini tidak hanya tertarik

repository.ub.ac.id

pada arus positif (anoda) saja, tetapi dapat juga untuk mendeteksi ikan yang menjadi makanannya dengan memancarkan sinyal dan menangkap sinyal itu kembali untuk menemukan ikan yang bersembunyi. Di tunjukkan pada gambar 9 dan 10 dibawah ini:



Gambar 9. Ampullae of Lorenzini (Anonymous, 2007d)



Gambar 10. Electroreseptor tipe Mormyromast (Anonymous, 2007b)

Ikan memiliki EOD (*electric organ discharge*) sebagai alat komunikasi sosial yang dapat digunakan untuk mendeteksi obyek dengan mengirimkan sinyal dan menerima kembali umpan (sinyal) yang telah dikirimkan. EOD terbentuk dari *Medullary Pacemaker Nucleus* (PMN) yang tersusun oleh dua macam sel, keluaran electron dari *sinapsis* PMN terletak pada sel saraf electromotor di spinal cord innervate. PMN menerima rangsang dari dua sumber yaitu bagian yang bertanggung jawab pada hubungan sosial (EOD memberi

informasi spesies, jenis kelamin dan mengidentifikasi ikan lain), dan frekuensi dari EOD yang memberi tahu kondisi lingkungan (Anonymaus, 2007c).

Organ sensor listrik terbesar sepanjang tubuh ikan. Organ sensor ini dapat mendeteksi dan mengetahui secara spesifik perubahan kecil potensial listrik, dan mengetahui bentuk obyek dengan mengidentifikasinya untuk mengetahui bentuk, ukuran, lokasi dan sinyal listrik ikan. ELL (*electro-sensory lateral line lobe*) menerima sinyal, mendeteksi garis medan listrik yang tidak terbaca dari *transdermal electroreseptor* untuk mengambil inti dari perubahan obyek dan memperkirakan gambaran obyek dari EOD. Sel pada ELL bekerjasama dengan *Dorsal Preeminential Nucleus* dan *Torus Semicircularis* (TS) sebagai pembentuk hasil umpan balik yang diterima sebagai gambaran obyek pada ELL (Rasnov dan Bower, 2002 dalam Sukandar, 2006).

Menurut penelitian yang telah dilakukan Matair.E.D. (2006) di dalam Kolam penampungan Situbondo telah didapatkan hasil, yaitu : untuk jenis Arus listrik AC pada besar tegangan 3 volt terdapat reaksi ikan positif mendekati elektroda dan posisi ikan berada diantara elektroda kemudian cenderung mendekati salah satu elektroda dan menempel pada elektroda, besaran 6 volt ikan bereaksi positif mendekati elektroda dan posisi ikan berada diantara elektroda, kemudian bergerak zig-zag (datang dan menjauh). Sedangkan untuk arus listrik DC pada tegangan 1,5 volt ikan bereaksi positif mendekati anoda dan posisi ikan lebih cenderung mendekati elektroda positif, pada tegangan 3 volt ikan bereaksi positif mendekati anoda dan ikan cenderung mendekati elektroda positif, ikan yang mendekati relative besar, dan jumlah ikan yang mendekat lebih banyak, untuk tegangan 4,5 volt reaksi ikan positif mendekati elektroda dan posisi ikan berada diantara elektroda dan cenderung zig-zag (datang dan menjauh), untuk tegangan 6 volt ikan bereaksi Negatif terhadap elektroda dan posisi ikan cenderung menjauh dari elektroda.

2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Electric Fishing

Menurut Zalewski (1990) factor utama yang mempengaruhi tingkat efisiensi dari electrical fishing adalah berasal dari aspek biologi dan lingkungan. Namun demikian, factor teknis lainnya juga sangat berpengaruh. Setiap faktor memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap efisiensi penangkapan dan banyak berhubungan sehingga pengaruh satu faktor terhadap faktor lainnya sulit ditentukan. Adapun penjelasannya terdapat pada table 1. Sedangkan menurut Lamarque (1968) ada beberapa factor yang mempengaruhi reaksi ikan ke Area Elektrik, yaitu :

1. Panjang ikan (*fish length*)
2. Keadaan lingkungan (*ecological characteristic*)
3. Suhu, jika Suhu rendah maka konduktivitas akan meningkat dan mengakibatkan tidak berhasilnya penangkapan.

Tabel 1. Faktor – faktor yang mempengaruhi efisiensi electrical fishing

LINGKUNGAN	BIOLOGI	TEKNIS
------------	---------	--------

Abiotik	Struktur komunitas	Individu
Konduktifitas	Struktur tubuh	Jumlah rombongan
Kualitas air	Keragaman jenis	Ukuran pengalaman
Kejernihan air	Komposisi jenis	Motivasi dan kemampuan
Habitat	Struktur populasi	Perencanaan
Struktur habitat	densititas	Kematangan perencanaan
Dimensi habitat	Ukuran ikan	Kemampuan biaya
Substrat	umur	
Kecepatan arus air	Species khusus	
Keadaan alam	Kebiasaan makan, psikologi	Pengelompokan
Suhu	Warna, bentuk tubuh	Banyaknya seleksi
cuaca		Standar kemampuan

Sumber: Buku Teknik Penangkapan Ikan (H. Sudirman dan A. Mallawa, 2004)

2.6 Komponen dari Sistem Elektrik Fishing

Fungsi dari sistem *electrical fishing* adalah menghasilkan stimulus elektrik yang sesuai ke ikan yang berada dekat elektroda sehingga dengan mudah dapat ditangkap dengan jaring atau membuat ikan tidak bergerak atau menstimulasi ikan bergerak atau diam di suatu tempat di mana jaring, trawl, penangkap telah siap. Dengan arus bolak balik (AC) stimulus elektrik membuat ikan tidak mengarah dan dapat dengan mudah ditangkap dengan jaring yang dioperasikan dengan tangan atau dapat meningkatkan efektifitas dari trawl.

Komponen dari sistem electrical fishing dapat dikelompokkan ke dalam 6 sub sistem menurut fungsinya yaitu:

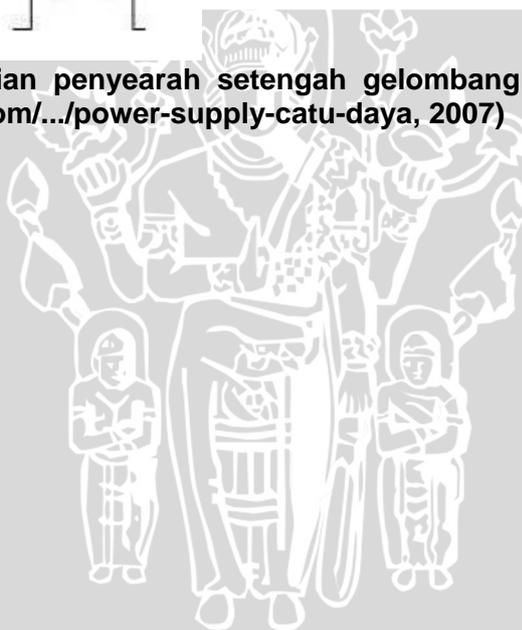
1. *Power suply*, menyediakan energi untuk sistem (batterie, DC generator, AC generator).
2. *Power conditioner*, mengubah ke dalam energi yang dikehendaki.

3. *Instrumentation*, memberi pengetahuan tentang keadaan sistem.
4. *Inter connection system*, mengamankan bawaan tenaga arus yang sesuai ke elektroda.
5. *Eletrodes*, membawa tenaga listrik ke dalam air.
6. *Auxiliary equepment*, alat tambahan untuk keberhasilan *electric fishing* (jaring, lampu, pompa aerator, dan sebagainya).

Adapun rangkaian perangkat alat listrik yang dipakai dalam penelitian ini adalah seperti pada gambar 11 dibawah ini:



Gambar 11. Rangkaian penyearah setengah gelombang dengan Filter C (cnt121.wordpress.com/.../power-supply-catu-daya, 2007)



BAB III

MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Ikan Uji

Ikan uji yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah 20 ekor ikan Kerapu Macan dewasa (siap konsumsi) dengan berat rata-rata 200 g. Ikan Kerapu ini berasal dari Balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo, Jawa Timur.

3.1.2 Media Penelitian

Air media percobaan yang akan digunakan yaitu air laut dengan salinitas 30 ppt yang ditempatkan pada kolam percobaan. Kolam dilengkapi sistem aerasi. Kualitas air pada masing-masing media diusahakan dalam keadaan optimum bagi ikan uji.

3.1.3 Alat-Alat Penelitian

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Komponen penghasil tegangan listrik Bolak Balik (AC)
- Kolam
- Termometer (untuk mengukur suhu), DO meter (untuk mengukur DO air), PH meter (untuk mengukur PH air), refraktometer (untuk mengukur salinitas).
- Alat tulis, plester.

3.2 Metode dan Rancangan Penelitian

3.2.1 Metode Penelitian

Penelitian pemberian arus listrik melalui perendaman alat listrik dengan tegangan dan waktu yang berbeda ini menggunakan metode eksperimen. Menurut Natzir (1983) menyatakan bahwa metode penelitian yang menggunakan metode eksperimen merupakan metode penelitian yang melakukan manipulasi obyek penelitian untuk mengetahui ada atau tidak ada hubungan sebab akibat pada perlakuan yang diberikan dengan memakai kontrol sebagai pembanding dengan tehnik pengambilan data secara langsung yang dilakukan dengan cara obserfasi langsung. Rancangan percobaan digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap satuan percobaan. Dalam penelitian dilakukan pengaturan perlakuan terhadap satuan percobaan agar keragaman respon timbul kerana perlakuan.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan adalah pengacakan, pengulangan dan pengendalian lokal. Pengacakan dilakukan untuk memberikan kesempatan yang sama terhadap satuan percobaan dalam pemberian perlakuan. Pengulangan dilakukan untuk mendapatkan data yang ragam sehingga memperluas cakupan penarikan kesimpulan dan lebih teliti. Pengendalian lokal sebagai sebab usaha meminimalkan galat percobaan yang menentukan perlakuan sehingga keragaman tidak berbeda (Gasperz, 1991).

Penelitian pengaruh medan listrik arus bolak-balik (*Alternating Current*) terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan ini dilakukan dalam skala labolatorium. Dengan dilakukan perlakuan-perlakuan tertentu diharapkan dapat diketahui tingkah laku ikan terhadap arus listrik, apakah tertarik atau bahkan menjauh dari pusat arus listrik.

3.2.2 Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Rancangan ini digunakan karena baik media percobaan maupun keadaan lingkungan yang digunakan bersifat homogen atau relatif sama, sehingga RAL hanya cocok bagi percobaan yang mempengaruhi hasil penelitian hanyalah perlakuan dan faktor kebetulan saja (Surakhmad, 1985).

Sebagai perlakuan adalah penentuan besarnya pengaruh medan listrik arus bolak-balik (AC) terhadap tingkah laku ikan dengan variasi tegangan yang berbeda yaitu:

Perlakuan pertama (A) : Tegangan 1,5 volt

Perlakuan kedua (B) : Tegangan 3 volt

Perlakuan ketiga (C) : Tegangan 4,5 volt

Perlakuan keempat (D) : Tegangan 6 volt

Perlakuan kelima (K) : Tanpa diberi tegangan (kontrol perlakuan)

Dalam perlakuan ini masing-masing perlakuan diulang sebanyak 4 kali yang penempatannya dilakukan secara acak. Dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Format perlakuan

Ulangan \ Perlakuan	Tingkah Laku ikan / volt			
	1.5	3	4.5	6
1	A1	B1	C1	D1
2	A2	B2	C2	D2
3	A3	B3	C3	D3
4	A4	B4	C4	D4
Total				
rata-rata				

Keterangan: A-D : Perlakuan

1-4 : Ulangan

Adapun model umum dari rumus umum Rancangan Acak Lengkap (RAL)

$$Y_{ij} = \mu + T_{ai} + \epsilon_{ij}$$

Keterangan:

$i = 1, 2, 3, 4, \dots, t$

$j = 1, 2, 3, 4, \dots, n$

dimana:

Y_{ij} = Nilai observasi taraf perlakuan ke- i pada ulangan ke- j

μ = Rata-rata umum

T_{ai} = Pengaruh taraf perlakuan ke- i

ϵ_{ij} = Acak nilai observasi taraf perlakuan ke i pada ulangan ke j

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian meliputi persiapan peralatan dan bahan.

Persiapan peralatan meliputi:

- Persiapan perangkat alat penghasil tegangan listrik.
- Kolam percobaan, sebagai tempat uji
- Persiapan peralatan pendukung (termometer, DO meter, PH meter, Refraktometer, plester dan alat tulis).

Persiapan bahan meliputi:

- Ikan kerapu macan sebagai ikan uji sebanyak 20 ekor
- Air laut sebagai media penelitian.
- Pemberian pakan selama masa adaptasi dengan pakan yang berbentuk pellet.

3.3.2 Pelaksanaan Penelitian

- Kolam dikeringkan dan dibersihkan dari kotoran, agar mudah untuk memberi tanda diameter lingkaran.
- Di dasar tengah kolam diberi tanda lingkaran dengan diameter 50 cm. Hal ini dilakukan untuk mempermudah penghitungan jumlah ikan yang merespon tegangan yang dikeluarkan elektroda.
- Kolam diisi air laut.
- Pengukuran kualitas air terlebih dahulu dilakukan, meliputi kelarutan oksigen (DO), temperatur, derajat keasaman (pH) dan salinitas, dilakukan pada pagi hari (pukul 07.00 Wib).
- Kolam berisi air laut didiamkan selama 1 hari.
- Hari berikutnya, Ikan kerapu dimasukkan kedalam kolam percobaan.
- Pengamatan tingkah laku ikan pra perlakuan.
- Elektroda dimasukkan dan diletakkan ditengah-tengah kolam, dengan katoda dan anoda berjarak 20 cm.
- Ikan diadaptasikan dengan kondisi kolam dan keberadaan alat selama satu hari, hal ini dimaksudkan agar dalam pelaksanaan perlakuan, ikan melakukan pergerakan semata-mata karena pengaruh dari medan listrik yang dikeluarkan oleh elektroda, bukan karena keberadaan elektroda di dalam air kolam.
- Perlakuan dilakukan dengan memberikan tegangan tertentu melalui perangkat listrik dengan mengalirkannya melalui elektroda ke kolam. Dengan adanya medan listrik yang ada di air kolam, diharapkan ikan uji dapat merespon sehingga dapat diamati tingkah laku yang ditimbulkan.

- Perlakuan dimulai dengan pengaturan tegangan dari yang paling rendah ketegangan yang paling tinggi. Perlakuan pertama (A), dimulai dengan tegangan 1.5 volt.
- Pengamatan dilakukan terhadap ikan meliputi jumlah ikan yang merespon sumber arus dan tingkah laku yang timbul.
- Perlakuan kedua (B) dilakukan dengan memberikan tegangan sebesar 3 volt.
- Pengamatan dilakukan terhadap ikan meliputi jumlah ikan yang merespon sumber arus (masuk kedalam tanda diameter lingkaran) dan tingkah laku yang timbul.
- Demikian juga selanjutnya dengan perlakuan ketiga (C) dan keempat (D) sama seperti perlakuan dan pengamatan (A) dan (B).
- Setiap perlakuan masing-masing dilakukan selama 20 menit dengan interval 1 jam untuk semua perlakuan dan diakhiri dengan pengamatan pasca perlakuan.
- Semua perlakuan dilakukan 4 kali ulangan bersamaan dengan pengacakan, sehingga terjadi 4 kali pengacakan yang dilakukan pada hari yang berlainan.

Suhu, oksigen terlarut dan pH diukur pada hari yang pertama dan data tersebut digunakan sebagai parameter penunjang yang diukur dengan menggunakan thermometer, DO meter dan pH meter.

3.4 Analisa Data

Pengaruh pemberian variasi tegangan terhadap tingkah laku ikan kerapu macan dapat diketahui dengan uji keragaman data yang diperoleh menggunakan analisis ragam pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang diolah dengan

menggunakan analisis Ragam (uji F). Apabila F hitung lebih besar dari F tabel 5% maka antar perlakuan terdapat perbedaan secara nyata yang selanjutnya untuk melihat perlakuan terbaik akan dilanjutkan dengan menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

1. Menghitung Faktor Koreksi

$$FK = \frac{\left(\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{pn} \quad (3.1)$$

2. Menghitung Jumlah Kuadrat (JK)

a. JK Total = $\sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^n Y_{ij}^2 - FK$ (3.2)

b. JK Perlakuan = $\frac{\sum_{i=1}^p \left(\sum_{j=1}^n Y_{ij} \right)^2}{n} - FK$ (3.3)

c. JK galat percobaan = JK total – JK perlakuan (3.4)

3. Menghitung Kuadrat Tengah (KT)

a. KT Perlakuan = $\frac{JK_{\text{Perlakuan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}}$ (3.5)

b. KT Galat Percobaan = $\frac{JK_{\text{galat percobaan}}}{dB_{\text{galat percobaan}}}$ (3.6)

4. Menghitung nilai F

$$F_{\text{hitung perlakuan}} = \frac{KT_{\text{perlakuan}}}{KT_{\text{galat percobaan}}} \quad (3.7)$$

Jika $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$ berarti ada perbedaan nyata antara perlakuan maka dilanjutkan dengan Uji BNT.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tingkat Ketertarikan Ikan Kerapu Macan Terhadap Arus listrik AC

Berdasarkan perlakuan penelitian percobaan yang telah dilakukan kolam percobaan daerah Gundil, Kecamatan Pecaron, Kabupaten Situbondo (BBAP Situbondo), didapatkan suatu hasil Ikan cenderung berespon positif tertarik terhadap arus listrik Bolak Balik.(AC) dan berbeda nyata (signifikan). Dapat dilihat pada Tabel 3.di bawah ini:

Tabel 3. Form perlakuan dan hasil pengamatan

Pengulangan ke 1		Selasa	
Voltase	Tingkah laku ikan	Jumlah ikan mendekat	Waktu dan lama ikan mendekat
1,5 (07.00-07.20)	+ mendekat ke elektroda	18	16 – 20 (menit)
3 (08.20-08.40)	+ mendekat ke elektroda	18	17 – 20 (menit)
4,5 (09.40-10.00)	Zig-zag(mendekat –menjauh)	7	< 1 (menit)
6 (11.00-11.20)	Tidak ada yang mendekat	—	—
Pengulangan ke 2		Rabo	
Voltase	Tingkah laku ikan	Jumlah ikan mendekat	Waktu dan lama ikan mendekat
3 (07.00-07.30)	+ mendekat ke elektroda	18	17 – 20 (menit)
4,5 (08.20-08.40)	Zig-zag(mendekat –menjauh)	6	< 1 (menit)
6 (09.40-10.00)	Tidak ada yang mendekat	—	—
1,5 (11.00-11.20)	+ mendekat ke elektroda	17	16 – 20 (menit)
Pengulangan ke 3		Kamis	
Voltase	Tingkah laku ikan	Jumlah ikan mendekat	Waktu dan lama ikan mendekat
4,5 (07.00-07.30)	Zig-zag(mendekat –menjauh)	3	< 1 (menit)
6 (08.20-08.40)	Tidak ada yang mendekat	—	—
1,5 (09.40-10.00)	+ mendekat ke elektroda	17	16 – 20 (menit)
3 (11.00-11.20)	+ mendekat ke elektroda	16	15 – 20 (menit)
Pengulangan ke 4		Jumat	
Voltase	Tingkah laku ikan	Jumlah ikan mendekat	Waktu dan lama ikan mendekat
6 (07.00-07.30)	Tidak ada yang mendekat	—	—
1,5 (08.20-08.40)	+ mendekat ke elektroda	16	15 – 20 (menit)
3 (09.40-10.00)	+ mendekat ke elektroda	15	16 – 20 (menit)
4,5 (11.00-11.20)	Zig-zag(mendekat –menjauh)	4	< 1 (menit)

Tingkah Laku Ikan Pra Perlakuan:

1. Ikan sudah tidak stress dengan tanda mau memakan makanan yang sudah di berikan

2. Ikan sudah mau berenang normal sampai ke tengah kolam

Tingkah Laku Ikan Pasca Perlakuan:

1. Ikan masih dalam kondisi stabil (tidak stress)
2. Masih dapat berenang normal

Selama penelitian ikan ditampung dalam kolam percobaan di BBAP Situbondo. Ukuran kolam yang digunakan memiliki panjang 5 m, lebar 2 m dengan kedalaman 1,2 m. Elektroda diletakkan ditengah kolam dengan jarak antara kutup positif dan kutup negatif sejauh 20 cm. Selain itu elektroda dikelilingi lingkaran dengan diameter 50 cm yang digunakan untuk mempermudah pengamatan ikan selama percobaan. Uji tingkah laku Ikan Kerapu Macan menggunakan listrik arus Bolak Balik (*Alternating Current*) dilakukan dengan memberikan perlakuan pemberian tegangan yang berbeda. Tegangan yang digunakan 1,5 Volt, 3 Volt, 4,5 Volt dan 6 Volt dengan arus sebesar 2 A.

Waktu pra perlakuan ikan terlebih dahulu sudah dikondisikan agar sudah tidak stress dan mampu beradaptasi dengan lingkungan yang baru, setelah pemindahan dari karamba ke kolam percobaan, dengan membiarkan ikan selama sehari di dalam kolam dan diberi sedikit makanan. Hari berikutnya ikan sudah bisa diamati dengan tingkah lakunya yang sudah mau berenang di tengah kolam yang menandakan ikan sudah berada di posisi stabil (tidak stress).

4.1.1 Uji Tingkah Laku Ikan Kerapu Macan Terhadap Arus Bolak Balik

Ikan yang digunakan dalam penelitian uji tingkah laku ikan ini adalah Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus Fuscoguttatus*) sebanyak 20 ekor. Berat ikan rata-rata 200 g, dengan umur 4 bulan. Ikan ini diperoleh dari keramba jaring apung (KJA) yang berada di daerah Gundil, Kecamatan Pecaron Kabupaten Situbondo (lihat Lampiran 4).

Perlakuan yang pertama adalah dengan memasukkan alat percobaan tanpa dialiri arus listrik sambil diamati tingkah laku ikannya, kemudian perlakuan selanjutnya yaitu alat dialiri dengan arus listrik sebesar 1,5 volt selama 20 menit,

selama perlakuan ikan diamati tingkah lakunya terhadap arus listrik, berapa jumlah ikan yang terpengaruh sehingga mendekati arus listrik dan berapa kisaran waktu ikan mendekati arus listrik, kemudian listrikpun dimatikan selama satu jam sebagai rehat atau kontrol untuk perlakuan selanjutnya. Selama listrik dimatikan diamati pula tingkat kestabilan ikan.

Sifat air laut yang dapat menghantarkan Arus listrik memungkinkan arus listrik dapat mengalir dari elektroda. Di dalam air kolam arus listrik mengalir dari katoda (kutub +) menuju anoda (kutub -), selain itu akan menimbulkan medan listrik didalam air kolam percobaan. Medan listrik inilah yang akan direspon oleh sistem saraf penerima rangsang listrik (*electric sensory*) dibagian *linea lateralis* Ikan Kerapu Macan. Dari dasar teori ini, diharapkan dengan memberikan variasi tegangan dari elektroda yang dialirkan dalam air kolam percobaan, Ikan uji dapat merespon serta memberikan tingkah laku yang berbeda.

Adapun perlakuan lanjutannya adalah dengan memberikan tegangan berturut-turut (3V), (4,5V) dan (6V). dengan rehat berturut-turut 1 jam untuk tiap-tiap perlakuan yang berfungsi untuk mengembalikan kondisi ikan menjadi stabil, sehingga perlakuan sebelumnya tidak mempengaruhi proses berikutnya. Pengamatan kedua dilakukan sama seperti pengamatan yang pertama, begitu seterusnya sampai akhir perlakuan. Pengacakan dilakukan 4 kali dalam setiap perlakuan sehingga di dapat 4 kali ulangan. Dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini:

Tabel 4. Analisa data hasil pengamatan jumlah Ikan

Perlakuan Ulangan	Tegangan (volt)			
	A. 1,5 V	B. 3 V	C. 4,5 V	D. 6 V
I	18	18	7	0
II	17	18	6	0
III	17	16	3	0
IV	16	15	4	0
Total Σ	68	67	20	0
Rata-rata	17	16,75	5	0

4.1.2 Tingkah Laku Ikan Terhadap Perlakuan

Pemberian variasi tegangan listrik arus Bolak Balik mempengaruhi pergerakan dan tingkah laku ikan. Menurut data Hasil pada tabel 4 (diatas) dapat diketahui, dari semua perlakuan dari jam 07.00 sampai jam 11.20 setiap harinya adalah signifikan (berbeda nyata). Dimana untuk arus listrik 1,5 V dengan 4 kali ulangan dan 4 kali pengacakan didapatkan data tingkah lakunya positif mendekati elektroda (++) dengan beda maksimal 1 ekor ikan dari semua perlakuan. Untuk arus listrik 3 V dengan 4 kali ulangan ikan cenderung positif mendekati elektroda (++) dengan beda maksimal 2 ekor ikan dari semua perlakuan. Untuk perlakuan dengan arus 4 V dengan 4 kali ulangan ikan cenderung bertingkah laku berenang zig-zag (mendekat kemudian menjauh) (+) dengan beda maksimal 3 ekor ikan dari semua perlakuan. Dan untuk perlakuan dengan arus 6 V ikan cenderung bertingkah tidak berespon sama sekali (-), sehingga tidak didapatkan ikan yang mendekat sehingga hasilnya nol. Berikut ini adalah tabel 5 yang menggambarkan macam-macam tingkah laku ikan terhadap arus listrik selama perlakuan.

Tabel 5. Macam-macam tingkah laku ikan akibat perlakuan

Perlakuan Ulangan	Tingkah Laku Ikan Terhadap Arus Listrik Bolak Balik			
	1,5	3	4,5	6
I	++	++	+	-
II	++	++	+	-
III	++	++	+	-
IV	++	++	+	-

Keterangan:

(++) = Ikan mendekat ke elektroda,

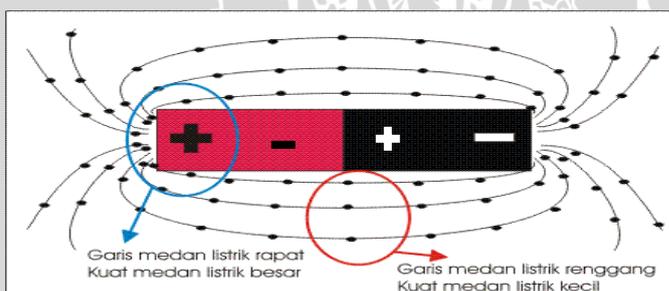
(+) = Ikan cenderung mendekat zig zag (mendekat kemudian menjauh) dan

(-) = Tidak ada ikan yang mendekat

Perbedaan tingkah laku ikan kerapu macan pada variasi tegangan disebabkan oleh perbedaan potensial elektrik yang dikeluarkan oleh masing-masing elektroda. Menurut Anonymous. (2003a), Perubahan potensial listrik merupakan rangsangan bagi sel *elektroreceptor* ikan yang menyebabkan

pelepasan pulsa sinopsis oleh *neurotransmitter* dan oleh otak ikan akan menimbulkan perubahan tingkah laku sebagai akibat dari adanya rangsangan. Tingkah laku tersebut adalah *Elektrotaksis* yaitu dimana kondisi ikan berenang mengikuti arus listrik akibat tereduksi oleh arus tersebut atau ikan bergerak menuju wilayah efektif dari elektroda sehingga stimulus elektrik membuat ikan tidak mengarah dan dapat dengan mudah ditangkap dengan jaring ataupun alat tangkap lainnya (Sudirman dan Mallawa, 2004).

Muatan listrik di dalam air kolam percobaan mengalir dari katoda (kutub positif) menuju ke anoda (kutub negatif). Menurut anonymous (2008), menyatakan bahwa sifat muatan listrik yaitu positif (+) dan negatif (-), dengan muatan sejenis tolak menolak dan muatan tak sejenis tarik menarik (mengalir dari kutub positif ke kutub negatif). Dapat dilihat pada gambar 12 di bawah ini:



Gambar 12. Arah aliran elektroda pada arus bolak balik (Anonymous, 2008)

Kebanyakan Ikan memiliki sifat kecenderungan tertarik atau juga senang bila berada pada medan listrik dari arus yang lemah yang sesuai dengan stimulus rangsang ikan, demikian pula dengan ikan kerapu macan. Pada tegangan 1,5 Volt, ikan kerapu macan cenderung mendekati (menyukai) dan menempel ke salah satu kutub yang biasanya ke kutub positif (anoda) karena tegangan yang ada pada kutub negatif sudah tereduksi akibat daya resistensi air laut sehingga potensial pada kutub negatif lebih rendah dari kutub positif. Pada tegangan 3 Volt ikan ini cenderung tetap mendekati dan menempel ke salah satu kutub yang biasanya ke kutub positif (katoda) dengan jumlah yang berkurang. Dimana arus listrik tersebut mempengaruhi pergerakan ikan sehingga ikan

menghadap salah satu elektroda dan ikanpun bergerak seirama dengan arus listrik, reaksi ini di sebut *osillotaxis*.

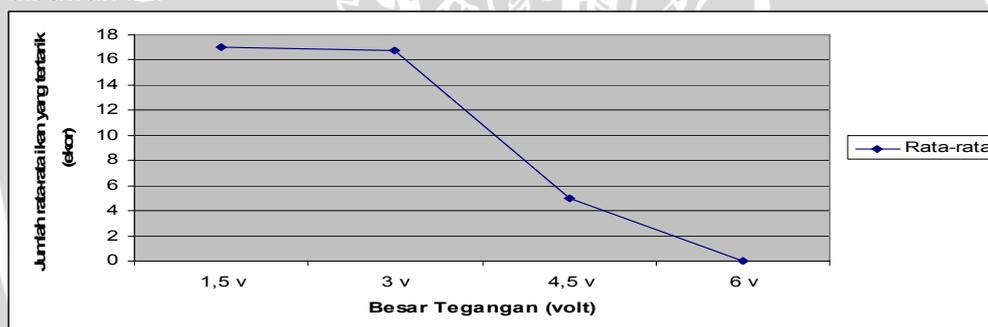
Pada jenis arus bolak-balik perlu diingat bahwa arus akan berbalik tiap setengah putaran sehingga ikan akan tetap pada daerah anoda jika berada pada zona densitas dimana arus dengan tegangan kecil tetap memancar dengan kerapatan yang berubah-ubah karena *Asymmetrical ezcititation* syaraf spinal mempengaruhi ikan ke arah anoda (lihat lampiran 2) dan tidak ada reaksi polar pada organisme. Pada medan dengan rapat arus kecil jika ikan menghadap salah satu elektroda ikan akan bergerak seirama dengan arus listrik, reaksi ini di sebut *osillotaxis*, reaksi ini akan berkurang jika ikan menghadap kutub negative tetapi reaksi ikan ini akan sama pada semua posisi ikan H. Sudirman. Dan A. Mallawa.2004). Kecenderungan ikan untuk mendekat ke arus listrik inilah yang di sebut dengan *elektrotaksis*, sebagaimana pendapat Cowx dan Lamarque (1990), yang menyebutkan *elektrotaksis* adalah kondisi dimana ikan berenang mengikuti arus listrik atau bergerak menuju wilayah efektif dari elektroda.

Pemberian arus dengan tegangan 4,5 Volt masih mempengaruhi pergerakan ikan. Dimana masih ada ikan yang bergerak menuju ke elektroda tetapi hanya sebentar, kemudian menjauh (bergerak zig-zag) dan posisi ikan saat mendekat berada di tengah-tengah alat uji. Sedangkan pada tegangan 6 Volt ikan kerapu macan cenderung tidak mendekat ke elektroda tapi masih bergerak di sudut kolam. Kondisi ini diakibatkan oleh arus listrik yang terlalu besar untuk menarik perhatian ikan, namun demikian belum mencapai tahap *elektronarkosis* yaitu kondisi ikan berenang mengikuti arah arus kemudian menjadi lemas dan pingsan (Cowx dan Lamarque, 1990).

4.1.3 Perbedaan Jumlah Ikan Yang Tertarik Arus Listrik AC

Perlakuan dengan pemberian arus listrik dengan tegangan yang berbeda juga memepengaruhi jumlah ikan yang tertarik ke elektrda. Berdasarkan data

Hasil pada gambar tabel (4) diatas dapat diketahui bahwa perlakuan A dan B adalah mempunyai hasil yang hampir sama (tidak berbeda nyata) dan merupakan hasil yang optimal bila dibandingkan dengan perlakuan C dan D, dimana untuk perlakuan A hasil rata-rata ikan yang berespon mendekati adalah 17 ekor dan untuk perlakuan B hasil rata-rata ikan yang berespon mendekati 16,75 ekor, ini adalah merupakan hasil yang optimal bila dibandingkan dengan perlakuan C dan D yang berbeda nyata, dimana untuk perlakuan C hasil rata-rata ikan yang berespon mendekati adalah 5 ekor dan untuk perlakuan D hasil rata-rata ikan yang berespon mendekati adalah 0 ekor. Parameter pembanding yang digunakan adalah kontrol (rehat), yaitu perlakuan dimana alat dicelupkan tanpa dialiri arus listrik. Hal ini bisa diketahui berdasarkan grafik dalam Gambar 13 dibawah ini:



Gambar 13. Grafik hubungan rata-rata tingkat ketertarikan ikan Kerapu Macan terhadap arus listrik bolak balik

Menurut gambar 13 (didas) bisa dilihat bahwa pada perlakuan dengan tegangan 1,5 V memiliki grafik yang paling tinggi dibandingkan dengan grafik perlakuan yang lain. Hal ini dikarenakan dari sudut pandang fisiologis, arus yang dipilih adalah lemah dan tidak membuat ikan kecapean, kerusakannya minimal atau bahkan tidak terjadi kerusakan sama sekali dan konsumsi energi dihemat. Sehingga arus yang dikeluarkan sesuai dengan stimulus ikan yang mengakibatkan ikan mendekati elektroda dan tidak bergerak atau menstimulasi pergerakan ikan untuk diam karena merasa nyaman.

Hasil dari gambar 13 (diatas) ini sesuai dengan pernyataan ikan tertarik dengan arus listrik yang lemah dan penentuan arus yang baik untuk electrical fishing di dasarkan pada aspek penggunaan (praktis) dan aspek fisiologis (Cowx and Lamarque,1990). Dan dapat dilihat juga pada gambar 13 bahwa semakin besar tegangan dari elektroda semakin sedikit jumlah ikan yang merespon. Dengan kata lain ikan kerapu macan lebih menyukai tegangan kecil atau lemah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Shemansky (1966), yang mengemukakan bahwa medan listrik yang lemah dapat menarik perhatian ikan.

Setelah melakukan perhitungan data tingkat ketertarikan ikan kerapu macan terhadap arus listrik AC, dilakukuan perhitungan analisa sidik ragam yang menggunakan tingkat kepercayaan 5%. Perhitungan analisa ragam yang dilakukan ini untuk mengetahui perlakuan yang telah diberikan mempunyai pengaruh terhadap tingkat ketertarikan ikan. Adapun untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 6 di bawah ini:

Tabel 6. Hasil analisa sidik ragam satu arah

Sbr Keragaman	db	JK	KT	F hit	F tab
Perlakuan	3	876,68	292,226	187.0267	3.490295
Galat	12	18,758	1.5625		
Total	15	895,438			

Pada hasil uji statistik diperoleh hasil pada tingkat kepercayaan 5% menunjukkan bahwa perlakuan berupa pemberian arus listrik yang berbeda-beda tegangannya memberikan pengaruh berbeda yang sangat nyata (signifikan) terhadap tingkat ketertarikan ikan Kerapu Macan terhadap arus listrik AC. Hal ini dibuktikan dengan nilai f hitung (187.0267) lebih besar dibandingkan dengan nilai f tabel 5% (3,49) ($F_{hit} > F_{tab}$).

4.2 Kualitas Air

Kualitas air sangat berpengaruh terhadap konduktifitas air dan konduktivitas air media percobaan dikolam percobaan sangat mempengaruhi penerimaan rangsangan arus listrik berupa gelombang terhadap ikan. Ditinjau dari segi hubungannya dengan elektric fishing, keadaan fisik suatu perairan juga memiliki pengaruh terhadap proses keberhasilan dalam penangkapan ikan. Agus (2008) menyatakan bahwa konduktivitas air laut bergantung pada jumlah ion-ion terlarut per volumenya dan mobilitas ion-ion tersebut. Konduktifitas bertambah dengan jumlah yang sama dengan bertambahnya salinitas sebesar 0,01, temperatur sebesar 0,01 dan kedalaman sebesar 20 meter. Secara umum, faktor yang paling dominan dalam perubahan konduktifitas air laut adalah temperatur.

Air memiliki daya pisah yang luar biasa besar, akibatnya material terlarut akan memperbesar daya hantar listrik air. Air murni memiliki daya hantar listrik yang relatif rendah, tetapi air laut memiliki daya hantar antara air murni dan tembaga. Pada temperatur 20 °C, daya hambat (resistensi) air laut 1,3 kilometer (dengan kandungan garam 3,5 %) sebanding dengan air murni 1 milimeter. Konduktivitas air laut bergantung pada jumlah ion-ion terlarut per volumenya dan mobilitas ion-ion tersebut. Satuannya adalah mS/cm (milli-Siemens per centimeter) (Agus, 2008).

Pengukuran kualitas air dilakukan pada hari yang pertama, yang meliputi pengukuran suhu air menggunakan DO meter yang terintegrasi dengan thermometer, sedangkan pengukuran pH menggunakan pH meter. Pengukuran kualitas air dilakukan tiga kali yaitu : pagi (pukul 07:00), siang (pukul 13:00) dan malam (pukul 21:00). Pengukuran dilakukan oleh petugas Lab.BBAP Situbondo. Adapun data hasil penelitian dari pengukuran berbagai kualitas air (oksigen terlarut, PH, salinitas dan temperatur) dapat dilihat pada Tabel 7 dibawah ini:

Tabel 7. Data kualitas air di kolam percobaan BBAP Situbondo

Jenis Waktu	DO (mg/l)	pH	Salinitas (%)	Suhu/temperatur (°C)
Pagi	9,84	8,279	34	29
Siang	7,38	8,207	33	32
Malam	7,38	8,170	31	29

Data kualitas air pada tabel 7 (diatas) menunjukkan bahwa kualitas air dikolam percobaan adalah masih stabil dimana untuk DO rata-ratanya adalah 8,2 untuk pH rata-ratanya adalah 8,218, untuk salinitas rata-ratanya adalah 32,66 dan untuk suhu rata-ratanya adalah 30.

4.2.1 Kualitas Air Sebagai Konduktor Listrik Arus AC dan Media Ikan

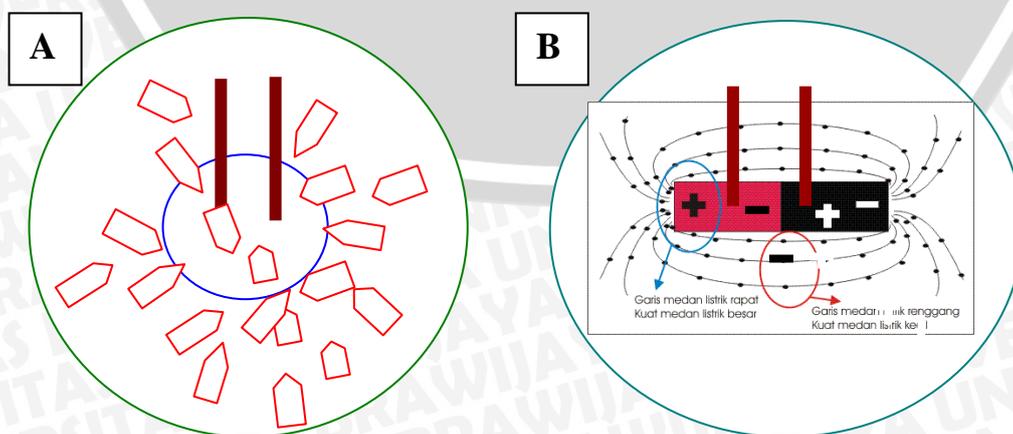
Konduktivitas air laut lebih baik dari air tawar dan juga konduktivitas tubuh ikan (body voltage) yang menjadi tujuan penangkapan, jika daya hantar air lebih bagus dari tubuh ikan akan terjadi penarikan garis-garis gaya medan listrik dari ikan menuju lingkungan dan akan meningkatkan potensial listrik pada ikan sehingga ikan lebih mudah terpengaruh oleh medan listrik yang dipancarkan. Jika daya hantar air sama dengan daya hantar tubuh ikan tidak terjadi reaksi pada ikan, dan jika konduktivitas air lebih kecil dari ikan maka semua garis potensial listrik mengarah menuju tubuh yang memiliki konduktivitas yang lebih baik dan ikan akan terpengaruh oleh listrik (Waarden,1957)

Air yang digunakan untuk media hidup ikan dalam penelitian ini diperoleh dari air laut (pantai) yang berada disekitar balai Budidaya Air Payau (BBAP) Situbondo. Adapun kondisi air laut di kolam percobaan adalah bisa dikatakan baik, karena dari aspek biologi kondisi airnya tergolong masih bersih dan temperatur suhunya optimum. Dimana rata-rata suhunya adalah 29°C sampai dengan 32°C. Rata-rata DO nya adalah 7,38 sampai dengan 9,84. Rata-rata pHnya 8,218 dengan salinitasnya adalah 31 – 34 ppt. Dan semuanya sesuai dengan standar optimum dalam literatur.

Ghufran (2001), ikan Kerapu Macan dapat tumbuh dengan baik dalam kondisi kualitas air yang optimal. Kelarutan oksigen (O_2) yang optimal untuk pertumbuhan tidak boleh kurang dari 4 ppm. Derajat keasaman (PH) yang optimal adalah 7,8 – 8,9 dengan salinitas 30 ppt – 35 ppt dan Suhu yang baik berkisar antara $27^{\circ}C$ – $32^{\circ}C$. Ikan ini juga hidup dengan baik di perairan yang bersih terbebas dari bahan pencemaran.

Kenaikan suhu terjadi seiring dengan naiknya intensitas penyinaran. Pada malam hari, suhu perairan akan kembali menurun karena menurunnya intensitas penyinaran. Menurut Mudjiman (2001), suhu air merupakan faktor lingkungan yang sangat berpengaruh terhadap laju metabolisme. Dengan membutuhkan banyak energi maka laju metabolisme akan naik seiring dengan naiknya suhu air.

Fluktuasi kadar DO pada perairan terjadi seiring dengan fluktuasi suhu. Konsentrasi oksigen terlarut paling tinggi adalah pada suhu $0^{\circ}C$ dan menurun seiring dengan meningkatnya suhu (Boyd,1982). Menurut Ghufran (2001), Kelarutan oksigen (O_2) yang optimal untuk pertumbuhan ikan Kerapu tidak boleh kurang dari 4 ppm. Menurut Ghufran (2001), derajat keasaman (PH) yang optimal untuk Ikan Kerapu Macan adalah 7,8 – 8,9 dengan salinitas 30 ppt – 35 ppt. Sehingga rangsangan gelombang listrikpun dapat mudah terjadi. Dapat dilihat pada ilustrasi gambar 14 di bawah ini, dan Data kualitas airnya dapat dilihat pada tabel 7 diatas.



Gambar 14. Ilustrasi ikan yang mendekati gelombang listrik

Keterangan 14.A :

-  : Ikan Kerapu Macan
-  : Alat Listrik
-  : Diameter indikator ikan mendekati (50 cm)

Keterangan 14.B :

Gelombang listrik yang timbul karena perangkat alat listrik yang sudah dialiri arus listrik AC.

Ikan tertarik mendekati elektroda dikarenakan terjadi rangsangan pada alat stimulus ikan. Rangsangan tersebut berasal dari gelombang (getaran) listrik yang di timbulkan oleh alat uji. Ketertarikan tersebut dikarenakan gelombang tersebut menyerupai kondisi ikan yang lemah sehingga mudah dimangsa, menyerupai gelombang lawan jenis kelamin ikan atau karena adanya perbedaan potensial listrik antara ikan dan air media percobaan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.

Berdasarkan hasil penelitian tentang pengaruh listrik AC terhadap tingkah laku ikan Kerapu Macan bisa disimpulkan bahwa:

1. Ikan kerapu macan memang tertarik terhadap arus listrik AC.
2. Perlakuan pemberian arus listrik yang berbeda-beda tegangannya memberikan pengaruh yang sangat berbeda nyata terhadap tingkat ketertarikan ikan terhadap arus listrik AC terbukti dengan nilai f hitung (187,0267) lebih besar dibandingkan dengan nilai f tabel 5% (3,49) (F hit $>$ F tab).
3. Arus listrik AC yang optimal untuk alat bantu penangkapan dalam skala kolam adalah arus listrik yang rendah atau berkisar dalam tegangan 1,5 V sampai dengan 3 V.
4. Arus listrik yang terlalu besar malah mengakibatkan ikan tidak tertarik dengan arus dan cenderung akan menjauhi arus listrik (4,5 V dan 6 V).
5. Tidak terdapat kerusakan ikan yang nyata akibat perlakuan karena tegangannya sangat kecil.
6. Kondisi ikan pada pasca perlakuan masih baik dengan kondisi ikan yang tidak stress dan tidak terdapat kerusakan sehingga masih layak untuk dikonsumsi.
7. Kondisi air laut sebagai media uji selama penelitian sangat baik dan relatif stabil dengan kondisi pH, DO, salinitas dan suhu yang sesuai dengan standar optimum di keterangan literatur.

5.2 Saran

1. Disarankan sebelum melakukan pemberian arus listrik terhadap ikan, ikan sudah dalam kondisi atau sudah dikondisikan sudah tidak stres, mau makan dan pergerakan renangnya masih normal, agar percobaan dapat berhasil sesuai dengan harapan.
2. Masih diperlukan penelitian lanjutan yang lebih spesifik lagi, misalnya dengan memakai ikan yang sama dan berbeda-beda ukuran dengan pemberian arus yang hanya akan mempengaruhi ikan ukuran dewasa atau hanya yang matang gonad. Sehingga dapat dijadikan *qualitatif sampling*.



DAFTAR PUSTAKA

- Agus, 2008.** Sifat-Sifat Fisis Air. www.geocities.com 15 April 2008.
- Akbar, S dan Sudaryanto. 2001.** Pembenihan dan Pembesaran Kerapu Bebek, Penebar Swadaya. Jakarta 103 Hal.
- Anonymous.1999.** Pembenihan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) Departemen Pertanian, Direktorat Jendral Perguruan Tinggi. 164 Hal.
- _____. **2003a.** Lateral Line System, <http://www.lookd.com>. 26 April 2008.
- _____. **2003b.** Potensi dan Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Kerapu. <http://www.dkp.go.id>. 29 Mei 2008
- _____. **2007a.** Glossari, www.palaeos.com. 15 Mei 2008.
- _____. **2007b.** Neuromasts, mass.micro.uiuc.edu. 15 Mei 2008.
- _____. **2007c.** Uses Of Electricity in Animal, www.Unb.ca. 26 April 2008.
- _____. **2007d.** Das Vorbild: Aktive Elektrortung Schwach Elektrischer Fisches, www.bionik.uni-bonn.de. 12 februari 2008.
- _____. **2007e.** Pembenihan Ikan Kerapu macan, (*Epinephelus fuscoguttatus*). <http://warintek.progressio.or.id>. 26 April 2008.
- Ayodhoya, A.U.1981.** Teknik Penangkapan Ikan. Bagan Teknik Penangkapan Ikan, Bogor: Institut Pertanian Bogor. 87 Hal.
- Boddeke. 2006.** Mesin Pulskor, Majalah Matthijs Nieuwenhuis 22-12-2006.
- Cowx, L. G. dan Lamarque. P. 1990.** Fishing With Electricity Application In Freshwater Fisheries Management, Fishing News Book. London.97 Hal.
- Febdian.R. 2007.** Listrik Arus Bolak-Balik, www.Wikipedia Indonesia.Com. 29 Mei 2008.
- Gaspersz, V. 1991.** Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan. Tarsito, Bandung. 67 hal.
- Ghufran, M.2001.** Usaha Pembesaran Ikan Kerapu di Tambak., Kanisius. Yogyakarta. 78 Hal.
- Gunarso, W. 1985.** Tingkah Laku Ikan Dalam Hubungannya Dengan Alat, Metoda dan Taktik Penangkapan Ikan, Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. 118 hal.
- Kordi,K.M.G.H.2001.** Pembesaran Kerapu Macan di Karamba Jaring Apung, Penerbit Kanisius, Yogyakarta 132 Hal.

- Murtidjo, B.A.2002.** Budidaya Ikan Kerapu Dalam Tambak, Konosius. Yoyakarta. 89 Hal
- Matair, E.d.2004.** Penggunaan Arus Listrik Sebagai Alat Pengumpul Ikan Pada Alat Tangkap Bagan Tancap di Perairan Probolinggo Jawa Timur, Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang.
- Natzir. 1983.** Metode Penelitian, Ghalia Indonesia. Jakarta. 62 hal.
- Narbuko, C. dan A. Achmadi. 2002.** Metodologi Penelitian. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 70 Hal.
- Nomura, D.K. 1979.** Elektrical Sensitivity of Fish, WWW.protol.com. 28 april 2008.
- Nybakken, J. W. 1988.** Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologi, Gramedia Jakarta. 480 Hal.
- Protasov, V. R. 1971.** Prospects of Utilizing The Communicating and Orienting Signals of Fish dalam: Fish Behavior and Fishing Techniques. Wiener Bindery Ltd. Jerusalem. 125 hal.
- Purnama, S. dan Y. Edy. 2001.** Fisiologi Hewan Alir, Edisi Pertama. Fakultas biologi, UNSOED. Purwokerto. 85 Hal.
- Raharjo, A. 2000.** Memikat Ikan Berkumpul. Majalh Trubus Edisi 369 agustus volume XXXI. Yayasan Tani Membangun. Yakarta.
- Sudirman dan A. Mallawa. 2004.** Teknik Penangkapan Ikan, Rineka cipta. Jakarta. 168 Hal.
- Sudjiharno. 2001.** Pembenuhan Ikan Kerapu Tikus (*Cromoleptes altivelis*), Balai Budidaya Lampung.87 Hal.
- Sukandar. 2005.** Diktat Kuliah Pemetaan Sumberdaya Hayati Laut, Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. 156 Hal.
- _____. **2006.** Diktat Mata Kuliah Teknologi Penangkapan Ikan (Pancing dan Alat Bantu Penangkapan Ikan), Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. 162 Hal.
- Surakhmad, W. 1985.** Pengantar Penelitian Ilmiah - Dasar Metode Teknik, Torsito Press. Bandung. 139 Hal.
- Sutarmat, T. Hanafi, A dan S. Kawahara. 2003.** Budidaya Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) dalam Jaring Apung, Balai Besar Riset Perikanan Budidaya Laut Gondol. Departemen Kelautan dan Perikanan JICA. 75 Hal.
- Tampubolon,G.H dan E. Mulyadi.1989.** Sinopsis Ikan Kerapu di Perairan Indonesia, Balitbangkan. Semarang. 79 Hal.

repository.ub.ac.id

Waarden, M. habil, P. 1957. Electrical Fishing, Food and Agriculture Organization. 87 Hal.

Weber, I.F. De Beafort. 1931. The Fishes of indonesia, Autralia Archipelago Leiden. 121 Hal.

