

ELECTROFISHING YANG AMAN DAN SELEKTIF UNTUK PENANGKAPAN LELE

Study of Human Safe Electrofishing Which Selective to Catch Catfish

Gondo Puspito¹, Rolando Akbar Wenang¹ dan Faik Kurohman²

¹Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680. Indonesia. E-mail: gondo@apps.ipb.ac.id

²Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro. Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang.
E-mail: faikkurohman@gmail.com

Diserahkan tanggal 20 Maret 2019, Diterima tanggal 15 Mei 2019

ABSTRAK

Metode penangkapan ikan dengan penyetruman telah dilarang oleh pemerintah Indonesia sejak tahun 2004, meskipun masyarakat masih melakukannya secara diam-diam. Penyebabnya adalah penyetruman dianggap membahayakan keselamatan manusia dan merusak ekosistem perairan. Penelitian mencoba mendapatkan arus listrik yang aman dan efektif untuk menangkap lele (*Clarias sp.*) layak tangkap tanpa merusak lingkungan perairan. Arus listrik yang diinginkan dapat memingsankan lele layak tangkap dengan cepat, tetapi waktu siumannya lambat, sehingga memberi waktu yang cukup lama untuk penangkapannya. Jumlah lele yang diuji sebanyak 90 ekor yang dibagi atas 3 kelompok dengan panjang total tubuh antara 18,5-32,5 cm. Masing-masing terdiri atas 30 lele yang disetrum dengan arus listrik 1 mA, 2 mA, dan 3 mA. Ketiga besaran arus listrik masih dianggap aman karena belum memberikan efek negatif bagi tubuh manusia (Ouazani *et al.*, 2012). Hasilnya adalah penyetruman lele sebaiknya menggunakan arus listrik 2 mA, karena aman bagi manusia dan efektif untuk menyetrum lele. Waktu pingsan lele berukuran layak tangkap yang memiliki panjang tubuh $\geq 24,5$ cm antara 83 – 140 detik, atau lebih cepat dibandingkan dengan 1 mA (120-309 detik), sedangkan waktu siumannya 117-225 detik atau lebih lama dari 3 mA (79-125 detik).

Kata kunci: Penyetruman; ekosistem perairan; arus listrik; lele; waktu pingsan; waktu pulih.

ABSTRACT

*Electrofishing currently has been banned by Indonesian Government since 2004, regardless, some of the people still do that secretly. The banning caused by the thought that electrofishing indeed harmful to human safety and aquatic ecosystem. This research aimed to obtain the electricity current that safe and effective to catch the proper size of catfish (*Clarias sp.*) without harming the aquatic ecosystem. Desired electricity current strength is the one that able to temporarily immobilised catfish quickly with long time to be conscious so gives longer time in harvesting activity. The amount catfish used in the experiment was 90 fishes with average body length 18.5-32.5 cm, divided in to 3 groups. Each group consists of 30 catfishes which shocked by current strength of 1 mA, 2 mA, and 3 mA. Each of the current strength still regarded as save as it has not given negative effect to human body (Ouazani *et al.* 2012). Result showed that the most recommended electric current is 2 mA as it is safe for human body and able to shock the catfishes effectively. Unconscious time of catfish with body length of ≥ 24.5 cm were between 83 – 140 seconds, which faster compared to 1 mA (120-309 seconds), with conscious time of 117-225 seconds which took longer than 3 mA (79-125 seconds).*

Keywords: *Electrofishing; aquatic ecosystem; electro current; catfish; unconscious time; conscious time.*

PENDAHULUAN

Penangkapan ikan dengan penyetruman (*electrofishing*) sudah lama dikenal oleh masyarakat. Metode operasinya hanya dengan memasukkan aliran listrik bolak-balik (*alternating current* – AC) bentuk pulsa ke dalam air melalui ujung dua batang besi yang berfungsi sebagai katoda dan anoda. Sumber listriknya menggunakan aki basah bertegangan 12 volt. Keunggulannya dibandingkan dengan jenis-jenis alat penangkapan ikan lainnya adalah penyetruman dapat dilakukan pada lokasi yang sulit dijangkau oleh jenis alat penangkapan ikan lainnya. Contohnya adalah pinggir sungai atau genangan air yang tertutupi oleh tanaman (Matayfel dan Radakov, 1973).

Penyetruman umumnya dilakukan di perairan umum, seperti sawah, sungai dan rawa. Sasarannya berupa jenis-jenis ikan lele (*Clarias sp.*), belut (*Monopterus albus*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), betok (*Anabas testudineus*), gabus (*Channa striata*), nila (*Oreochromis niloticus*) dan sepat (*Tricogaster tricopterus*). Ikan yang didapat biasanya dalam kondisi mati dan memiliki ukuran yang sangat beragam, padahal ikan seharusnya hanya pingsan agar kualitas kesehatannya tetap terjaga. Ukuran ikannya juga sebaiknya layak tangkap agar tidak mengganggu kelestarian sumberdayanya.

Aktivitas penyetruman yang dilakukan oleh masyarakat sangat tidak memperhatikan besaran arus listriknya. Mereka

berpendapat bahwa penggunaan arus listrik yang tinggi akan menghasilkan banyak ikan dalam waktu singkat. Semua ukuran dan jenis ikan akan cepat mati dan mudah ditangkap. Masyarakat tidak pernah berpikir bahwa penggunaan arus listrik yang tinggi sebenarnya juga dapat mencelakakan manusia. Pemerintah pada akhirnya melarang metode penangkapan ikan dengan cara penyetruman melalui UU No.31 Tahun 2004 (Republik Indonesia, 2004). Penyetruman dianggap dapat merusak sumberdaya ikan dan sangat membahayakan keselamatan manusia. Namun demikian, apakah solusinya cuma dengan pelarangan? Apakah tidak ada solusi lainnya?

Keberhasilan operasi penangkapan ikan dengan penyetruman sebenarnya sangat tergantung pada besaran arus listrik yang digunakan. Arus listrik yang terlalu tinggi sangat membahayakan manusia dan merusak ekosistem perairan. Sementara penyetruman dengan arus listrik yang terkendali tidak akan berdampak negatif, baik bagi manusia maupun sumberdaya ikan. Apalagi, menurut Arnaya (1980), kepekaan ikan terhadap arus listrik sangat tergantung pada ukuran tubuhnya. Ikan berukuran besar akan cepat terpengaruh oleh arus listrik dibandingkan dengan ikan kecil. Primadona *et. al.* (2017) membuktikan bahwa ikan berukuran besar lebih cepat merespon jika diberi arus listrik. Waktu penyetruman juga dapat menyeleksi ukuran ikan yang diinginkan tanpa mencelakakan manusia (Puspito, 2008).

Penelitian difokuskan untuk mencari besaran arus listrik yang tidak membahayakan manusia tetapi efektif untuk menyetrum ikan. Aliran listrik yang dianggap aman memiliki besaran arus listrik $I < 6 mA$ (Tabel 1). Adapun besaran arus listrik dikategorikan efektif untuk penyetruman jika ikan yang disetrum hanya pingsan sesaat dan dapat siuman kembali. Jenis ikan yang dipilih adalah lele (*Clarias sp.*) dalam berbagai ukuran. Lele merupakan salah satu jenis ikan konsumsi yang banyak tertangkap dengan cara penyetruman. Habitatnya meliputi sungai, danau, waduk, telaga, rawa dan genangan air, seperti danau, waduk, telaga dan rawa (Mahyudin, 2008). Lele

juga dapat hidup di perairan yang minim oksigen atau tidak mengalir (Hendriana, 2010). Tujuan yang ingin dicapai adalah mendapatkan besaran arus listrik yang tidak membahayakan manusia dan efektif untuk menyetrum lele layak tangkap.

Pustaka yang membahas cara penangkapan lele dengan penyetruman masih belum ditemukan. Satu-satunya pustaka yang ada hanya berisi pengaruh penyetruman terhadap kelulusan hidup benih lele untuk transportasi kering (Primadona *et. al.*, 2017). Sementara satu pustaka lainnya berisi kajian mengenai waktu pingsan dan siuman patin (Puspito, 2008). Namun demikian, kedua pustaka tetap dijadikan sebagai bahan masukan untuk menganalisa hasil penelitian.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

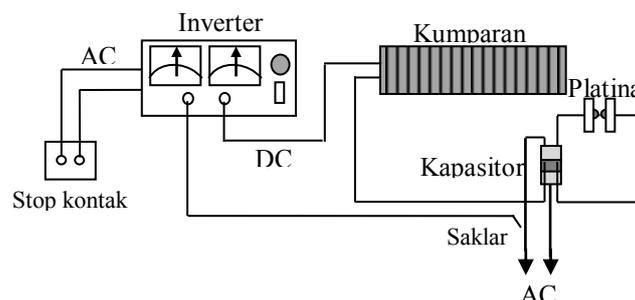
Penelitian berlangsung selama 2 bulan antara Mei-Juni 2018. Seluruh kegiatan berlangsung di laboratorium Teknologi Alat Penangkapan Ikan, Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan terdiri atas penyetrum ikan yang tersusun atas kawat *email* $\phi = 1$ mm seberat 1 kg, platina motor merek *Denso*, 8 kapasitor 0,25 μf merek *Denso* dan 2 batang elektroda tembaga $\phi 2,5$ mm @ 60 cm – sebagai katoda dan anoda -- dan *inverter*. Alat penyetrum dan rangkaiannya ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Adapun beberapa peralatan lainnya meliputi *AVOmeter*, akuarium penyetruman berukuran 50×20×40 (*p×l×t*) (cm), *stopwatch*, bak pemeliharaan 150×50×50 ($\phi \times t$) (cm), 3 unit pompa air, 2 unit *aerator*, serok, timbangan digital 5 kg, mistar 30 cm, *thermometer* dan *conductivitymeter*. Sementara bahan yang digunakan berupa 90 lele berukuran antara 18,5-32,5 cm.



Gambar 1. Alat penyetrum lele.



Gambar 2. Rangkaian komponen alat penyetrum lele

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode percobaan dengan melakukan penyetruman terhadap lele menggunakan arus yang aman bagi manusia, yaitu 1 mA, 2 mA, dan 3 mA. Kategori aman disesuaikan dengan Tabel 1 (Ouazani *et al.*, 2012), yaitu antara 0,5-6 mA. Besaran arus listriknya dihitung dengan formula Giancoli (1998), yaitu:

$$I = \frac{V}{R} \dots\dots\dots (1)$$

I adalah besaran arus listrik (*A*), *V* tegangan (*volt*) dan *R* hambatan air (*Ohm*). *R* dihitung memakai formula Kurniawan *et. al.* (2008) berikut:

$$R = \frac{1}{S} \dots\dots\dots (2)$$

S adalah konduktivitas air yang diukur langsung menggunakan *conductivitymeter*. Beberapa data yang dikumpulkan dari hasil penyetruman meliputi waktu penyetruman sampai lele menjadi pingsan dan waktu siaman berdasarkan panjang total tubuh lele.

Tabel 1. Respon tubuh manusia akibat sengatan listrik (Ouazani *et. al.*, 2012).

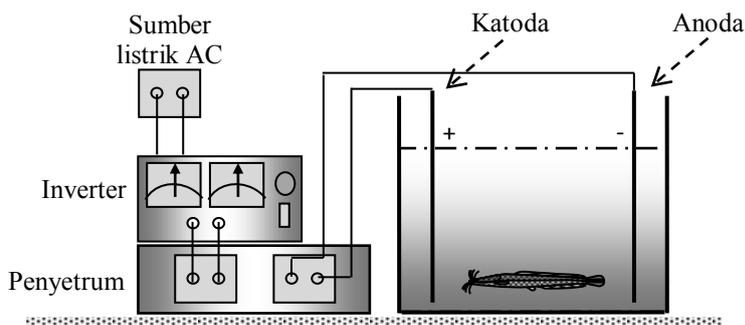
No.	Arus listrik (mA)	Keterangan
1.	0.045	Tanda tingkat sensori;
2.	0.5-1	Ambang persepsi tergantung keadaan kulit dan kontraksi otot ringan;
3.	6-8	Persepsi kulit terkejut saat disentuh;
4.	10	Sengatan listrik menimbulkan kontraksi otot;
5.	15.5	Tubuh tidak mungkin melepaskan diri dari sengatan listrik;
6.	20	Sengatan listrik selama 3 menit menimbulkan sesak nafas;
7.	30	Sengatan listrik selama lebih dari 1 menit menimbulkan fibrilasi ventrikel;
8.	50	Fibrilasi ventrikel dengan peluang kejadian lebih dari 50%, jika durasi sengatan listrik melebihi 1,5 siklus jantung;
9.	70-100	Fibrilasi ventrikel dengan peluang kejadian lebih dari 50% jika durasi sengatan listrik kurang dari 0,75 siklus jantung dan luka bakar; dan
10.	>500	Pusat saraf dan komposisi kimia tubuh hancur dan membakar organ-organ penting yang langsung menyebabkan kematian.

Ujicoba penyetruman dimulai dengan membagi 90 lele kedalam 3 kelompok. Masing-masing kelompok berisi 30 lele yang dibagi lagi kedalam 5 selang panjang, yaitu 18,5-20,5 cm, 21,5-23,5 cm, 24,5-26,5 cm, 27,5-29.5 cm dan 30,5-32,5 cm. Setiap selang berisi 6 lele yang berukuran hampir sama. Jumlah lele yang berada pada setiap selang panjang dalam satu kelompok dijadikan sebagai ulangan. Sementara kuat arus menjadi perlakuan.

Proses penyetruman dimulai dengan lele yang diambil secara acak dari kelompok 1. Gambar 3 mengilustrasikan susunan peralatan pada penyetruman lele. Prosedurnya mengikuti urutan berikut:

1. Seekor lele yang telah diukur panjang total dan berat tubuhnya dimasukkan ke dalam akuarium penyetruman yang berisi 30 l air tawar;

2. *Stopwatch* dihidupkan bersamaan dengan pengaliran arus 1 mA dengan tegangan 6 volt ke dalam air lewat kedua elektroda;
3. Reaksi lele diamati selama penyetruman dan disesuaikan dengan Tabel 2;
4. Waktu ketika lele terpengaruh oleh penyetruman dicatat;
5. Penyetruman dihentikan ketika lele menjadi pingsan dan waktunya dicatat;
6. Waktu ketika lele menjadi siaman dihitung;
7. Lele dikembalikan ke bak pemeliharaan;
8. Cara kerja yang sama dilakukan pada 29 lele lainnya yang memiliki ukuran panjang total tubuh beragam; dan
9. Penyetruman dilanjutkan pada kelompok 2 dengan arus listrik 2 mA dan kelompok 3 dengan arus listrik 3 mA.



Gambar 3. Ilustrasi susunan alat pada penyetruman lele.

Tabel 2. Kategori respon ikan (McFarland, 1959).

Tingkat	Kondisi	Keterangan
0	Normal	Tubuh tegak dan menggerakkan siripnya dengan teratur;
1a	Pingsan ringan	Posisi tubuh miring, sirip punggung meregang dan gerakan katup insang melemah;
1b	Pingsan yang dalam	Berenang cepat dan sirip meregang
2a	Kehilangan keseimbangan	Keseimbangan mulai hilang, mulut megap-megap, sirip dikibaskan, posisi tubuh rebah dan respon terhadap rangsang luar melambat;
2b	Hampir pingsan	Tubuh kaku, tidak ada respon, posisi tubuh terbalik, dan gerakan masih ada tetapi jarang dan melemah;
3	Pingsan total	Tubuh kaku dan tidak ada gerakan; dan
4	Roboh	Tidak ada tanda-tanda kehidupan.

Analisis Data

Data yang dikumpulkan hanya berupa data primer. Analisisnya dibedakan berdasarkan jenis datanya. Dua analisis yang digunakan adalah analisis regresi dan statistik. Analisis regresi ditujukan untuk menentukan 1. proporsionalitas ukuran lele yang digunakan sebagai sampel penelitian dan 2. hubungan antara ukuran panjang lele dengan waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman. Sementara analisis statistik menggunakan uji Kruskal Wallis dan uji Mann-Whitney. Tujuannya untuk menentukan kuat arus terbaik yang sebaiknya diterapkan pada penyetruman lele.

Analisis regresi merupakan analisis yang menggambarkan sekumpulan teknik statistika yang menjadi dasar pengambilan kesimpulan tentang hubungan antar peubah yang terukur. Modelnya adalah analisis regresi linear sederhana, yaitu (Santoso, 1999):

$$Y = a + bX \dots\dots\dots (3)$$

Y adalah variabel respon atau akibat, a konstanta, b koefesien regresi dan X variabel faktor penyebab. Penggunaan analisis regresi dimaksudkan untuk mengetahui keeratan hubungan antara 1. panjang dan bobot lele dan 2. ukuran panjang lele dengan waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman. Nilai keeratannya dihitung dengan formula berikut.

$$r_{xy} = \frac{n(\sum xy) - (\sum x) \cdot (\sum y)}{\sqrt{n(\sum x^2) - (\sum x)^2} \cdot \sqrt{n(\sum y^2) - (\sum y)^2}} \dots\dots\dots (4)$$

r_{xy} adalah hubungan variabel x dan y , x nilai variabel x dan y nilai variabel y .

Analisis statistik diawali dengan uji Kruskal Wallis dan dilanjutkan dengan uji Mann-Whitney jika hasilnya menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Tahapannya berupa penentuan hipotesis, pengujian data dengan *software* SPSS, dan pengambilan kesimpulan. Hipotesis uji Kruskal Wallis adalah H_0 : Waktu pingsan dan pulih lele akibat penyetruman dengan arus listrik 1 mA, 2 mA, dan 3 mA tidak berbeda nyata, dan H_1 : Minimal ada 1 pasang waktu pingsan dan pulih lele akibat penyetruman dengan arus listrik 1 mA, 2 mA, dan 3 mA yang berbeda nyata. Kemudian, hipotesis untuk setiap pasang perlakuan dalam uji Mann-Whitney ditentukan sebagai berikut:

1. Penyetruman lele dengan arus 1 mA dan 2 mA, H_0 : Waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman 1 mA dan 2 mA

tidak berbeda nyata, dan H_1 : Waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman 1 mA dengan 2 mA tidak berbeda nyata;

2. Penyetruman lele dengan arus 1 mA dan 3 mA, H_0 : Waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman 1 mA dan 3 mA tidak berbeda nyata, dan H_1 : Waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman 1 mA dengan 3 mA tidak berbeda nyata; dan

3. Penyetruman lele dengan arus 2 mA dan 3 mA, H_0 : Waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman 2 mA dan 3 mA tidak berbeda nyata, dan H_1 : Waktu pingsan dan pulih akibat penyetruman 2 mA dengan 3 mA tidak berbeda nyata.

Cara pengambilan keputusannya adalah H_0 diterima jika probabilitas > 0,05, dan H_0 ditolak jika probabilitas < 0,05.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dasar Penentuan Besaran Arus Listrik

Aktivitas penyetruman yang dilakukan oleh masyarakat hanya bertujuan untuk mendapatkan ikan secepatnya dan sebanyak-banyaknya. Kondisi ikan yang disetrum tidak pernah dipedulikan. Mereka juga mengabaikan keselamatan dirinya sendiri, padahal penggunaan arus listrik yang terlalu tinggi dan dalam waktu yang lama sangat membahayakan keselamatan manusia penggunaannya.

Penentuan besaran arus listrik untuk penyetruman harus mempertimbangkan nilai konduktivitas dan resistivitas air terlebih dahulu. Nilai konduktivitas dapat diukur langsung dengan *conductivitymeter*, sedangkan resistivitas air dihitung memakai persamaan (2) (Sternin *et. al.*, 1972). Menurutny, setiap besaran arus listrik akan memberikan pengaruh yang tidak sama terhadap ikan. Penggunaan besaran arus listrik yang tepat dapat memperoleh ikan yang sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Ari *et al.* (2008) menambahkan arus listrik AC yang dihasilkan oleh suatu alat penyetruman akan semakin besar jika konduktivitas suatu perairan semakin meningkat dan sebaliknya dengan resistivitas. Arnaya (1980) menjelaskan konduktivitas juga memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan suhu air. Konduktivitas akan bertambah jika suhu meningkat.

Konduktivitas air yang digunakan dalam penelitian diukur menggunakan *conductivitymeter*. Prosedurnya adalah air disaring terlebih dahulu menggunakan filter elektrik untuk menstabilkan kondisi air. Tujuannya untuk meminimalisir

padatan terlarut. Parameter yang diukur adalah konduktivitas dan suhu air berdasarkan jumlah ion dan konsentrasi padatan (*total dissolved solid/TDS*). Nilai konduktivitas yang didapat 178,1 μS atau 0,000178 S dan suhu 26,6°. Selanjutnya, penghitungan nilai hambatan dengan persamaan (2) didapatkan 5,6 Ω . Sementara penentuan besaran arus listrik dengan persamaan (1) diperoleh 1 mA, 2 mA dan 3 mA, atau tergolong arus listrik yang kecil dan tidak membahayakan manusia (Ouazani *et. al.*, 2012). Ketiganya didapatkan dari tegangan listrik 6 volt, 11 volt, dan 17 volt. Tabel 3 menjelaskan tegangan listrik V dan besaran arus listrik I yang digunakan dalam penelitian.

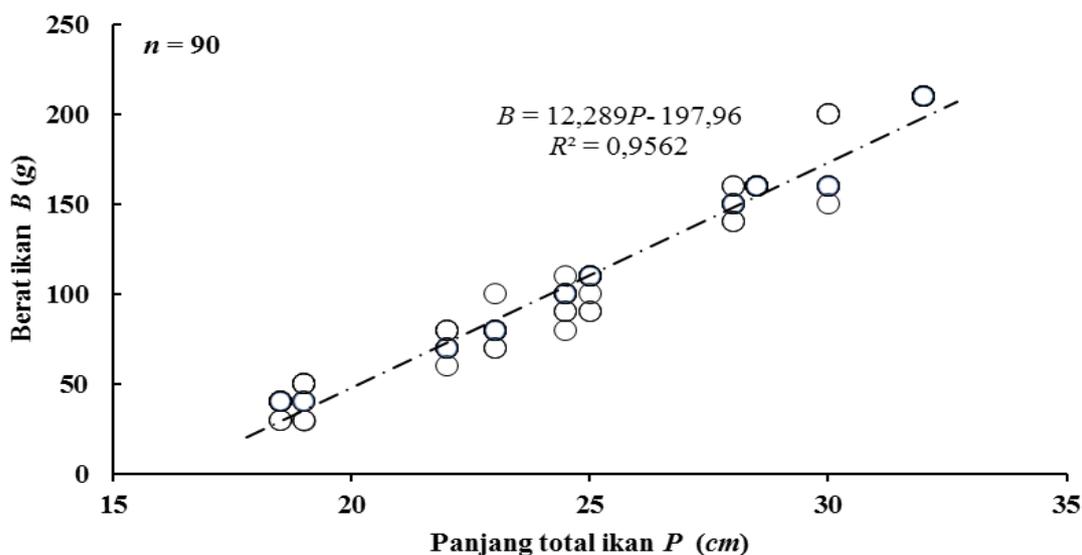
Selang Panjang dan Proporsionalitas Ukuran Tubuh Lele

Hubungan antara panjang total tubuh lele (P) dan berat (B) lele yang diuji dalam penelitian dijelaskan pada

Gambar 4. Jumlah lele yang diuji sebanyak 90 ekor yang memiliki ukuran panjang total P antara 18,5-32,5 cm dan berat B 30-210 g. Persamaan yang didapat adalah $B = 12,289P - 197,96$ dengan nilai regresi $R^2 = 0.9562$ dan nilai variabel korelasi $r = 0,98$. Artinya, berat lele akan bertambah 12,289 g untuk setiap peningkatan panjang 1 cm. Nilai $r \approx 1$ menjelaskan bahwa hubungan kedua variabel sangat erat (Santoso, 1999). Dengan demikian, seluruh lele yang diuji dalam penelitian memiliki ukuran tubuh yang proporsional. Menurut Dame (2016), berat lele siap konsumsi atau layak tangkap sekitar 1 kg/10 ekor. Jika berat setiap lele diasumsikan 100 g/ekor, maka panjang tubuh lele layak konsumsi dapat dihitung menggunakan persamaan $B = 12,289P - 197,96$, yaitu $P \geq 24,5$ cm.

Tabel 3. Tegangan V dan besaran arus listrik I yang digunakan untuk penyetruman lele.

No.	Konduktivitas S (μS)	Suhu T ($^{\circ}$)	Hambatan air R (Ω)	Tegangan V (Volt)	Arus listrik I (mA)
1.	0,00018	26,5	5,6	6	± 1
2.	0,00018	26,5	5,6	11	± 2
3.	0,00018	26,5	5,6	17	± 3



Gambar 4. Hubungan antara panjang (P) dan berat (B) lele yang diuji.

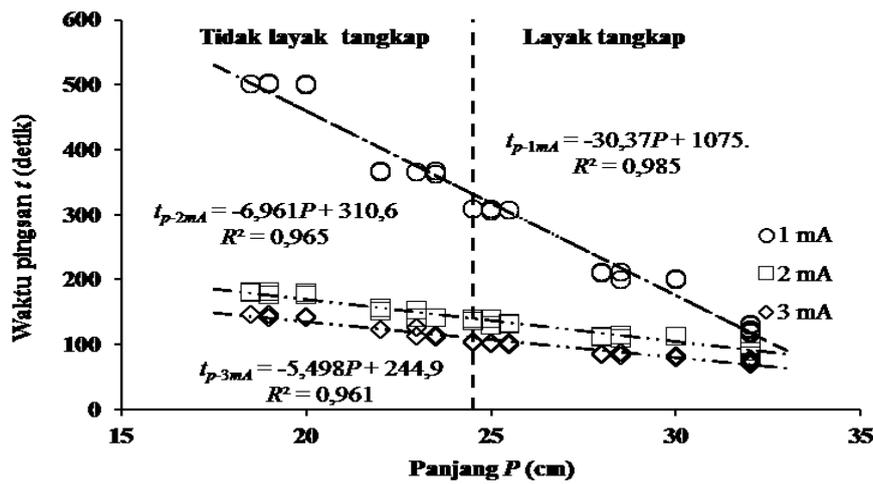
Waktu Pingsan Lele

Pengaruh penyetruman terhadap ikan adalah terpolarisasinya ion-ion yang terdapat dalam sel-sel tubuhnya. Selanjutnya arus listrik akan memberikan stimulan yang akan mengganggu keseimbangan otak, sehingga ikan akan pingsan atau mati (Willford, 1970). Vibert (1967) menjelaskan reaksi ikan akibat penyetruman, yaitu:

No.	Reaksi	Keterangan
1.	<i>Frightening effect</i>	Ikan terkejut karena terkena aliran listrik dan berusaha menjauhi elektroda;
2.	<i>Elektrotaksis</i>	Ikan berenang mendekati elektroda karena terinduksi oleh aliran listrik; dan
3.	<i>Elektronarkosis</i>	Ikan mulai bergerak lambat, karena ototnya melemah.

Penyetruman untuk mendapatkan waktu pingsan lele ditentukan mulai dari kondisi lele sadar hingga menjadi pingsan. Lele diindikasikan pingsan jika kondisi tubuhnya telah sesuai dengan kategori 3 pada Tabel 2, yaitu tubuh lele dalam kondisi kaku dan tidak ada gerakan. Kategori 1 dan 2 tidak dapat digunakan sebagai indikator pingsan, karena kondisi lele -- antara sadar dan pingsan -- sangat sulit dibedakan.

Waktu pingsan lele akibat penyetruman ditunjukkan pada Gambar 5. Penyetruman dengan arus listrik 1 mA, 2 mA dan 3 mA menghasilkan waktu pingsan yang berbeda untuk setiap ukuran panjang ikan. Hubungannya digambarkan dengan persamaan $t_{p-1mA} = -30,37P + 1075$ dengan nilai korelasi $r = 0,998$ untuk penyetruman dengan arus listrik 1 mA, $t_{p-2mA} = -6,961P + 310,6$ ($r = 0,982$; 2 mA) dan $t_{p-3mA} = -5,498P + 244,9$ ($r = 0,980$; 3 mA). Nilai korelasi r ketiganya mendekati 1 yang artinya waktu pingsan lele sangat tergantung pada ukuran panjang tubuhnya (Santoso, 1999).



Gambar 5. Hubungan antara panjang P dengan waktu pingsan t_p lele.

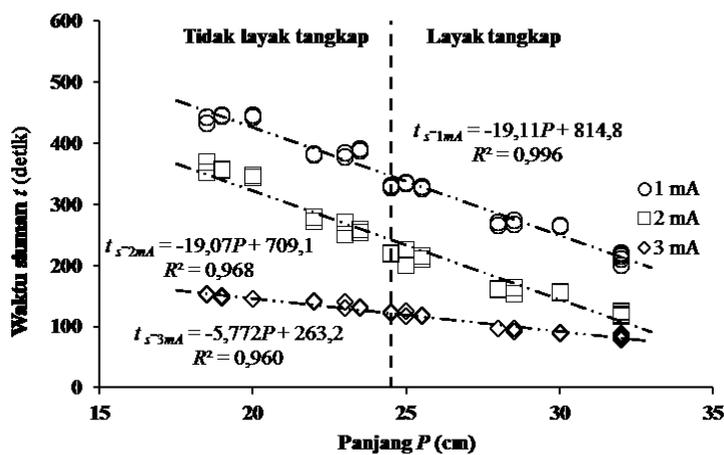
Penyetruman lele dengan arus listrik 1 mA menghasilkan waktu pingsan yang lebih lama dibandingkan dengan 2 mA dan 3 mA. Penyebabnya adalah arus listrik 1 mA tergolong arus yang lemah, sehingga lele akan lebih lama terpengaruh. Waktu pingsan lele pada setiap panjang tubuhnya juga berbeda sangat nyata, seperti ditunjukkan oleh slope pada persamaan $t_{p-1mA} = -30,37P + 1075$ yang terlihat curam (Gambar 4). Sementara waktu pingsan lele setelah disetrum dengan arus listrik 2 mA dan 3 mA tidak terlalu berbeda untuk setiap ukuran panjang, seperti ditunjukkan oleh slope pada persamaan $t_{p-2mA} = -6,961P + 310,6$ dan $t_{p-3mA} = -5,498P + 244,9$.

Lele berukuran panjang < 24,5 cm belum layak tangkap karena belum memiliki nilai ekonomi yang baik sehingga sebaiknya tidak ditangkap. Oleh karenanya, waktu penyetruman harus diperhatikan agar hanya lele berukuran layak tangkap saja yang pingsan. Waktu penyetruman lele dengan arus listrik 1 mA berkisar antara 120-309 detik. Penyetruman selama lebih dari 309 detik akan menyebabkan lele berukuran layak tangkap akan mati. Pengaruh lainnya adalah lele berukuran tidak layak tangkap mulai terpengaruh aliran listrik dan ikut pingsan. Waktu penyetruman dengan 2 besaran arus listrik lainnya, yaitu 2 mA sebaiknya antara 83 – 140 detik dan 3 mA antara 70 – 104 detik. Penyetruman dengan

kedua arus listrik masing-masing tidak boleh lebih dari 140 detik dan 104 detik.

Waktu Siuman

Penyetruman terhadap lele mengakibatkan fungsi otot-otot tubuhnya terganggu. Selanjutnya, tubuh lele menjadi lemas dan akhirnya pingsan. Lele dapat kembali pulih jika penyetruman dihentikan beberapa saat, karena proses metabolisme tubuhnya kembali normal. Tandanya adalah operkulumnya mulai bergerak untuk melakukan pernapasan dan responsif terhadap rangsang (Sukmiwati dan Sari, 2007). Pengaruh penyetruman dengan besaran arus listrik yang sama terhadap lele berbagai ukuran panjang tubuh menghasilkan waktu pulih yang berbeda (Gambar 6). Lele berukuran tubuh lebih besar akan lebih cepat siuman dibandingkan dengan lele berukuran kecil. Waktu penyetruman yang semakin lama ternyata menyebabkan waktu pingsan dan pulihnya juga semakin lama (Wijayanti *et. al.*, 2011). Menurutny, ikan berukuran kecil sebenarnya lebih tahan terhadap penyetruman. Namun demikian, waktu penyetruman yang terlalu lama mengakibatkan terjadinya kerusakan motorik yang lebih banyak dibandingkan dengan ikan berukuran lebih besar, sehingga waktu siumannya menjadi lebih lama.



Gambar 6. Hubungan antara panjang P dengan waktu siuman t_s lele

Hubungan antara waktu siuman dan panjang lele akibat penyetruman dengan arus 1 mA, 2 mA dan 3 mA dijelaskan oleh persamaan $t_{s-1mA} = -19,11P + 814,8$; $t_{s-2mA} = -19,107P + 709,1$ dan $t_{s-3mA} = -5,772P + 263,2$. Nilai korelasi ketiganya masing-masing adalah $r = 0,998$; $0,984$ dan $0,984$, atau ketiganya mendekati 1. Artinya, waktu siuman lele sangat dipengaruhi oleh ukuran panjang tubuhnya (Santoso, 1999).

Persamaan yang menjelaskan efek penyetruman terhadap waktu siuman dengan arus listrik 1 mA dan 2 mA memiliki slope yang lebih curam dibandingkan dengan 3 mA. Waktu siuman lele menjadi berkurang dengan cepat seiring dengan pertambahan panjang tubuhnya. Sementara waktu siuman lele akibat penyetruman dengan arus listrik 3 mA berkurang sedikit demi sedikit.

Hasil penelitian membuktikan bahwa peningkatan besaran arus listrik untuk penyetruman lele akan diikuti oleh penurunan waktu pingsannya. Penyetruman lele dengan arus listrik 1 mA mengakibatkan waktu siuman lele berkisar antara 200-446 detik, 2 mA (117-369 detik) dan 3 mA (79-153 detik).

Besaran Arus Listrik Pilihan

Uji statistik *Kruskal-Wallis* terhadap waktu pingsan dan siuman berdasarkan 3 besaran arus listrik yang digunakan, yaitu 1 mA, 2 mA dan 3 mA, mendapatkan nilai $P_{value} = 0,025$, atau lebih kecil dari $\alpha = 0,05$. Oleh karenanya, H_0 ditolak dan kesimpulannya adalah penyetruman lele dengan ketiga arus menunjukkan perbedaan waktu pingsan dan siuman yang nyata. Hasil uji *Mann-Whitney* juga membuktikan bahwa penyetruman dengan ketiga arus menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan. Namun demikian, besaran arus listrik yang terbaik dari ketiganya harus ditentukan, terutama untuk penyetruman lele berukuran layak konsumsi.

Tiga kriteria yang diinginkan dalam penyetruman lele adalah waktu penyetruman cepat, waktu pingsan cepat dan

waktu siumannya lama. Pengaruh waktu penyetruman yang cepat terutama berhubungan dengan manusia yang mengoperasikan alat penyetrumnya. Arus listrik sekecil apapun akan memberikan efek negatif jika mengenai tubuh manusia. Oleh karenanya, penyetruman yang cepat menyebabkan aliran listrik yang mengenai tubuh manusia menjadi semakin singkat, sehingga bahayanya dapat dikurangi. Selanjutnya, waktu pingsan yang cepat akan mengurangi kerusakan otot-otot dalam tubuh lele, sehingga kualitasnya akan tetap terjaga. Adapun waktu pulih yang lama akan memberikan keuntungan waktu yang cukup untuk menangkap lele.

Tabel 4 menjelaskan waktu pingsan dan siuman lele akibat penyetruman dengan arus listrik 1 mA, 2 mA dan 3 mA. Penyetruman dengan arus 1 mA menjadikan waktu siuman lele lebih lama dibandingkan dengan kedua arus lainnya. Kelemahannya adalah waktu pingsannya juga sangat lama, sehingga kualitas dagingnya diragukan dan membahayakan penggunaannya. Arus listrik 2 mA untuk penyetruman dapat menjadi pilihan, karena waktu pingsan lele tidak terlalu berbeda jauh dengan penyetruman 3 mA. Kelebihannya adalah waktu siuman lele lebih lama dan pengaruh negatifnya terhadap manusia sedikit lebih rendah.

Besaran arus listrik 2 mA dapat digunakan untuk penyetruman lele pada semua jenis perairan, meskipun setiap jenis perairan memiliki nilai konduktivitas yang berbeda dan sangat mempengaruhi besaran arus penyetrumannya. Menurut Irwan dan Afdal (2016), nilai konduktivitas sungai sekitar $139,1 \mu S$ dan danau $80,6 \mu S$. Dengan demikian, besaran arus penyetrumannya harus dihitung menggunakan persamaan (1) dan (2). Tabel 5 menerangkan hasil perhitungan hambatan (R) dan tegangan listrik (V) untuk mendapatkan besaran arus listrik (I) 2 mA jika penyetruman dilakukan di sungai dan danau.

Tabel 4. Waktu pingsan dan siuman lele

Arus (mA)	Waktu pingsan (detik)		Waktu siuman (detik)	
	Tidak layak tangkap	Layak tangkap	Tidak layak tangkap	Layak tangkap
1	363-503	120-309	380-446	200-335
2	141-182	83-140	251-369	117-225
3	111-147	70-104	130-153	79-125

Tabel 5. Tegangan listrik V alat penyetrum jika digunakan di perairan sungai dan danau dengan besaran arus listrik $I = 2 mA$.

No.	Jenis perairan	Konduktivitas S (μS)	Suhu T ($^{\circ}$)	Hambatan air R (Ω)	Tegangan V ($Volt$)	Arus listrik I (mA)
1.	Sungai	0,000139	28,5	7.194,24	14,39	2
2.	Danau	0,000800	23,5	1.250	2,500	2

KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian adalah penyetruman lele sebaiknya menggunakan arus listrik 2 mA, karena aman bagi manusia dan efektif untuk menyetrum lele. Waktu pingsan lele berukuran layak tangkap antara 83 – 140 detik, atau lebih cepat dibandingkan dengan 1 mA (120-309 detik), sedangkan waktu siumannya 117-225 detik atau lebih lama dari 3 mA (79-125 detik).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Nur Fitriyono dari Departemen Manajemen Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB yang telah banyak membantu penelitian. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Bani – Pembudidaya lele di Desa Cibanteng, Bogor -- yang selalu siap menyediakan lele berbagai ukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Arnaya, I.N. (1980). *Suatu studi tentang electrical fishing dan kemungkinan pengembangannya di Indonesia*. Karya Ilmiah (tidak dipublikasikan). Bogor: Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor
- Dame, C.K.. (2016). Sistem pemasaran ikan lele konsumsi di Kecamatan Parung, Kabupaten Bogor. Skripsi (tidak dipublikasikan). Bogor: Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor.
- Giancoli, D.C. (1988). *Physics*. Fifth edition, Vol 2. New Jersey: Prentice Hall Englewood cliffs.
- Hendriana, A. (2010). *Pembesaran lele di kolam terpal*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Irwan, F., & Afdal. (2016). Analisis hubungan konduktivitas listrik dengan *total dissolved solid* (TDS) dan temperatur pada beberapa jenis air. *Jurnal Fisika Unand*, 5(1), 85-93.
- Kurniawan, A., Nugroho, A.T., Hermawan, A., Purnomo, Y.B.A., Wibowo, D.A., Saputra, N.Q., Hermawan, H.N., & Darumaya. (2008). Identifikasi kualitas air berdasarkan nilai resistivitas air. *Studi Kasus: Kali Gajah Wong*. *Masyarakat Ilmu Bumi Indonesia*, 1(E-3). 1-15.
- Mahyudin, K. (2007). *Panduan lengkap agribisnis lele*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Matayfel, B.P., & Radakov, D.V. (1973). *Pola behavior ikan sebagai dasar aplikasi dan perancangan fishing gear* (translated from English by W. Gunarso). Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Matjik, A.S., & Sumertajaya, M. (2000). *Perancangan percobaan dengan aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor: IPB Press.
- McFarland, W.N. (1959). *A Study of the effects of anesthetics on behavior and Physiology of Fishes*. *Inst. Mar. Sci.*, 6, 23-55.
- Ouazani, A., Khellassi, A., & Habi, I. (2012). The effect of electric current on the human body. *International Conference on Systems, Signal Processing and Electronics Engineering (ICSSEE'2012)* December 26-27. Dubai (UAE).
- Primadona, R. Lestari, S., & Baehaki, A. (2017). Pengaruh pemberian kuat arus listrik terhadap tingkat kelulusan hidup pada transportasi kering benih ikan lele (*Clarias* sp.). *Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 6 (2), 145-152.
- Puspito, G. (2008). Pengaruh penyetruman terhadap waktu pingsan dan siuman ikan patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Mangrove dan Pesisir*, 8(2), 24-32.
- Republik Indonesia. (2004). *Undang-undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan*. Jakarta: Lembaran RI tahun 2004 Nomor 118.
- Santoso, S. (1999). *PSS (Statistical Product and Service Solutions)*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sternin, V.C., Nikonorov, & Bumeistar, Y.K. (1972). *Electrical Fishing: Theory and Practice*. Jerusalem: Israel Program for Scientific Translation.
- Sukmiwati, M., & Sari, N.I. (2007). Pengaruh konsentrasi ekstrak biji karet (*Havea branciliensis* Muel. ARG) sebagai pembius terhadap aktivitas dan kelulusan hidup ikan mas (*Cyprinus carpio*, L) selama transportasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 12(1), 23-29.
- Vibert, R. (1967). *Fishing with electricity: Its application to biology & management*. London: FAO Fishing News Books Ltd.
- Wijayanti, I., Tapotubun, E.J., Salim, A., Nuer'aunahu, N., Litaay, C., Putri, R.M.S., Kaya, A.O.W., & Suwandi, R. (2011). Pengaruh temperatur terhadap kondisi anestesi pada bawal tawar *Colossoma macropomum* dan lobster tawar *Cherax quaricarinatus*. *Prosiding Seminar Nasional: Pengembangan Pulau-pulau Kecil*, 67-76.
- Willford, W.A. (1970). Effect of MS-222 on electrolyte and water content in the brain rainbow trout. *Investigation in Fish Control*. No. 43. US: US Bureau of Sport Fisheries and Wildlife.