

## POLA AGREGASI IKAN PELAGIS TERHADAP PENGARUH CAHAYA PADA ALAT TANGKAP MINI PURSE SEINE

Mohammad Natsir dan Mahiswara

Peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

Teregistrasi I tanggal: 20 Juli 2007; Diterima setelah perbaikan tanggal: 15 Pebruari 2010;

Disetujui terbit tanggal: 25 Pebruari 2010

### ABSTRAK

Penggunaan akustik dalam pengkuantifikasian pengelompokan ikan telah banyak digunakan dalam penelitian bertema kajian sumber daya perikanan. Teknologi akustik telah berkembang dengan pesat dan begitu pula dengan akurasinya. Penelitian ini dilakukan dengan metode akustik dan mini *purse seine* untuk mengamati pola agregasi dan variabilitas densitas ikan pelagis terhadap pengaruh stimulus cahaya. Pengamatan dilakukan di perairan Pemalang, Jawa Tengah pada tanggal 14-18 September 2004, terbagi dalam tiga perlakuan daya dan jenis lampu yaitu enam buah lampu jenis merkuri 400 watt, dua buah lampu jenis galaksi dengan daya 500 watt dikombinasi lima buah lampu merkuri 400 watt, terakhir adalah menggunakan stimulus dua buah lampu jenis galaksi 500 watt dikombinasi enam buah lampu merkuri 400 watt. Pengumpulan data akustik dilakukan dengan menggunakan *portable scientific echosounder* SIMRAD EY 500 dengan transduser 38 kHz. Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan *quantummeter*. Pada saat penelitian dilakukan juga pengambilan contoh dan pengamatan biologi hasil tangkapan dengan menggunakan alat pengambilan contoh berupa mini *purse seine*. Aspek biologi yang diamati meliputi identifikasi spesies, pengukuran ukuran, dan bobot hasil tangkapan. Hasil analisis menunjukkan bahwa ikan-ikan dengan *target strength* kecil akan lebih cepat tertarik mendekati pusat cahaya pada awal penyinaran. Ikan-ikan dengan *target strength* yang besar cenderung berada pada daerah transisi (*transition zone*) antara gelap dan terang. Jarak terhadap sumber cahaya mempengaruhi pengelompokan ikan, semakin jauh terhadap sumber cahaya nilai kepadatan kelompok ikan cenderung menurun. Terlihat adanya waktu jenuh dari ketertarikan ikan terhadap cahaya, di mana terlihat jumlah kepadatan ikan yang berada di bawah sumber cahaya relatif tetap atau bahkan cenderung menurun.

**KATA KUNCI:** *target strength, pola agregasi, respon, stimulus, daerah transisi*

**ABSTRACT:** *Pelagic fish aggregation pattern under light stimulus of mini purse seine operation. By: Mohammad Natsir and Mahiswara*

*Acoustic has been used to study about the quantifications of fish aggregation in fisheries research. Acoustic technology was rapidly developed and followed by its accuracy. This study was using acoustic technique and mini purse seine to observe aggregation pattern and density variability from pelagic fish under light stimulus. Research was conducted in Pemalang-Central Java Waters from September 14<sup>th</sup>-18<sup>th</sup> 2004. The study was conducted on a light boat with 3 different light stimulus; 6 number of 400 watt mercury lamps, 5 number of 400 watt mercury lamps combine with 2 flood-lights (1,000 watt metal halide lamp) and 6 number of 400 watt mercury lamps combine with 2 flood-lights. Acoustic data was collected using portable scientific echosounder SIMRAD EY 500 with 38 kHz split beam acoustic transducer. Light intensity measurement was conducted using quantummeter. Simultaneously with the other measurement, biological sampling also conducted using mini purse seine. Biological aspect observation consist of species identification, length distribution and also the weight of the catch. Result from the observation shows that fishes with small target strength was more attracted to the light stimulus during the early setting. Big fishes tend to occupy the area between light zone and dark zone (transition zone). The distance from the light plays important effect to fish density, fish density was decreasing when the distance increased. From the correlation between duration of the operation and the density, there is saturation time in every operations, the density was more stable or gradually decreasing on that point.*

**KEYWORDS:** *target strength, aggregation patterns, responses, stimulus, transition zone*

### PENDAHULUAN

Perairan pantai utara Jawa Tengah merupakan salah satu daerah produksi perikanan laut yang utama

di Indonesia dengan potensi ikan pelagis yang cukup besar. Ikan pelagis kecil banyak dieksploitasi di sepanjang pantai utara Jawa baik itu dalam skala kecil, menengah, dan besar dengan menggunakan

alat tangkap *purse seine*. Perkembangan perikanan *purse seine* semakin cepat menyusul diberlakukannya pelarangan operasi *trawl* pada tahun 1980-an dan semakin berkembang pada tahun 1990-an (Morgan & Staples, 2006).

Penggunaan cahaya pada operasi penangkapan ikan dengan *purse seine* sudah lama digunakan oleh nelayan, penelitian-penelitian untuk mengetahui pengaruh stimulus cahaya terhadap pengelompokan ikan dengan berbagai pendekatan telah banyak dilakukan, salah satu pendekatan yang banyak dilakukan adalah pendekatan akustik dikombinasi dengan alat tangkap, diantaranya Alam (2002), yang melakukan penelitian dengan obyek bagan (*stationary liftnet*).

Tertariknya ikan terhadap cahaya merupakan suatu fenomena yang menarik untuk dikaji. Beberapa pandangan secara teoritis tentang hal ini mengatakan bahwa ikan mempunyai sifat fototaksis positif, mencari intensitas cahaya yang optimum, *investigatory reflex* atau *instinct behaviour*, mencari makan, untuk bergerombol serta disorientasi sebagai akibat kondisi dari gradien intensitas cahaya di bawah air (Yami, 1976). Fenomena tersebut dapat dijadikan sebagai suatu pendekatan untuk mengkaji tingkah laku dari pola gerombolan ikan di bawah cahaya lampu dengan intensitas cahaya (jumlah lampu) yang berbeda.

Dewasa ini perkembangan metode akustik terus mengalami kemajuan yang pesat baik dalam penyempurnaan peralatan maupun dalam bidang pengolahan sinyal lanjutan. Metode akustik merupakan metode yang memanfaatkan gelombang suara untuk mendeteksi obyek dalam suatu medium (dalam hal ini air laut). Dalam bidang perikanan metode ini dapat dipakai untuk mendeteksi stok ikan. Penggunaan akustik dalam penelitian tingkah laku ikan semakin luas, di antaranya untuk studi migrasi ikan secara vertikal dan horisontal, misalnya untuk penelitian mengenai kecepatan renang dan tingkah laku ikan (Arrhenius *et al.*, 2000, Torgersen & Kaartvedt, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola agregasi ikan pelagis terhadap pengaruh cahaya pada alat tangkap mini *purse seine* melalui pendekatan akustik, dikombinasikan dengan alat tangkap mini *purse seine*. Hasil penelitian diharapkan dapat diperoleh informasi yang berhubungan dengan pola gerombolan ikan di bawah cahaya lampu, sebaran *target strength* ikan tunggal dan besarnya densitas kelompok ikan menurut periode jarak dan waktu dengan intensitas (jumlah lampu) yang berbeda.

Hasil dari studi ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang variabilitas dan pola agregasi dan sebaran gerombolan ikan di bawah beberapa nilai intensitas cahaya lampu yang berbeda. Selanjutnya diharapkan dapat diperoleh informasi tentang intensitas cahaya optimum pada alat tangkap mini *purse seine* sebagai dasar pertimbangan pada nelayan tentang penggunaan alat bantu cahaya. Hal ini berkaitan dengan penggunaan intensitas cahaya lampu dan pengaruhnya terhadap tingkah laku ikan sehingga dapat diketahui informasi rentang intensitas cahaya yang dapat mendukung eksploitasi sumber daya yang berkelanjutan. Tulisan ini akan menampilkan hasil pengamatan akustik terhadap perubahan pola agregasi berupa perubahan nilai integrasi dan deskripsi *echogram* dari gerombolan ikan di bawah pengaruh cahaya pada alat tangkap mini *purse seine* yang beroperasi di pantai utara Jawa.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian pengamatan sebaran ikan pada kapal lampu dengan alat tangkap *mini purse seine* dilakukan di perairan pantai Pemalang, Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan dalam tiga pengamatan, pengamatan tahap pertama dilakukan pada tanggal 14-15 September 2004 pada lokasi dengan titik koordinat 6°46'117"LS, 109°19'101"BT dengan menggunakan stimulus enam buah lampu jenis merkuri dengan daya 400 watt yang selanjutnya disebut dengan lampu I. Pengamatan kedua dilakukan pada tanggal 15-16 September 2004 dengan titik koordinat 6°45'342"LS, 109°18'227"BT dengan menggunakan stimulus dua buah lampu jenis galaksi dengan daya 500 watt dan lima buah lampu merkuri 400 watt, pengamatan ini selanjutnya disebut sebagai lampu II. Penelitian hari ketiga dilakukan pada tanggal 17-18 September 2004 dengan titik koordinat 6°46'322"LS, 109°25'262"BT dengan menggunakan dua buah lampu jenis galaksi dengan daya 500 watt dikombinasi dengan enam buah lampu merkuri 400 watt, yang selanjutnya disebut sebagai lampu III.

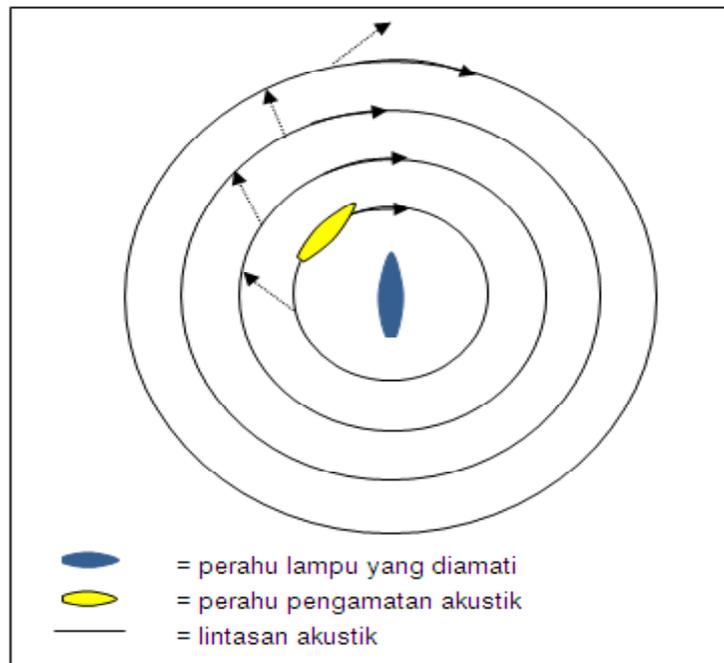
Pengumpulan data akustik dilakukan dengan menggunakan *portable scientific echosounder* SIMRAD EY 500 dengan *transducer split beam acoustic system* yang berfrekuensi 38 kHz yang dilengkapi dengan satu unit komputer untuk merekam data yang diperoleh dari *echosounder* (SIMRAD EY 500, 1997). Data akustik tersebut direkam secara terus-menerus dalam *hard disk* komputer.

Data yang diperoleh di lapangan merupakan data dengan format data gram kemudian diubah menjadi data *threshold* agar dapat dianalisis dengan

menggunakan perangkat lunak EP 500. (SIMRAD, 1993b). Perolehan data akustik dilakukan dengan metode pengintegrasian *echo* secara terus-menerus dengan menggunakan *target strength threshold* -70 dB dan *SV threshold* -80 dB, dengan interval *target strength* -3 dB.

Pengamatan dilakukan dengan dua pendekatan, pendekatan pertama dilakukan dengan metode tetap (*stationer*) pada saat kapal memasang lampu, pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui pola pengerombolan ikan di bawah cahaya terhadap lamanya periode penyinaran. Data pada pengamatan ini berbasis waktu dan *ping*, dalam analisis dilakukan integrasi dari sasaran jamak (*multitarget*) dan pengamatan sasaran tunggal dengan menggunakan *ping to ping* analisis.

Pengamatan kedua dilakukan dengan menggunakan trek yang berbentuk lingkaran atau *circular transect* (MacLennan & Simmonds, 1992) yang dimodifikasi sesuai dengan kondisi arus dan posisi kapal yang akan diamati. Pengamatan ini berbasis pada posisi geografis sebagai penentuan jarak pengamatan terhadap sumber cahaya dan bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh cahaya terhadap pengerombolan ikan di sekitar kapal lampu. Kedua bentuk pengamatan tersebut dilakukan dengan menggunakan kapal sopek dengan *transducer* dipasang pada sisi kiri kapal dengan sistem *side mounted*. Bentuk lintasan pengambilan data akustik dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil pengintegrasian nilai kepadatan ikan dikatakan dalam satuan NASC ( $m^2/nmil^2$ ) atau lebih lazim dikenal sebagai nilai SA.



Gambar 1. Bentuk lintasan jalur pengambilan data akustik.  
Figure 1. Track design of the acoustic sampling.

Pengukuran intensitas cahaya dilakukan dengan menggunakan *underwater quantummeter* LICOR tipe LI-250. Analisis terhadap hasil pengukuran ini berupa analisis grafikal dan interpolasi dari hasil pengukuran tersebut untuk mendapatkan sebaran vertikal dan horisontal dari sumber cahaya untuk masing-masing perlakuan stimulus yang dilakukan selain pengamatan akustik dan pengukuran cahaya dilakukan juga pengambilan contoh dan pengamatan biologi hasil tangkapan dengan alat tangkap mini *purse seine*. Aspek biologi yang diamati meliputi identifikasi spesies, distribusi ukuran hasil tangkapan, dan bobot hasil tangkapan.

## HASIL DAN BAHASAN

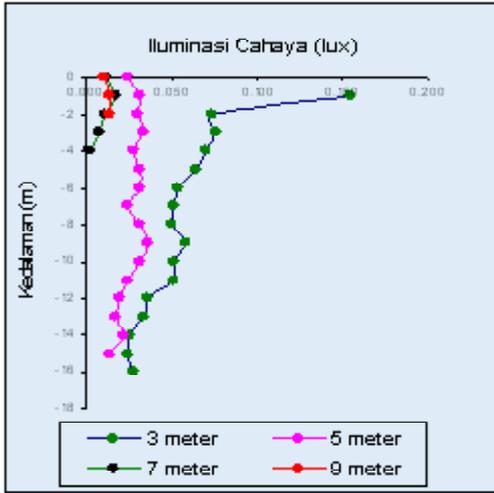
### Sebaran Intensitas Cahaya

Dari hasil pengukuran intensitas cahaya pada masing-masing perlakuan daya lampu didapatkan sebaran intensitas cahaya secara vertikal dan horisontal. Sebaran intensitas terlihat mengikuti pola yang sudah umum yaitu merambat dan berkurang intensitasnya secara eksponensial seiring dengan bertambahnya kedalaman perairan.

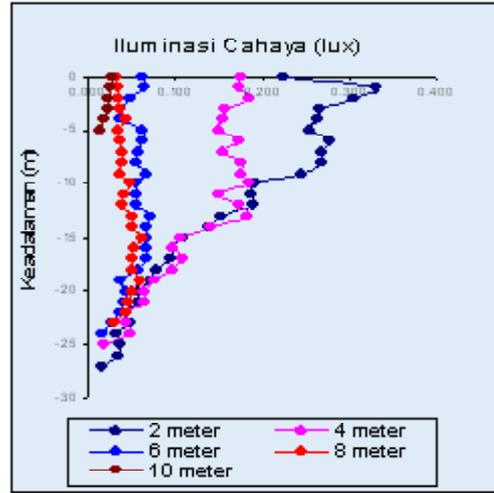
Jangkauan sebaran nilai intensitas yang terukur secara horisontal terlihat bervariasi menurut intensitas

sumber cahaya, dan kondisi perairan pada saat pengukuran. Pada Gambar 2 terlihat bahwa intensitas tertinggi terukur pada perlakuan lampu II, dengan nilai pengukuran berkisar antara 0-0,3 mmol/m<sup>2</sup> atau

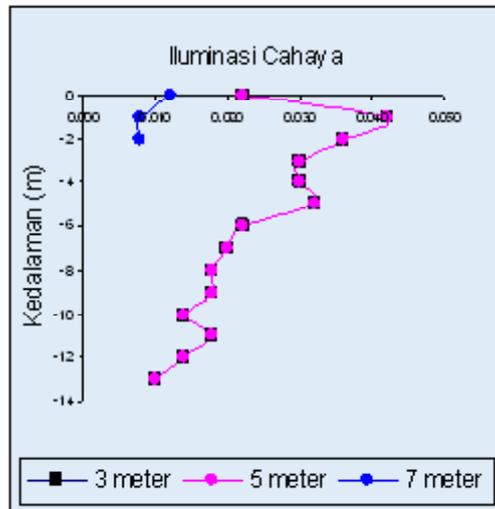
sekitar 30 lux pada jarak pengukuran 2 m dari sumber cahaya. Intensitas cahaya terukur maksimal sampai jarak 25 m dari sumber cahaya perambatan intensitas ini.



A. Lampu I (enam lampu merkuri 400 watt).



B. Lampu II (dua lampu galaksi 500 watt dan lima lampu merkuri 400 watt).



C. Lampu III (dua lampu galaksi 500 watt dan enam lampu merkuri 400 watt).

Gambar 2. Sebaran vertikal intensitas cahaya (plot asli hasil pengukuran).  
 Figure 2. Vertical distribution of light intensity (original plot from measurement result).

**Sebaran Horisontal Densitas Akustik di Sekitar Sumber Cahaya**

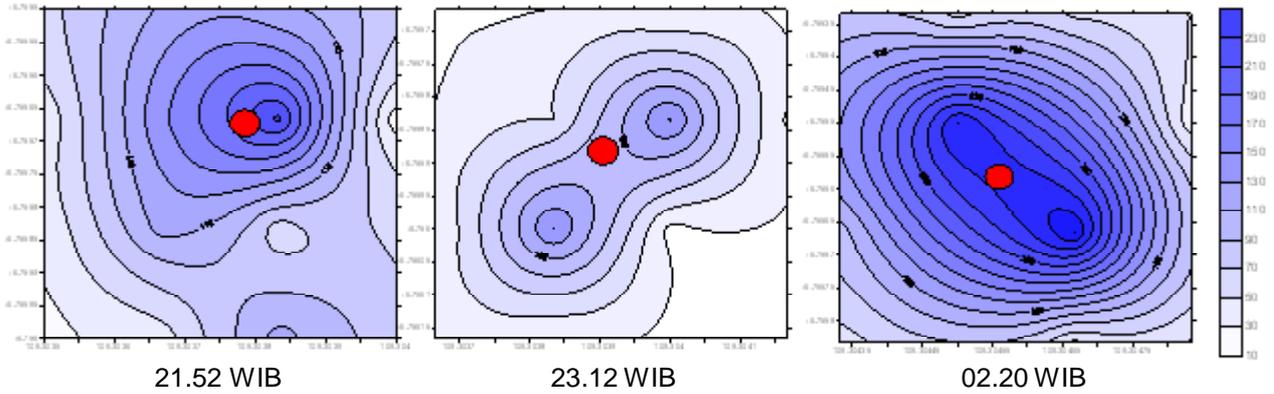
Dari hasil analisis data akustik dapat diperoleh sebaran nilai kepadatan ikan pelagis yang berbasis pada posisi geografis. Analisis dilakukan dengan mengintegrasikan per 10 m panjang sapuan, jarak antara nilai kepadatan ikan dengan sumber cahaya

diperoleh dengan menggunakan perhitungan berdasarkan pada selisih dari posisi geografis pengambilan contoh akustik dengan posisi geografis dari sumber cahaya. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan yang sudah lazim digunakan sebelumnya dalam penentuan jarak dari suatu titik tertentu yang memiliki posisi geografis yang sudah spesifik.

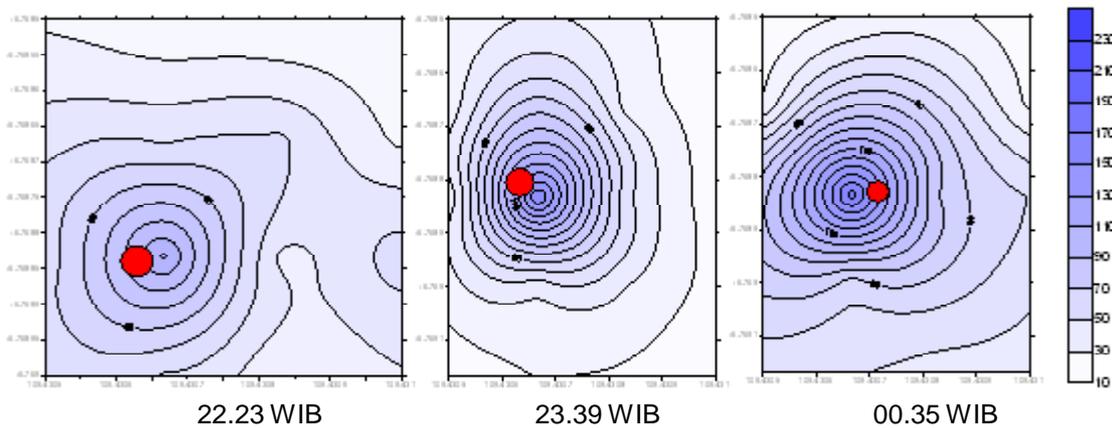
Plot sebaran kepadatan ikan dilakukan berdasarkan pada posisi geografis, hasil *kriging* dari data kepadatan dapat dilihat pada Gambar 3a dan 3b. Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi ikan - ikan yang berkumpul di sekitar

sumber cahaya cenderung menurun semakin menjauhi pusat cahaya. Nilai kepadatan ikan yang diperoleh dari pendeteksian pada lampu II terlihat paling tinggi dibandingkan dengan lampu I dan III.

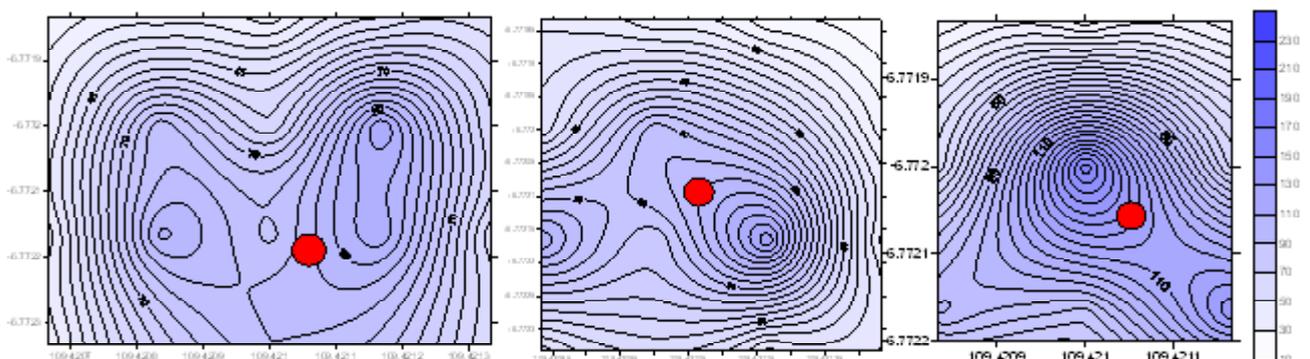
Lampu I



Lampu II



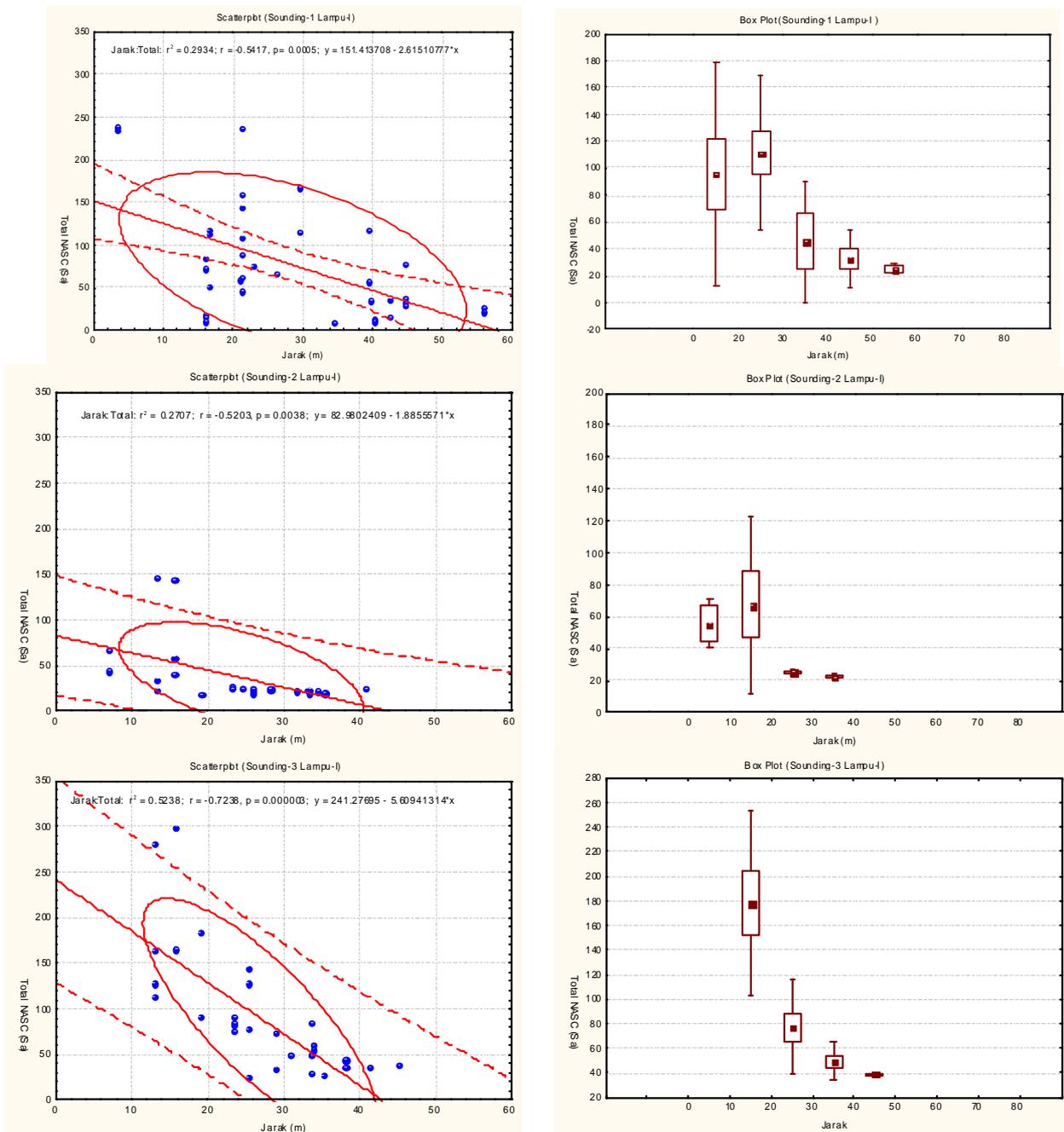
Gambar 3a. Sebaran kepadatan ikan pelagis di sekitar sumber cahaya (lampu I dan II).  
Figure 3a. Fish density distribution around the light source (lampu I and II).



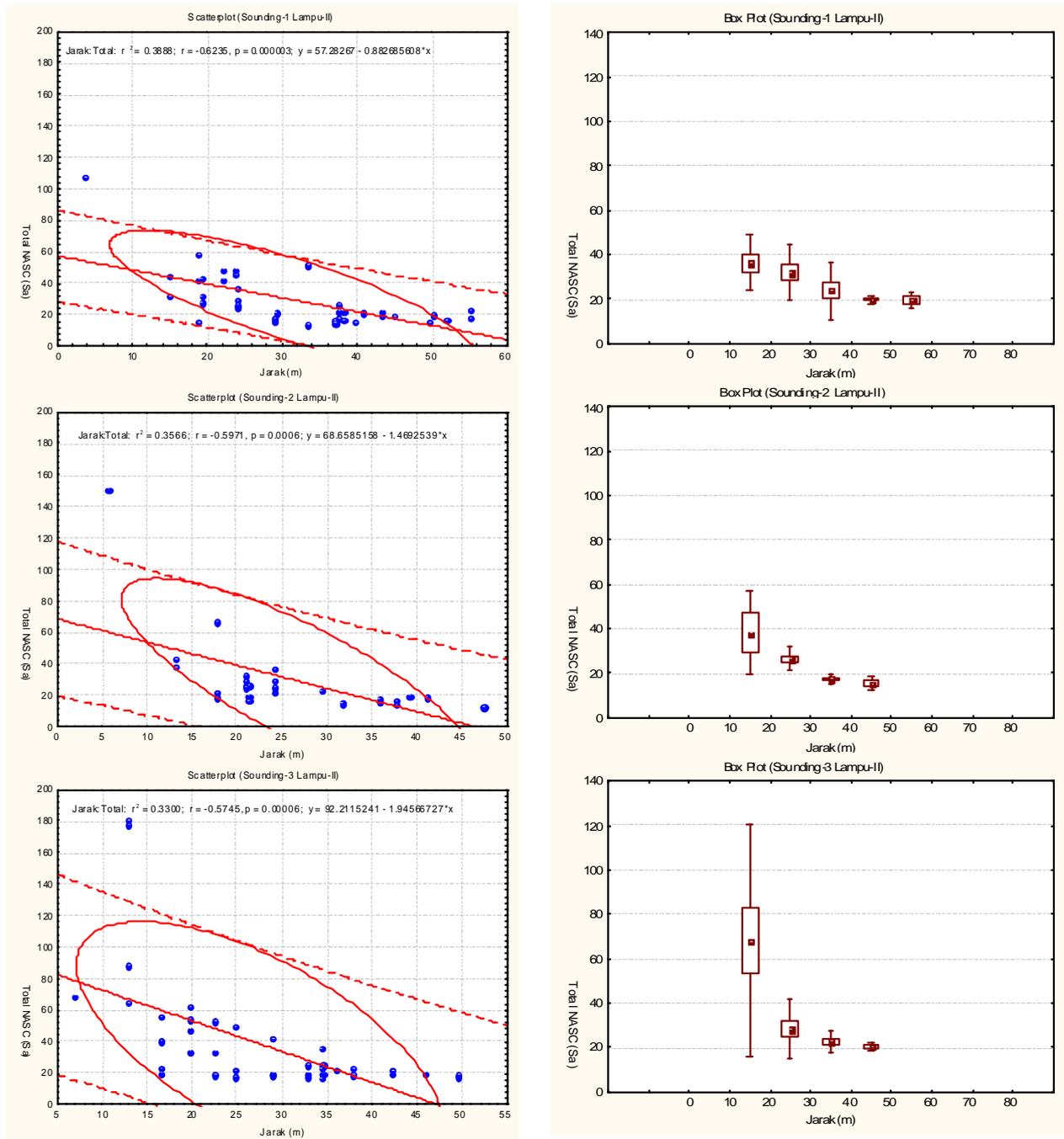
Gambar 3b. Sebaran kepadatan ikan pelagis di sekitar sumber cahaya (lampu III).  
Figure 3b. Fish density distribution around the light source (lampu III).

Pola konsentrasi dari kepadatan ikan hasil pengambilan contoh akustik pertama, kedua, dan ketiga terlihat memiliki pola yang cenderung meningkat. Gerombolan ikan pada pengambilan contoh akustik pertama nilai kepadatannya relatif kecil dan belum terkonsentrasi di sekitar sumber cahaya. Saat pengambilan contoh akustik kedua terlihat besaran kepadatan ikan meningkat dan mulai terkonsentrasi di sekitar sumber cahaya. Pada pengambilan contoh akustik ketiga konsentrasi ikan di sekitar sumber cahaya terlihat semakin stabil dan memiliki nilai kepadatan yang relatif tinggi.

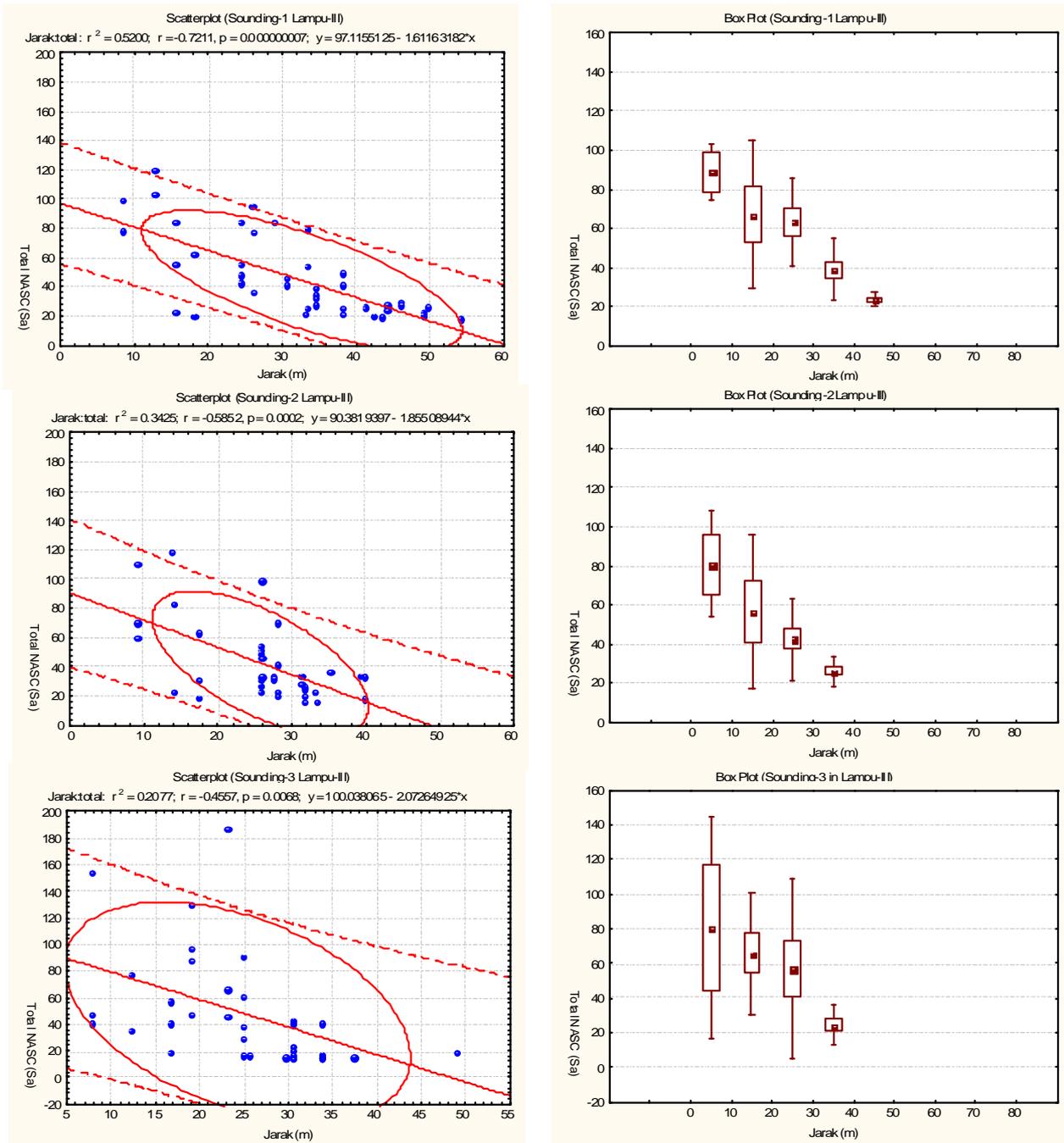
Variabilitas kepadatan ikan berdasarkan pada jarak dari sumber cahaya untuk ketiga perlakuan lampu dapat dilihat pada Gambar 4, 5, dan 6. Pada gambar tersebut terlihat bahwa jarak terhadap sumber cahaya mempengaruhi nilai kepadatan yang terdeteksi. Hubungan *linear* antara kepadatan ikan dan jarak pengukuran yang disajikan bersifat deskriptif untuk melihat *trend* dan pola dari respon kepadatan ikan terhadap jarak dengan sumber cahaya.



Gambar 4. Plot variasi nilai integrasi terhadap jarak penyinaran untuk lampu I.  
 Figure 4. Variation plot from integration value to light distance for lampu I.



Gambar 5. Plot variasi nilai integrasi terhadap jarak penyinaran untuk lampu II.  
 Figure 5. Variation plot from integration value to light distance for lampu II.



Gambar 6. Plot variasi nilai integrasi terhadap jarak penyinaran untuk lampu III.  
 Figure 6. Variation plot from integration value to light distance for lampu III.

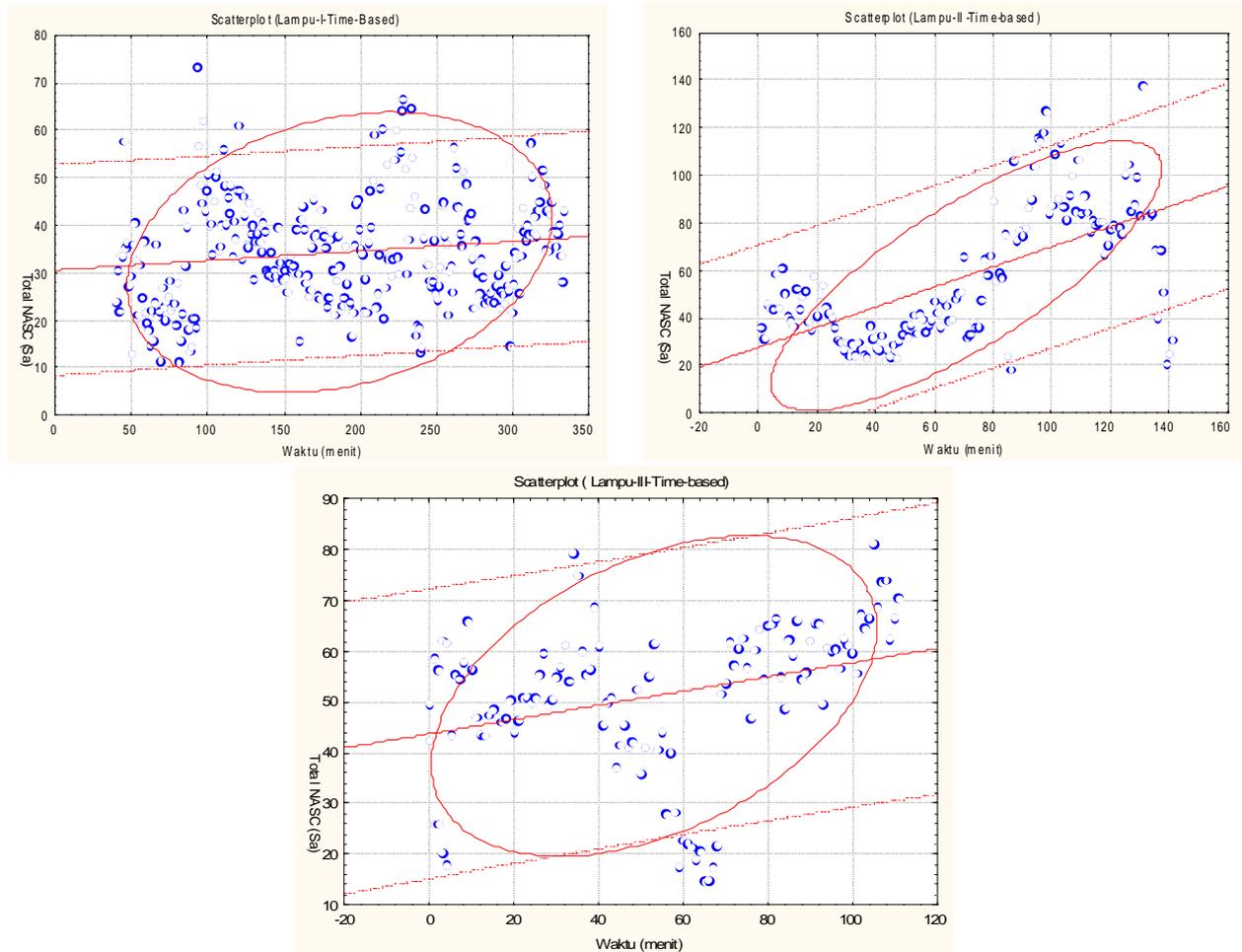
Grafik *Box plot* dan *scatter* untuk ketiga jenis perlakuan menunjukkan bahwa pola sebaran densitas terlihat semakin menurun sesuai dengan bertambahnya jarak terhadap sumber cahaya, jangkauan maksimal intensitas cahaya yang mempengaruhi pengumpulan ikan berkisar antara 40-50 m. Konsentrasi kepadatan tiap pengambilan contoh akustik yang dilakukan terlihat memiliki

perbedaan pola. Pada pengambilan contoh akustik I terlihat gerombolan ikan yang berada pada jarak lebih dari 50 m (*box plot* Gambar 4, 5, dan 6). Pada pengambilan contoh akustik II dan III ikan-ikan sudah terkonsentrasi pada radius 0-40 m dengan nilai densitas yang lebih tinggi dari pengambilan contoh akustik sebelumnya.

### Variabilitas Densitas Menurut Waktu Pengamatan

Secara umum, variabilitas densitas terhadap waktu penyinarannya menunjukkan bahwa kepadatan bertambah seiring dengan bertambahnya waktu penyinaran. Pada perlakuan lampu I terlihat adanya titik jenuh (*saturation time*) di mana nilai densitas cenderung stabil atau bahkan mengalami penurunan. Pada grafik dan data dapat diestimasi *saturation time*

untuk perlakuan lampu I adalah 270 menit. Variabilitas densitas terlihat naik turun di beberapa titik waktu, hal ini disebabkan tingkah laku ikan yang kadang mengerombol di bawah cahaya kemudian keluar dan masuk kembali ke daerah deteksi akustik, tingkah laku ini sangat tipikal untuk ikan-ikan pelagis yang bersifat predator yang memakan ikan-ikan pelagis yang lebih kecil (Gambar 7).



Gambar 7. Plot variasi nilai integrasi terhadap lama penyinaran untuk lampu I, II, dan III.  
 Figure 7. Variation plot from integration value to illumination time for lampu I, II, and III.

Pada saat awal penyinaran terlihat sasaran-sasaran kecil berkumpul di dekat sumber cahaya, sementara sasaran-sasaran dengan ukuran besar tidak banyak terdeteksi. Dari hasil *sounding* kedua terlihat mulai muncul sasaran-sasaran yang lebih besar di sekitar sumber cahaya, kondisi yang hampir sama terlihat

pada *sounding* terakhir yaitu pengambilan contoh akustik ketiga di mana sasaran-sasaran dengan ukuran *target strength* yang relatif besar banyak terdeteksi di sekitar sumber cahaya (Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Jumlah sasaran yang terdeteksi pada strata kedalaman  
 Table 1. Number of detected target on depth stratum

Lampu I	Strata kedalaman					Total
	5-10 m	10-15 m	15-20 m	20-25 m	25-30 m	
Pengambilan contoh akustik pada pukul 21.52 WIB	14	109	189	392	303	1.007
Pengambilan contoh akustik pada pukul 23.12 WIB	2	13	100	231	266	612
Pengambilan contoh akustik pada pukul 02.20 WIB	3	91	283	480	300	1.157
<b>Lampu II</b>	<b>5-10 m</b>	<b>10-15 m</b>	<b>15-20 m</b>	<b>20-25 m</b>	<b>25-30 m</b>	<b>Total</b>
Pengambilan contoh akustik pada pukul 22.23 WIB	0	0	2	12	-	14
Pengambilan contoh akustik pada pukul 23.39 WIB	0	1	0	7	-	8
Pengambilan contoh akustik pada pukul 0.35 WIB	0	0	1	15	-	16
<b>Lampu III</b>	<b>5-10 m</b>	<b>10-15 m</b>	<b>15-20 m</b>	<b>20-25 m</b>	<b>25-30 m</b>	<b>Total</b>
Pengambilan contoh akustik pada pukul 19.28 WIB	0	0	11	37	-	48
Pengambilan contoh akustik pada pukul 21.04 WIB	0	1	1	29	-	31
Pengambilan contoh akustik pada pukul 21.35 WIB	0	1	1	28	-	30
Pengambilan contoh akustik pada pukul 22.07 WIB	0	0	0	24	-	24

Tabel 2. Jumlah sasaran yang terdeteksi untuk masing-masing kelas nilai target strength  
 Table 2. Number of detected target on each target strength classes

Lampu I	Target strength (dB)							Total
	-60	-57	-54	-51	-48	-45	-42	
Pengambilan contoh akustik pada pukul 21.52 WIB	468	401	88	45	5	0	0	1.007
Pengambilan contoh akustik pada pukul 23.12 WIB	376	180	35	15	5	0	1	612
Pengambilan contoh akustik pada pukul 02.20 WIB	426	502	142	79	7	0	1	1.157
<b>Lampu II</b>								
Pengambilan contoh akustik pada pukul 22.23 WIB	13	1	0	0	0	0	0	14
Pengambilan contoh akustik pada pukul 23.39 WIB	6	1	1	0	0	0	0	8
Pengambilan contoh akustik pada pukul 00.35 WIB	15	1	0	0	0	0	0	16
<b>Lampu III</b>								
Pengambilan contoh akustik pada pukul 19.28 WIB	31	14	1	2	0	0	0	48
Pengambilan contoh akustik pada pukul 21.04 WIB	24	5	1	1	0	0	0	31
Pengambilan contoh akustik pada pukul 21.35 WIB	24	4	2	0	0	0	0	30
Pengambilan contoh akustik pada pukul 22.07 WIB	16	6	0	1	1	0	0	24

**Hasil Tangkapan**

Hasil tangkapan yang berhasil diamati adalah hasil tangkapan dari perlakuan kapal lampu II dan kapal lampu III sedangkan data hasil tangkapan dari lampu I tidak berhasil diamati karena kendala teknis. Secara umum, komposisi hasil tangkapan dari kedua lampu

memiliki banyak persamaan. Perbedaan antara keduanya hanya terdapat pada jenis ikan tongkol (*Auxis thazard*) yang tertangkap pada kapal lampu III dan tidak tertangkap pada kapal lampu II. Hasil tangkapan dominan dari kedua kapal lampu tersebut adalah ikan tembang (*Sardinella fibriata*) dengan komposisi lebih dari 50% dari hasil tangkapan, disusul

cumi-cumi (*Ioligo indica*) dan ikan layur (*Trichiurus savala*) (Tabel 3).

Perbandingan hasil tangkapan antara kedua kapal terlihat kapal lampu III yang mengoperasikan delapan buah lampu memiliki hasil yang lebih tinggi dari kapal lampu II yang hanya mengoperasikan tujuh buah lampu. Hal ini salah satu faktor yang menyebabkan para nelayan berlomba-lomba menambah jumlah dan daya lampu sehingga timbul kompetisi antar nelayan seperti yang dikatakan Burhanuddin *et al.* (1983). Meskipun secara umum hal ini tidak sepenuhnya benar. Adanya regulasi berbasis hasil penelitian untuk penggunaan lampu sebagai alat bantu penangkapan mutlak diperlukan untuk memberikan masukan-masukan agar penangkapan yang dilakukan lebih ramah lingkungan dan dapat berkelanjutan.

### KESIMPULAN

1. Jarak terhadap sumber cahaya mempengaruhi kepadatan ikan pelagis yang terdeteksi, semakin jauh terhadap sumber cahaya kepadatan ikan cenderung menurun, pengaruh cahaya terhadap pengelompokan ikan cenderung menurun secara asimtotik dan mendekati nol pada jarak 60 m.
2. Ikan-ikan berukuran kecil akan lebih cepat tertarik mendekati pusat cahaya pada awal penyinaran. Ikan-ikan yang berukuran besar cenderung berada pada wilayah transisi (*transition zone*) antara gelap dan terang.
3. Pada hubungan kepadatan ikan pelagis dengan lama penyinaran cahaya, terdapat titik jenuh dari ketertarikan ikan-ikan terhadap cahaya, di mana pada titik tersebut kepadatan ikan yang berada di bawah sumber cahaya relatif tetap atau bahkan cenderung menurun.

### PERSANTUNAN

Tulisan ini merupakan kontribusi dari kegiatan hasil riset penggunaan alat bantu cahaya pada perikanan pukat cincin di utara Jawa, T. A. 2004, di Balai Riset Perikanan Laut-Muara Baru, Jakarta.

### DAFTAR PUSTAKA

- Arrhenius, F., B. J. A. M. Benneheij, L. G. Rudstam, & D. Boisclair. 2000. Can stationary bottom split-beam hydroacoustics be Used to measure fish swimming speed in situ?. *Fisheries Research*. 45: 31-41.
- Alam, S. 2002. Pemanfaatan teknologi hidroakustik dalam pengkajian tingkah laku ikan di bawah cahaya lampu bagan apung di Pelabuhanratu. *Tesis*. Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. (tidak dipublikasi).
- Ben, Y. 1976. *Fishing with Light*. Published by Arrangement with FAO of the United Nations by Fishing News Books. Surrey. England.
- Burhanuddin, A. Djamali, & S. Martosetojo. 1983. Perikanan kelong di perairan Selat Bangka. *Prosiding Kongres Nasional Biologi VI*. Surabaya.
- MacLennan, D. N. & E. J. Simmonds. 1992. *Fisheries Acoustics*. Chapman & Hall. London. 325 pp.
- Morgan, G. R. & D. J. Staples. 2006. *The History of Industrial Marine Fisheries in Southeast Asia*. Published by Arrangement with FAO of the United Nations by RAP Publication Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok.
- SIMRAD. 1993b. *SIMRAD EP 500 (Operational Manual)*. Horten-Norway.
- SIMRAD EY 500. 1997. *Portable Scientific Echosounder*. Horten-Norway.
- Torgersen, T. & S. Kaartvedt. 2001. In situ swimming behaviour of individual mesopelagic fish studied by split-beam echo target tracking. *ICES Journal of Marine Science*. 58: 346-354.