

## PERKEMBANGAN PERIKANAN PELAGIS KECIL DI TELUK TOMINI: Suatu Pendekatan ke Arah Manajemen yang Bertanggungjawab

Suwarso<sup>1)</sup>, B. Sadhotomo<sup>1)</sup>, dan Wudianto<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Peneliti pada Balai Riset Perikanan Laut, Muara Baru-Jakarta

<sup>2)</sup> Peneliti pada Pusat Riset Perikanan Tangkap, Ancol-Jakarta

Teregistrasi I tanggal: 15 Januari 2007; Diterima setelah perbaikan tanggal: 9 Oktober 2007;  
Disetujui terbit tanggal: 10 Nopember 2007

### ABSTRAK

Kajian yang bersifat *desk study* telah dilakukan untuk memperoleh data dan informasi yang dapat bermanfaat sebagai pertimbangan dalam strategi pengelolaan perikanan pelagis kecil yang tepat dan bertanggungjawab di Teluk Tomini. Kajian stok tahun 2003 sampai dengan 2004 di daerah ini yang dilaksanakan oleh Balai Riset Perikanan Laut menjadi bahan utama, dilengkapi dengan hasil observasi dan monitoring terkini (tahun 2005) serta pustaka yang tersedia. Kondisi perikanan tetap bersifat skala kecil dengan ukuran armada penangkap <30 GT, terdiri atas perikanan payang atau pajala yang beroperasi di sekitar pantai dan pukat cincin mini yang beroperasi di daerah penangkapan lebih jauh di perairan Sulawesi Tengah. Tingkat eksploitasi dipertimbangkan aman, kendati upaya penangkapan berjalan cukup intensif. Kondisi lingkungan yang baik dan spesifik serta status perikanan yang berjalan saat ini dimungkinkan dapat menjamin kelestarian sumber daya yang dapat menjamin kelangsungan hasil tangkapan. Meski penambahan upaya (jumlah kapal ukuran <30 GT) dapat disarankan, namun pengelolaan secara terpadu yang melibatkan daerah-daerah otonomi sekitar dan pengelolaan bertanggungjawab yang berbasis kelestarian habitat. Hal-hal menyangkut sistim monitoring perikanan juga diuraikan.

**KATA KUNCI:** perikanan pelagis kecil, Teluk Tomini, strategi pengelolaan

### PENDAHULUAN

Teluk Tomini adalah teluk terbesar di Indonesia, luas sekitar 59.500 km<sup>2</sup>; secara administratif mencakup 3 propinsi (Sulawesi Utara, Gorontalo, dan Sulawesi Tengah) dan 11 kabupaten atau kota. Perairan ini memiliki sumber daya ikan pelagis yang cukup besar. Potensi produksi ikan pelagis dalam kesatuan wilayah pengelolaan perikanan Teluk Tomini-Laut Maluku-Laut Seram diperkirakan 486.000 ton per tahun, di mana 80% berupa ikan pelagis kecil (Anonim, 2001). Selain ikan pelagis, ikan demersal atau karang juga merupakan sumber daya yang penting; produksi mencapai 96.000 ton per tahun. Di antara 7 spesies ikan pelagis kecil yang dominan, jenis malalugis (*Decapterus macarellus*) adalah species yang memberi kontribusi terbesar dalam hasil tangkapan pukat cincin mini (nama lokal: pajéko), yaitu sekitar 63 sampai dengan 85%; komoditi ini terutama diekspor untuk ikan umpan pada perikanan tuna, bahan baku industri ikan kaleng, bumbu masak (*karabusi*) serta untuk konsumsi lokal.

Nilai ekonomis sumber daya telah mendorong eksploitasi semakin intensif oleh nelayan tradisional (*small scale fishery*) maupun perusahaan perikanan.

Produksi yang tidak dilaporkan (*unreported*) adalah kondisi umum yang terjadi akibat sistem pendataan yang kurang memadai yang mengakibatkan hilang produksi perikanan (*lost production*) sehingga menurunkan nilai produksi riil. Peningkatan eksploitasi akan mengakibatkan perubahan yang mendorong ke arah konsekuensi turun sumber daya dan pada akhirnya penurunan hasil tangkapan. Sebagai perairan laut dalam (oseanik) yang berhubungan dengan Laut Maluku, Teluk Tolo, serta Laut Sulawesi dan Laut Banda, Teluk Tomini memiliki suatu pola massa air yang secara alamiah telah menciptakan suatu sistem khusus berupa kesuburan perairan (*pusat upwelling*) sehingga menjadikan perairan ini habitat yang baik bagi berbagai biota laut. Selain itu, keberadaan gugusan karang Kepulauan Togian di bagian tengah perairan dimungkinkan memiliki fungsi ekologis yang penting bagi seluruh wilayah perairan.

Dari kondisi tersebut di atas, suatu sistem manajemen yang tepat berbasis ekologi merupakan keperluan yang mendesak untuk tercapai tujuan menghindari tangkap lebih dengan hasil tangkapan yang optimal dan berkelanjutan (*sustainable fishery*) serta perlindungan biodiversitas. Pengaturan ini sangat penting bagi masa depan perikanan sekaligus

lingkungan Teluk Tomini mengingat sumber daya ikan di wilayah ini bersifat *open acces* dan sangat mungkin merupakan *shared stocks* dengan beberapa negara. Keterpaduan dalam sikap untuk mengelola wilayah ini tampak semakin penting mengingat berbagai kepentingan wilayah otonomi di mana dalam penerapan diperlukan sikap yang hati-hati.

Laporan ini bersifat *desk study* yang berupa rangkuman hasil kajian stok (*stock assessment*) tahun 2003 sampai dengan 2004 oleh Balai Riset Perikanan Laut serta kondisi dan status perikanan terkini; bertujuan untuk memberikan data dan informasi yang dapat bermanfaat sebagai pilihan dalam kebijakan pengelolaan perikanan yang tepat dan rasional. Hasil kajian ditujukan terutama bagi para pengambil keputusan di wilayah sekitar yang secara langsung mengeksploitasi sumber daya, para pengusaha perikanan (swasta) yang berkepentingan termasuk nelayan di sekitar Teluk Tomini. Secara keseluruhan, hasil riset juga diharapkan dapat berguna bagi kajian stok selanjutnya.

### BAHAN DAN METODE

Rangkuman hasil *stock assessment* sumber daya pelagis tahun 2003 sampai dengan 2004 telah dilakukan, dilengkapi dengan data tentang kondisi dan status perikanan terkini (tahun 2005) yang diperoleh melalui observasi lapangan, monitoring hasil tangkapan dan pengambilan contoh terhadap kapal pukat cincin mini yang aktif di Teluk Tomini. Observasi dilakukan melalui survei di desa nelayan; monitoring dibantu oleh tenaga enumerator yang mencatat hasil tangkapan terhadap kapal-kapal yang mendarat secara acak; sedangkan pengambilan contoh dilaksanakan di tempat pendaratan ikan di Gorontalo.

### GEOGRAFI TELUK TOMINI

Teluk Tomini terletak pada koordinat 120°15'-125°15' bujur timur dan 1°15' lintang utara sampai dengan 1°23' lintang selatan. Di bagian tengah pada kordinat 0°8'21"-0° 45' 12" lintang selatan dan 121°33'21"-122°23'36" bujur timur, terhampar gugusan 56 pulau karang Togian (Gambar 1). Curah hujan tinggi antara bulan April sampai dengan Juli dan bulan Oktober sampai dengan Nopember; curah hujan rendah pada bulan September dan bulan Desember sampai dengan Januari. Suhu udara antara 29,4 sampai dengan 30° C. Tinggi gelombang bervariasi menurut musim, pada umumnya antara 1 sampai dengan 2 m; tinggi gelombang maksimum setinggi 2 m, pada musim timur (bulan Juni sampai dengan Agustus), sedangkan pada musim barat (bulan Desember sampai dengan Pebruari) dan musim peralihan mencapai 1,5 m. Gelombang ekstrim dapat terjadi pada akhir bulan Maret (2 sampai dengan 5,5 m), awal bulan Juni (2 sampai dengan 3 m), awal bulan Agustus (1 sampai dengan 3 m), awal bulan September (2 sampai dengan 6 m) dan awal bulan Oktober (2 sampai dengan 3 m) (Burhanuddin *et al.*, 2004).

Dasar teluk berbentuk sebagai 2 cekungan geologi, yaitu cekungan Tomini dan cekungan Gorontalo; di tepi barat cekungan dibatasi oleh sesar aktif Palu-Koro, sedang di bagian timur dibatasi oleh sesar geser Gorontalo (Katili *et al.*, 1973 *In* Burhanuddin *et al.*, 2004). Di bagian tengah ke-2 cekungan muncul Gunung Api Colo yang aktif di Pulau Una-Una. Dalam pandangan vertikal, profil cekungan miring ke arah timur, di sebelah barat kedalaman sekitar 2.000 m dan di sebelah timur (daerah mulut teluk) kedalaman mencapai 4.000 m (Gambar 1).



Gambar 1. Peta lokasi dan *bathimetry* Teluk Tomini. Sumber: Burhanuddin *et al.* (2004)

## KARAKTERISTIK HABITAT PELAGIS DAN BIOLOGI SUMBER DAYA

### Profil Fisik Massa Air

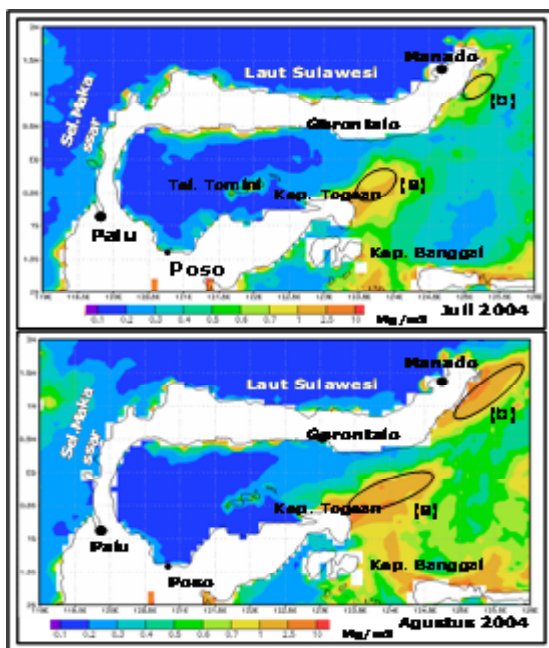
Pada musim timur (tahun 2003) suhu permukaan laut berkisar antara 27,5 sampai dengan 31,5° C, salinitas antara 33,3 sampai dengan 35,3 psu. Secara umum, terjadi suatu pemulaan massa air yang berupa stratifikasi baik di lapisan permukaan maupun di lapisan yang lebih dalam. Di lapisan permukaan (kedalaman 50 sampai dengan 75 m) lapisan tercampur suhu (*mixed layer*) atau lapisan homogen suhu terjadi akibat pengaruh angin musoon, arus permukaan dari Laut Maluku dan pasang surut (Wyrcki, 1961); selain itu, dorongan massa air dari Laut Maluku di ujung teluk juga memberi kontribusi terbentuk pelapisan ini. Pasang surut bertipe campuran semi diurnal (*mixed tide prevailing semi diurnal*) dengan pasang tertinggi (di mulut teluk) mencapai +2,5 m dan surut terendah -2,64 m (Burhanuddin *et al.*, 2004).

Di lapisan permukaan terdapat suatu gradien suhu salinitas dari arah timur ke barat; suhu minimum salinitas maksimum tersebar di sekitar mulut teluk (utara Banggai), sedang suhu maksimum salinitas minimum tersebar di ujung teluk sebelah barat (Suwarso *et al.*, 2006). Gradien suhu permukaan demikian juga terjadi pada waktu (musim) lain seperti ditunjukkan oleh data citra satelit (Amri *et al.*, 2005). Dari data citra satelit, suhu permukaan pada bulan April sampai dengan Juni dan bulan Oktober sampai dengan Desember lebih tinggi; suhu maksimum tercapai pada bulan Nopember sampai dengan Desember (musim barat); penurunan suhu permukaan mulai terjadi pada bulan Juli dan mencapai minimum pada bulan September. Di kedalaman 25 m massa air bersalinitas lebih tinggi (>34,50 psu) tersebar hampir di sepanjang pantai utara Sulawesi Tengah. Berdasarkan pada citra suhu permukaan, arus permukaan tampak mengalir di sepanjang pantai sebelah utara dan sebelah selatan, dari timur ke barat. Pada musim barat arus permukaan juga memasuki kepulauan Togian (Herlisman, 2006). Lapisan termoklin tersebar dari kedalaman 50 sampai dengan 75 m sampai dengan kedalaman 150 m. Penurunan suhu yang cepat di lapisan termoklin seiring dengan perubahan salinitas yang tajam di lapisan haloklin. Di lapisan kedalaman 200 sampai dengan 300 m

stratifikasi diduga lebih disebabkan oleh intervensi massa air yang berbeda dari Laut Maluku yang mengalami pembalikan massa air (di kedalaman >300 m) akibat membentur daratan ujung teluk dan mengalir ke atas dan ke arah timur.

Kehadiran massa air dari Laut Maluku ke dalam teluk di kedalaman 100 sampai dengan 150 m (salinitas maksimum suhu minimum), kemungkinan merupakan arus cabang dari massa air utama yang belum diketahui jelas. Wyrcki (1961) mengatakan bahwa pada musim timur aliran massa air di perairan sebelah timur Sulawesi sangat dipengaruhi oleh arus massa air dalam (*northern lower water*) kedalaman 150 m, yang berasal dari Samudera Pasifik. Massa air dari Samudera Pasifik ini mengalir melalui Laut Seram dan mendominasi Laut Maluku pada musim timur, sebagian massa air tersebut mendesak masuk ke dalam Teluk Tomini. Arus cabang ini yang diduga memberi kontribusi besar dalam pemolaan massa air di Teluk Tomini serta menjelaskan kemungkinan hubungan dengan perairan-perairan tersebut.

Sebaran suhu minimum salinitas maksimum di sekitar mulut teluk (utara Banggai) mencirikan terjadi proses *upwelling* di daerah tersebut pada musim timur (bulan Juli atau Agustus) (Amri *et al.*, 2006). Berdasarkan pada visualisasi data citra satelit (modis) lokasi *upwelling* terdapat di sebelah utara Banggai dan di selatan Bitung (Gambar 2). Karakteristik suhu rendah salinitas tinggi di sekitar mulut teluk pada musim timur tersebut berasal dari terjadi penarikan massa air dalam ke permukaan (*upwelling*) di lahan ini yang kaya nutrisi (dicirikan oleh tinggi kandungan klorofil-a, indikator kesuburan perairan). Faktor-faktor yang memicu timbul proses *coastal upwelling* di selatan Bitung ditimbulkan oleh tiupan angin kencang secara terus-menerus pada musim timur (Wyrcki (1961); Laevastu & Hela (1970); sedang profil daratan dari tubir Banggai dan proses fisik aliran massa air dari Samudera Pasifik pada musim timur (arus massa air dalam *northern lower water* yang membentur tubir Banggai) diduga berperan dalam tipe *upwelling* di daerah ini. Pada musim timur arus permukaan mengalir dari arah tenggara, di bagian tengah mulut teluk arus bercabang 2, cabang pertama masuk teluk sedang cabang lain ke arah utara atau timur laut (Burhanuddin *et al.*, 2004). Indikasi keberadaan *upwelling* di daerah ini telah diisyaratkan oleh Wyrcki (1961).



Gambar 2. Dugaan lokasi *upwelling* musim timur di sekitar Teluk Tomini-Laut Maluku.  
 Sumber: Amri *et al.* (2006)

### Kesuburan Perairan, Plankton, dan Ichthyoplankton

Didasarkan pada citra suhu permukaan laut Amri *et al.* (2006) mengatakan bahwa pada musim timur secara umum, terjadi penurunan suhu permukaan di Teluk Tomini disertai peningkatan konsentrasi klorofil terutama di sekitar mulut teluk bagian selatan dan perairan selatan Bitung; sedikit peningkatan juga terlihat di pesisir barat Gorontalo (Gambar 2). Konsentrasi *chlorophyll* maksimum antara 0,8 sampai dengan 1,25 mg m<sup>-3</sup> yang mencirikan indikasi *upwelling* di daerah tersebut. Hasil pengukuran suhu dan salinitas secara *in situ* pada musim timur menegaskan hal tersebut. Peningkatan kandungan klorofil sangat signifikan dengan turun suhu permukaan (26,2 sampai dengan 27,0° C) dan peningkatan salinitas (34,0 sampai dengan 35,5‰). Di wilayah *upwelling* di perairan selatan Jawa (pada musim timur), Herlisman (1996) menunjukkan suhu permukaan lebih rendah diikuti naik kandungan klorofil-a. Nontji (1974) mengatakan rata-rata konsentrasi klorofil fitoplankton di perairan Indonesia 0,19 mg m<sup>-3</sup>, pada musim timur (periode *upwelling* di Indonesia Timur) nilai lebih tinggi 0,24 mg m<sup>-3</sup>, bahkan di Laut Banda nilai dapat mencapai 15 kali lebih besar (sekitar 4,0 mg m<sup>-3</sup>) dibanding keadaan normal (Wiadnyana, 1995); pada musim barat kandungan *chlorophyll* hanya sekitar 0,16 mg m<sup>-3</sup>.

Kepadatan klorofil-a di Teluk Tomini-Laut Maluku berkisar antara 0,13 sampai dengan 1,25 mg m<sup>-3</sup> yang

bervariasi menurut musim dan lokasi; perairan sekitar mulut teluk memiliki kandungan lebih tinggi (0,32 sampai dengan 1,25 mg m<sup>-3</sup>) dibanding di dalam teluk (0,13 sampai dengan 0,53 mg m<sup>-3</sup>) dan di luar teluk atau Laut Maluku (0,28 sampai dengan 0,83 mg m<sup>-3</sup>). Kepadatan klorofil mencapai puncak pada musim timur (bulan Juli sampai dengan Agustus), sedang pada musim barat nilai minimum. Nilai maksimum di mulut teluk mencapai 0,83 mg m<sup>-3</sup> (tahun 2003) dan 1,25 mg m<sup>-3</sup> (tahun 2004); di luar teluk (Laut Maluku) nilai 0,65 mg m<sup>-3</sup> (tahun 2003) dan 0,85 mg m<sup>-3</sup>. Kandungan maksimum di dalam teluk 0,53 mg m<sup>-3</sup>. Sebaran kelimpahan plankton pada musim timur (bulan Juli atau Agustus 2003) mengikuti pola kesuburan perairan. Kelimpahan fitoplankton yang tinggi terkonsentrasi di sekitar mulut teluk, yaitu antara 80.010 sampai dengan 1.082.520 sel m<sup>-3</sup> (Awaluddin *et al.*, 2005) dengan pusat pengelompokan (*patchiness*) di mulut teluk sebelah selatan (sekitar Bualemo, Banggai), tengah perairan dan sebelah selatan Minahasa. Diatomae merupakan fitoplankton paling dominan (93%). Pada musim yang sama konsentrasi Ichthyoplankton juga tersebar di sekitar mulut teluk (Taufik *et al.*, 2005).

### Sifat Biologi Beberapa Spesies Dominan

Ikan malalugis (*Decapterus macarellus*) yang tertangkap perikanan (pukat cincin mini dan payang) di sekitar rumpun pada umumnya berupa ikan-ikan muda yang belum matang gonad dengan ukuran antara 18 sampai dengan 34 cmFL (*fork length*); tidak

ditemukan spesimen matang gonad (*mature*) dalam contoh. Telur-telur (*ova*) dari gonad *maturing stage* tampak gelap (*opaque*), dengan diameter maksimum 57  $\mu$ , modus maksimum sekitar 31  $\mu$ . Berdasarkan pada pola fluktuasi bulanan nilai gonad somatik indeks, pemijahan jenis ini diduga berlangsung setelah musim timur dan berlangsung sampai dengan bulan September (awal musim peralihan). *Spawning migration* dimungkinkan terjadi terkait dengan strategi pemijahan yang berada di luar daerah penangkapan (*fishing ground*). Musim pemijahan malalugis ini diduga bertepatan dengan puncak *upwelling* musim timur di sekitar mulut teluk. *Upwelling* merupakan proses alam mendasar yang memungkinkan plankton tumbuh subur sebagai pusat dari seluruh proses kehidupan, termasuk efek berlimpah populasi ikan di daerah itu. Pengambilan contoh larva pada musim timur tahun 2003 menemukan 3 kelompok Ichthyoplankton yang dominan, yaitu famili Clupeidae (39%), Carangidae (14%), dan Scrombidae (20%).

Malalugis dan solisi (*Rastrelliger kanagurta*) adalah ikan pelagis pemakan Plankton (*plankton feeder*); katombo (*Selar crumenophthalmus*) bersifat *carnivora* yang memakan juvenil ikan dan udang. Preferensi makan malalugis terutama terhadap plankton (81%) yang sebagian besar berupa Diatomae (53%), lain berupa zooplankton (Dinoflagellata, Copepoda, dan juvenil Crustacea atau Meroplankton udang rendah; 28%). Hampir seluruh makanan solisi berupa plankton, terdiri atas Copepoda (76%), Dinoflagellata (20%), dan Diatomae (3%). Ikan pelagis kecil adalah mangsa utama dari tuna dan cakalang. Keragaman preferensi terhadap jenis makanan tersebut memunculkan suatu keterkaitan di antara tingkatan tropik (*tropic level*) dan membangun jaring-jaring makanan dengan kepentingan yang berbeda-beda di antara tingkatan tropik. Komunitas Fitoplankton sebagai produsen primer dan konsumen primer (zooplankton), ikan pelagis kecil dan pelagis besar sebagai pemangsa selanjutnya. Tentu seluruhnya

sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang berubah-ubah.

Ukuran malalugis yang tertangkap perikanan antara 7 sampai dengan 35 cm FL yang terdiri atas 3 kelompok ukuran, yaitu kelompok dengan modus 12,5; 19,5; dan 28,5 cm. Kelompok ukuran kecil (ikan muda) atau ukuran *recruit* pada perikanan (7 sampai dengan 14 cm, modus 12 cm) muncul antara bulan April sampai dengan Mei (puncak *recruitment*), namun *recruitment* berlangsung sampai dengan bulan Juni. Dengan berpijak pada dugaan puncak *recruitment* tersebut (bulan April sampai dengan Mei) sebagai *starting point*, diperoleh nilai parameter populasi dan dugaan tingkat eksploitasi  $E \pm 0,5$ . Dari hal tersebut eksploitasi diduga belum memberikan dampak yang nyata pada karakter biologi; namun nilai  $E \pm 0,5$  telah mengisyaratkan bahwa tekanan penangkapan telah berlangsung secara intensif; *growth overfishing* yang berakibat *recruitment overfishing* sangat dimungkinkan. Seperti diketahui, malalugis merupakan komoditi ekspor utama, penangkapan berlebih tanpa kontrol upaya akan mengakibatkan penyusutan stok secara keseluruhan dan hal ini tentu akan berakibat buruk pada turun *spawning stock*, dan pada giliran akan mengakibatkan turun hasil tangkapan (ukuran ekspor).

#### POTENSI SUMBER DAYA PELAGIS KECIL

Kepadatan biomassa ikan pelagis kecil pada musim timur (tahun 2003) terutama tersebar di permukaan sampai dengan kedalaman  $\pm 50$  m; kepadatan semakin kecil dengan bertambah kedalaman. Dalam lahan seluas 17.220 mil<sup>2</sup> atau lebih dari 59.000 km<sup>2</sup>, dari permukaan sampai dengan kedalaman 150 m, total biomassa ikan pelagis kecil diperkirakan 204.695 ton (67% dari seluruh ikan pelagis) yang tersebar menurut kedalaman (Tabel 1), sisa yang 33% (98.930 ton) berupa ikan pelagis besar (Natsir et al., 2005).

Tabel 1. Dugaan kepadatan (ton km<sup>-2</sup>) dan biomassa (ton) ikan pelagis kecil di Teluk Tomini pada musim timur (tahun 2003) menurut kedalaman

Strata kedalaman (m)	Densitas (ton km <sup>-2</sup> )	Biomassa (ton)
0-25	1,41	67.348
25-50	1,50	88.504
50-100	0,14	8.309
100-150	0,69	40.534
<b>Total</b>	<b>3,47</b>	<b>204.695</b>



Dari survei akustik pada musim timur tahun 2003, rata-rata densitas absolut ikan pelagis berbeda menurut kedalaman dan cenderung semakin menurun dengan bertambah kedalaman. Densitas terbesar pada kedalaman 25 sampai dengan 50 m (sekitar 7,195 ind.1.000 m<sup>-3</sup>); pada kedalaman 100 sampai dengan 150 m densitas rendah. Berbeda dengan ikan ukuran besar, konsentrasi ikan ukuran lebih kecil terutama tersebar di lapisan atas sampai dengan kedalaman 25 sampai dengan 50 m. Ikan ukuran kecil juga lebih dominan di perairan dekat pantai (Wudianto *et al.*, 2005). Berdasarkan pada contoh hasil tangkapan *purse seine*, di lapisan permukaan sampai dengan kedalaman 50 m terdiri atas ikan pelagis kecil dan ikan muda dari kelompok pelagis besar (tuna, cakalang, dan tongkol); di kedalaman 50 sampai dengan 100 terutama terdiri atas ikan tuna (*yellow fin tuna*).

**STATUS EKSPLOITASI PERIKANAN PELAGIS KECIL**

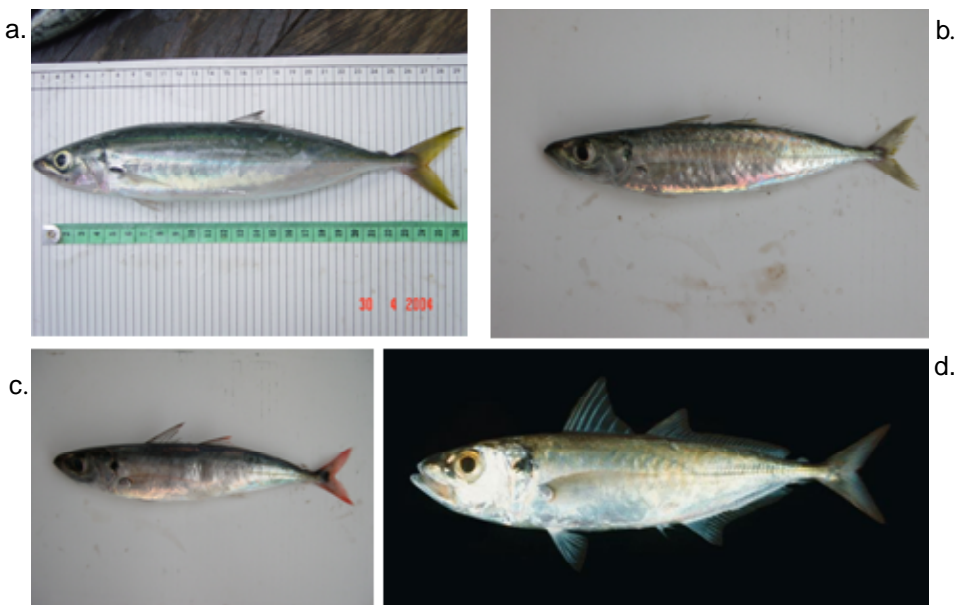
**Periode Tahun 1997 sampai dengan 2002**

**1. Statistik produksi dan karakteristik armada alat tangkap**

Rata-rata hasil tangkapan ikan yang didaratkan dari Teluk Tomini periode tahun 1997 sampai dengan 2002 87.500 ton per tahun, di mana 42% berupa ikan pelagis kecil. Ikan pelagis kecil memberi kontribusi paling besar di wilayah Gorontalo dan Poso, terutama dari hasil tangkapan *purse seine* mini dan bagan. Jenis yang dominan tertangkap adalah layang (*Decapterus*

spp.); jenis malalugis (*D. macarellus*) merupakan sasaran utama penangkapan, kontribusi kira-kira 50% dari seluruh hasil tangkapan; jenis lain terdiri atas ikan layang (3 spesies *D. russelli*, *D. macrosoma*, dan *D. kurroides*) (Gambar 3), solisi (*Rastrelliger kanagurta*), selar atau katombo (*Selar crumenophthalmus*, *Selaroides leptolepis*), sardin (*Amblygaster sirm*, *Sardinella* spp.), dan teri. Jenis layang ekor merah (*D. kurroides*) dan teri (*Stolephorus*) tertangkap oleh bagan apung.

Terdapat 419 unit *purse seine* mini di sekitar Teluk Tomini, tersebar di 7 kabupaten, yaitu Banggai (44 unit), Ampana (25 unit), Poso (25 unit), Parigi (39 unit), Gorontalo (98 unit), Bolaang-Mongondow (67 unit), dan Bitung (121 unit). Panjang jaring 200 sampai dengan 400 m, dalam 50 sampai dengan 80 m, *mesh size bunt* ¾ sampai dengan 1#, badan 1¼#, bahu 1⅓# (Satria & Nurdin, 2005). Kapal dari kayu dengan dimensi bervariasi. Kapal Gorontalo panjang 15 sampai dengan 20 m, lebar 3 sampai dengan 5 m, dalam 2 sampai dengan 3 m (10 sampai dengan 15 GT) (Gambar 4); anak buah kapal 21 sampai dengan 25 orang; mesin utama 70 sampai dengan 120 HP dipasang sebagai mesin dalam atau mesin luar; mesin bantu untuk menarik tali kolor 19 sampai dengan 20 HP. Kapal Molibagu panjang 10 sampai dengan 17 m, lebar 2 sampai dengan 3 m, dalam 1 m; mesin tempel 3 sampai dengan 4 buah masing-masing 30 sampai dengan 40 PK. Di Parigi-Moutong panjang kapal 20 sampai dengan 30 m, lebar 4 sampai dengan 5 m, dalam 3,5 m; mesin utama 2 buah masing-masing 30 PK, mesin bantu (diesel) 18 sampai dengan 22 PK; anak buah kapal 15 sampai dengan 20 orang.



Gambar 3. Empat jenis ikan layang (*Decapterus* spp.) di Teluk Tomini *D. macarellus*, *D. macrosoma*, *D. Kurroides*, dan *D. russelli*.

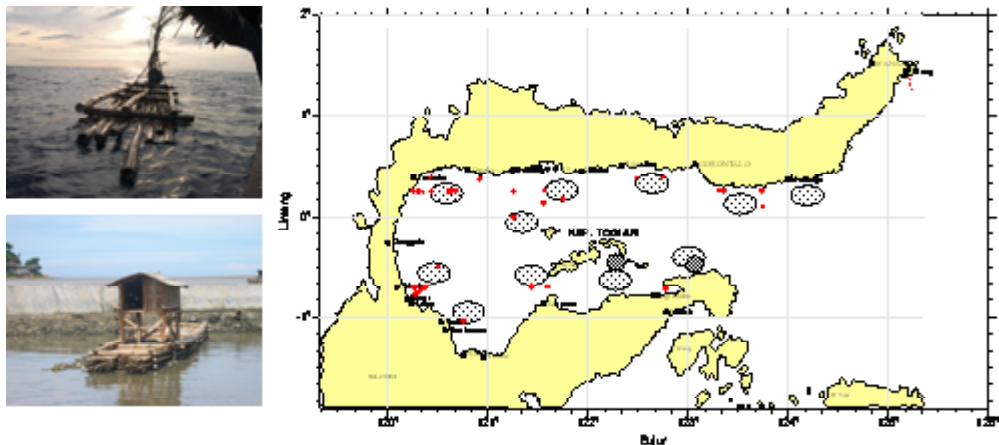


Gambar 4. Tipikal kapal pukat cincin mini Gorontalo (nama lokal: pajéko).

## 2. Aspek operasional penangkapan

Nelayan pukat cincin menggunakan alat bantu penangkapan yang disebut rumpon (rakit) sebagai alat pengumpul ikan. Rumpon terbuat dari bambu yang dirakit menjadi 1 (Gambar 5). Pada rumpon rakit ini diikatkan rangkaian daun kelapa sebagai media untuk berlindung ikan. Untuk menarik tali kolor dibantu mesin diesel 19 sampai dengan 25 HP yang di pasang di tengah lambung kapal.

Rumpon tersebar hampir di seluruh perairan. Lokasi-lokasi padat rumpon antara lain terdapat di perairan lepas Pantai Parigi sampai dengan barat laut Kepulauan Togian, pantai utara Ampana, Bunta, sampai dengan Bualemo (Luwuk). Posisi rumpon yang tercatat pada survei laut (tahun Juli sampai dengan Agustus 2003) dan dari wawancara dengan nakhoda kapal dapat dilihat pada Gambar 5. Pada kenyataan nelayan menangkap ikan pelagis kecil (malalugis) dan pelagis besar di lokasi yang sama, yaitu di sekitar rumpon atau rakit tersebut (*fishing ground*).



Gambar 5. Rumpon dan peta posisi rumpon sebagai lokasi penangkapan ikan pelagis oleh pukat cincin mini di Teluk Tomini.

Penangkapan ikan pelagis dapat dikatakan berlangsung sepanjang tahun, meski pada musim barat (bulan Desember sampai dengan Pebruari) aktivitas penangkapan menurun bagi armada kecil (5 sampai dengan 10 GT). Kondisi musim yang kurang menguntungkan ini (musim barat) juga berpengaruh terhadap armada Gorontalo yang memiliki armada lebih besar (10 sampai dengan 15 GT). Berdasarkan pada wawancara dengan nelayan aktivitas penangkapan pada dasar berlangsung terus dengan hari libur rata-rata antara 5 sampai dengan 6 hari

setiap bulan yang digunakan untuk perbaikan jaring. Operasional penangkapan pada dasar bersifat *one day fishing*; jumlah hari lain (2 sampai dengan 3 hari) digunakan untuk perjalanan menuju daerah penangkapan.

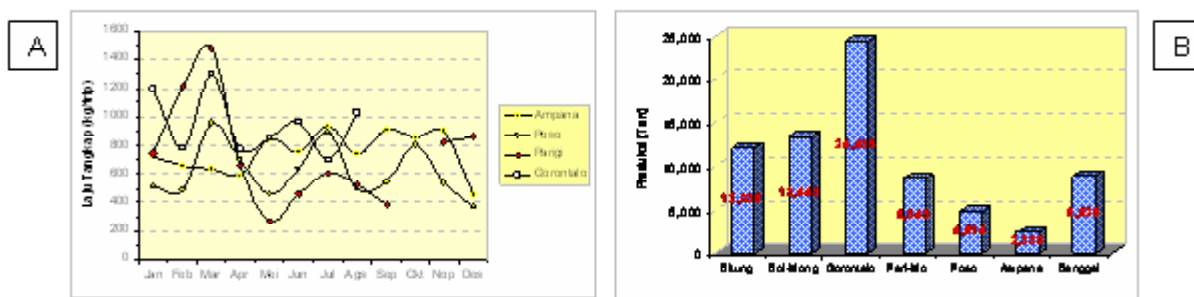
## 3. Hasil tangkapan dan komposisi jenis

Jumlah dan komposisi jenis ikan yang tertangkap berubah menurut musim dan lokasi penangkapan. Selama periode tahun 2002 sampai dengan 2004, laju

tangkap rata-rata (dalam kg per trip) *purse seine* Gorontalo sedikit lebih besar (sekitar 952 kg per trip) dibanding kapal Ampana (735 kg per trip), Parigi (731 kg per trip), dan Poso (629 kg per trip). Secara umum, puncak musim ikan pelagis kecil di Teluk Tomini berlangsung sekitar musim peralihan antara musim barat ke timur (bulan Maret) dan dari musim timur sampai dengan musim peralihan timur ke barat (lihat Gambar 6A).

Malalugis memberi kontribusi utama dalam hasil tangkapan, yaitu 73% untuk kapal Gorontalo dan 60% untuk Kapal Ampana. Daerah penangkapan armada Gorontalo yang memiliki ukuran lebih besar (10 sampai dengan 15 GT) sebagian besar berada di perairan Longkoga di sebelah utara Bualemo (Kabupaten Luwuk-Banggai); sedang daerah penangkapan armada Ampana berada di sebelah barat

(perairan sebelah utara Ampana sampai dengan Bunta). Di pihak lain, terdapat Kapal Pajeko Gorontalo berukuran kecil (5 sampai dengan 7 GT) yang beroperasi dekat di pantai. Dari catatan PT. Usaha Mina Gorontalo, hasil tangkapan malalugis oleh *purse seine* tahun 1997 sampai dengan 1998 dan tahun 2002 masing-masing berkisar antara 258 sampai dengan 980 kg per trip (rata-rata 626 kg per trip) pada tahun 1997 dan antara 136 sampai dengan 680 kg per trip (rata-rata 411 kg per trip) pada 1998; sedang pada tahun 2002 hasil tangkapan berkisar antara 477 sampai dengan 1.046 kg per trip (rata-rata 616 kg per trip). Jika ikan malalugis memberi kontribusi 70% dalam hasil tangkapan *purse seine*, maka rata-rata hasil tangkapan malalugis tahun 2003 sampai dengan 2004 (670 kg per trip) tidak menunjukkan penurunan yang signifikan.



Gambar 6. Fluktuasi laju tangkap (kg per trip per hari) *purse seine* mini di Teluk Tomini tahun 2002 sampai dengan 2004 (A) dan estimasi produksi (ton) ikan pelagis oleh *purse seine* mini menurut kabupaten, tahun 2003 sampai dengan 2004 (B).

Terdapat perbedaan komposisi jenis hasil tangkapan menurut musim dan daerah penangkapan. Dominasi ikan layang (pada umumnya malalugis) semakin besar dari barat ke timur; sebaliknya, dalam arah yang sama kelompok selar (*S. crumenophthalmus*) dominasi semakin kecil. Di perairan Parigi dan Poso kontribusi malalugis hanya 15%, tetapi di perairan Ampana dan sebelah utara Bualemo (Kabupaten Banggai) mencapai 60 dan 73%; sebaliknya pada selar (*S. crumenophthalmus*), di Parigi kontribusi mencapai 68%, tetapi di Poso dan Ampana hanya 26 dan 12%. Solisi (*Rastrelliger kanagurta*) lebih dominan di sekitar Poso (30%). Ikan muda dari spesies ikan pelagis besar juga tertangkap cukup banyak (sekitar 25%), antara lain tongkol (*Auxis* spp.), cakalang (*Katsuwonus pelamis*), dan tuna sirip kuning atau *yellow fin tuna* (*Thunnus albacares*). Dua spesies layang (*D. macrosoma* dan *D. russelli*) juga sering tertangkap. Dominasi spesies

diduga berhubungan dengan ketersediaan makanan. Malalugis sebagai ikan pemakan plankton semakin dominan di wilayah timur (mulut teluk) yang diketahui sebagai pusat kesuburan (daerah *upwelling*).

**4. Estimasi produksi dan tingkat pemanfaatan**

Jumlah kapal pukat cincin yang beroperasi di Teluk Tomini seluruh 419 unit. Untuk wilayah-wilayah Gorontalo (sebelum pemekaran wilayah), Parigi-Moutong, Poso, dan Bolaang-Mongondow yang secara praktis berhadapan langsung dengan perairan Teluk Tomini, diasumsikan seluruh *purse seine* yang tercatat menangkap di Teluk Tomini; untuk wilayah Banggai hanya diperhitungkan *purse seine* yang tercatat di daerah Bunta, Pagimana, dan Bualemo, sedang untuk Bitung diasumsikan bahwa jumlah *purse seine* yang aktif menangkap di Teluk Tomini hanya setengah (60 unit kapal; lihat Tabel 2).



Tabel 2. Kondisi aktivitas perikanan *purse seine* mini di Teluk Tomini tahun 2003 sampai dengan 2004

Lokasi (Kabupaten)	Jumlah <i>purse seine</i> yang aktif (unit)	Jumlah hari efektif per bulan <sup>*)</sup>	Laju tangkap (kg per trip per hari)
Banggai	44	22	760,0
Ampana	25	10	751,1
Poso	25	26	617,2
Parigi-Moutong	39	25	720,2
Gorontalo	98	22	951,6
Bolaang-Mongondow	67	22	760,0
Bitung	60	22	760,0

Sumber: \*) Jumlah hari efektif: jumlah hari penangkapan yang tercatat dapat memperoleh ikan

Berdasarkan pada kondisi tersebut (Tabel 2) dapat diperoleh estimasi produksi hasil tangkapan *purse seine* di Teluk Tomini 74.442 ton per tahun yang tersebar menurut wilayah (Gambar 6B). Hasil tangkapan paling besar (24.435 ton) didaratkan di Gorontalo (34%), sedang di wilayah lain seperti Bitung, Bolaang-Mongondow, Parigi-Moutong, Poso, Ampana, dan Banggai masing-masing sekitar 16, 18, 11, 6, 3, dan 12%. Hasil tangkapan yang didaratkan di Gorontalo sebagian besar berasal dari daerah penangkapan yang sama dengan nelayan Banggai, yaitu di perairan sekitar Longkoga di sebelah utara Bualemo (Kabupaten Luwuk-Banggai). Berdasarkan pada data statistik perikanan wilayah, *total landing* ikan pelagis kecil 37.500 ton; di pihak lain, dari survei akustik pada musim timur tahun 2003 biomassa ikan pelagis kecil sampai dengan kedalaman perairan 150 m diduga 204.695 ton, sampai dengan kedalaman 100 m (operasional jaring *purse seine* maksimal sampai dengan kedalaman 80 m) 164.000 ton.

Dari nilai-nilai tersebut di atas dapat dikatakan beberapa hal terkait tingkat pemanfaatan sebagai berikut:

1. Dengan mempertimbangkan nilai produksi dari *statistik landing*, maka tingkat pemanfaatan ikan pelagis kecil di lapisan 0 sampai dengan 100 m diduga 23%, dan hanya sekitar 18% sampai dengan kedalaman 150 m; suatu kondisi eksploitasi yang rendah atau tahap berkembang (Gulland, 1983). Sedang bila mempertimbangkan estimasi produksi 74.442 ton, maka tingkat pemanfaatan ikan pelagis kecil sampai dengan kedalaman 100 m telah mencapai 45% dan sekitar 36% sampai dengan kedalaman 150 m; suatu indikasi penangkapan cukup intensif.
2. Terdapat perbedaan nilai yang cukup besar antara *statistic landing* dan estimasi produksi, yaitu 37.500 ton dibanding 74.442 ton. Terlihat data statistik pendaratan cenderung *under estimate*, jauh lebih kecil dari nilai yang sebenarnya. Sistem pendataan yang kurang baik akibat sistem

pendaratan, lelang yang praktis tidak berjalan serta sistem pencatatan melatarbelakangi hal tersebut. Produksi ikan yang masuk perusahaan yang tidak dikatakan (*unreported*) memberi kontribusi cukup besar ke arah hal tersebut, mengingat komoditi yang dieksploitasi pada umumnya adalah komoditi ekspor sehingga ikan hasil tangkapan langsung dibawa ke perusahaan, namun pihak perusahaan cenderung bersikap tertutup.

#### Kondisi Terkini Perikanan *Purse Seine* Gorontalo

Jumlah pukat cincin mini (pajeko) yang tercatat di Propinsi Gorontalo saat ini (2006) 113 unit. Selain itu, tercatat 96 unit alat jaring lingkaran (nama lokal: pajala) yang digunakan nelayan Gorontalo untuk menangkap ikan pelagis di perairan pantai. Dibanding tahun 2003 sampai dengan 2004 terdapat penambahan 15 unit *purse seine*. Secara umum, karakteristik armada alat *purse seine* tidak berubah (bersifat skala kecil), kecuali peningkatan dalam penggunaan mesin utama; beberapa kapal telah dilengkapi dengan peralatan radio SSB. Belum ada yang menggunakan GPS.

Penangkapan di sekitar rumpon (rumpon laut dalam), selain dibantu dengan petromak (4 buah), juga dilengkapi dengan mesin takal untuk menarik jaring sehingga jumlah anak buah kapal 15 orang telah cukup; sebelumnya tanpa mesin takal jumlah anak buah kapal mencapai 25 sampai dengan 30 orang. *Fishing ground* (posisi rumpon) nelayan Gorontalo selain di perairan selatan Gorontalo (ditempuh dalam waktu 2 jam) pada umumnya tetap berada di Sulawesi Tengah, yaitu di sekitar Dolong (sebelah utara timur Togian) dan sekitar Longkoga (sebelah barat utara Bualemo, Kabupaten Banggai) yang dapat ditempuh dalam waktu 8 jam dari Gorontalo (Gambar 5). Operasional penangkapan tetap *one day fishing*. Pada dasarnya penangkapan dilakukan terus tanpa hari libur kecuali kondisi cuaca yang tidak menguntungkan; bahkan pada saat terang bulan di mana kondisi laut

kurang mendukung. Di pihak lain, alat tangkap pajala dioperasikan secara harian dengan menggunakan perahu pélang ukuran 9x0,70 m (3 GT), anak buah kapal 4 orang; mesin katinting kekuatan 5,5 PK. Ukuran Jaring panjang 60 m, kalau melingkar keseluruhan 100 m, kalau melingkar keseluruhan 100 m, namun hanya mencapai kedalaman air 15 m. *Fishing ground* di sekitar pantai Gorontalo, dibantu dengan rumput tanam di kedalaman 100 sampai dengan 800 m.

Sejak lama telah terjalin kerja sama antara nelayan Gorontalo dan nelayan Sulawesi Tengah melalui sistem bagi hasil, kapal Gorontalo menangkap ikan yang telah terkumpul di rakit milik nelayan Dolong atau Longkoga atau Bualemo. Menurut nelayan, untuk mendapatkan ikan ukuran ekspor serta ukuran besar ke *fishing ground* lebih jauh. Hasil tangkapan pada dasarnya langsung dibawa ke tempat pengolahan milik perusahaan, ikan ukuran kecil dan ukuran *over size* dijual di Pelabuhan Pendaratan Ikan. Sistem semacam ini juga telah menyulitkan dalam pengambilan contoh biologi.

Produksi ikan pelagis yang didaratkan oleh pukat cincin di Gorontalo tahun 2005 11.300 ton atau sekitar 30% dari seluruh produksi ikan laut (Laporan Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Gorontalo); nilai yang lebih rendah dari tahun-tahun sebelum (tahun 2002 sampai dengan 2004). Secara keseluruhan, produksi ikan laut tahun 2005 ini dianggap tidak memenuhi nilai yang ditargetkan (sasaran produksi 60.000 ton). Berdasarkan pada hasil monitoring oleh Sub Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Gorontalo tahun 2005 (per kuartal) laju tangkap alat ini sekitar 420 kg per trip. Nilai ini diperkirakan juga lebih rendah dari yang sebenarnya. Hal-hal menyangkut sistem pendaratan dan sistem pengambilan contoh menjadi sumber bias sedang perusahaan penangkap tetap bersifat tertutup tidak mengatakan hasil tangkapan.

Dari hasil wawancara dengan beberapa nakhoda kapal (K. M. Antra, K. M. Pantai Indah, K. M. Dikal Tutuang, K. M. Kartika, dan K. M. Garuda Mas), jumlah hasil tangkapan pukat cincin bekisar antara 500 kg sampai dengan lebih dari 10 ton (rata-rata 5 sampai dengan 6 ton); hasil tangkapan 7 sampai dengan 8 ton adalah sering diperoleh. Jarang sekali data *catch monitoring*, baik tahun 2003 sampai dengan 2004 maupun sekarang (tahun 2006), yang menunjukkan nilai sebesar itu. Kecenderungan lebih rendah nilai hasil tangkapan yang tercatat diperkirakan disebabkan oleh ketertutupan perusahaan penangkap untuk mengatakan hasil tangkapan, sedang lelang murni secara praktis tidak berjalan. Hal ini, yang mengakibatkan dugaan nilai produksi menjadi *under*

*estimate*. Hasil yang jauh lebih rendah juga diperoleh Dinas Kelautan dan Perikanan Kota Gorontalo yang melakukan monitoring per kuartal tahun 2005, hasil hanya 420 kg per trip.

Dari *catch monitoring* yang dilakukan oleh *enumerator* di Pelabuhan Pendaratan Ikan Gorontalo, rata-rata hasil tangkapan secara umum tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, laju tangkap tahun 2004 sekitar 1.000 kg per trip per hari, tahun 2006 sekitar 1.031 kg per trip per hari. Perbedaan mungkin pada nilai maksimal yang tercatat. Hasil tangkapan pajala berkisar antara 30 sampai dengan 500 kg, pada umumnya di bawah 100 kg. Dari hal tersebut sistem monitoring yang benar kelihatan merupakan faktor yang penting untuk mendapatkan nilai produksi yang akurat. Untuk keperluan pengelolaan yang bertanggungjawab dicari upaya untuk mendapatkan secara lebih akurat.

## KESIMPULAN

Dari uraian tersebut di atas dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Teluk Tomini memiliki sumber daya pelagis cukup besar dengan kondisi lingkungan sangat spesifik alamiah, terdapat pemolaan massa air yang berhubungan dengan laut di sekitar dan memiliki *buffer area* yang dapat menyediakan sumber makanan bagi seluruh biota laut (lahan *upwelling* di sekitar mulut teluk) serta diduga berperan penting bagi proses kehidupan termasuk kelimpahan ikan pelagis.
2. Sistem perikanan bersifat skala kecil (GT<30) tetapi berjalan cukup intensif. Armada payang hanya beroperasi di perairan pantai, sedang armada yang lebih besar ke daerah penangkapan lebih jauh, namun hasil tangkapan lebih banyak. Armada Gorontalo kebanyakan beroperasi di daerah Sulawesi Tengah (timur Kepulauan Togean dan utara Banggai). Tidak ditemui kontrol upaya terhadap perikanan yang berjalan. Tingkat pemanfaatan (sekitar 45%) dan tingkat eksploitasi ( $E=\pm 0,5$ ) menunjukkan bahwa pengelolaan yang tepat dan bertanggungjawab berbasis ekologi segera dilakukan. Kontrol upaya perlu dilaksanakan dengan mempertahankan ukuran kapal <30 GT, jumlah kapal memungkinkan ditambah.
3. Sejauh ini produksi ikan yang didaratkan tetap menunjukkan *under estimate*. Oleh karena itu, sistem pendaratan dan sistem monitoring terhadap perikanan dibenahi. Sosialisasi ke perusahaan perikanan juga penting dilakukan.

## REKOMENDASI

Melihat struktur armada pukat cincin mini di bawah 30 GT, kondisi perikanan dipertimbangkan aman, sejauh penambahan upaya (jumlah kapal dan ukuran kapal) dapat terkontrol dengan baik atau tidak ada upaya lain yang tidak terkontrol yang datang dari luar. Mengingat bahwa perairan Teluk Tomini adalah perairan *semi enclosed* dan diduga merupakan habitat yang baik sebagai daerah asuhan (*nursery ground*) dan daerah pembesaran kebanyakan ikan pelagis, penambahan upaya dengan ukuran kapal tidak melebihi 30 GT dapat dipertimbangkan, akan tetapi masuk kapal-kapal besar (ukuran >30 GT) sangat dimungkinkan akan mengganggu kelestarian hasil tangkapan. Contoh yang tidak baik diberikannya oleh perikanan pelagis kecil (pukat cincin besar atau sedang) di Laut Jawa-Selat Makassar yang menunjukkan perkembangan tanpa kontrol upaya sehingga dalam waktu relatif singkat hasil tangkapan bersifat stagnan (menurun) karena telah terjadi penyusutan jumlah stok ikan (biomassa) dengan cepat (Atmaja & Nugroho, 2006).

Mengingat penangkapan yang intensif dengan hasil sebesar-besarnya, namun statistik produksi menunjukkan angka yang lebih rendah, monitoring hasil tangkapan secara benar dan akurat merupakan keperluan yang sangat mendesak. Sistem monitoring melalui *log book* adalah salah satu pilihan. Sosialisasi dan pendekatan dengan perusahaan-perusahaan penangkap yang ada juga perlu dilakukan. Upaya pengelolaan ini menyeluruh termasuk aspek sosial mengingat status wilayah yang bersifat otonomi daerah. Penataan pendaratan dan sistem pendataan yang baik merupakan hal penting dilaksanakan sehingga monitoring dapat berjalan lebih mudah. Karakteristik biologi sumber daya dan keterkaitan dengan wilayah perairan lain (Teluk Tolo, Laut Seram, Laut Sulawesi, dan Laut Maluku) juga merupakan data yang penting bagi upaya pengelolaan dan pengembangan perikanan mengingat ikan pelagis memiliki kebiasaan migrasi yang sangat kuat.

## PERSANTUNAN

Kegiatan dari hasil riset teknik dan strategi manajemen sumber daya ikan pelagis kecil di Teluk Tomini dan Laut Jawa, T. A. 2006, di Pusat Riset Perikanan Tangkap-Ancol, Jakarta.

## DAFTAR PUSTAKA

Amri, K., Suwarso, & Herlisman. 2005. Dugaan *upwelling* berdasarkan analisis komparatif citra

sebaran suhu permukaan laut dan klorofil-a di perairan Teluk Tomini. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (6): 57-71.

Anonim. 2001. Pengkajian stok ikan di perairan Indonesia. Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan-Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta.

Atmaja, S. B. & D. Nugroho. 2006. Interaksi antara biomassa dengan upaya penangkapan: Studi kasus perikanan pukat cincin di Pekalongan dan Juana. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 12 (1): 57-68.

Awwaluddin, Suwarso, & R. Setiawan. 2005. Distribusi kelimpahan dan struktur komunitas Plankton pada musim timur di perairan Teluk Tomini. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (6): 33-56.

Burhanuddin, A. Supangat, B. Sulistiyo, T. Rameyo, & Charles R. Kepel (Eds.). 2004. Profil sumber daya kelautan dan perikanan Teluk Tomini. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.

Gulland, J. A. 1983. Fish stock assessment. A manual of basic methods. FAO. John Wiley. Rome.

Hamilton, W. B. 1979. *Tectonic of Indonesian region*. Denver, U. S. S. Govern. Printing office. 159-195.

Herlisman. 2006. Pola arus permukaan pada musim barat di Teluk Tomini. (*Unpublish*).

Laevastu, T. & I. Hela. 1970. *Fisheries oceanography*. Fishing News (Books) Ltd. London. 238 p.

Natsir, M., B. Sadhotomo, & Wudianto. 2005. Pendugaan biomassa ikan pelagis di perairan Teluk Tomini dengan metode akustik bim terbagi. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (6): 101-107.

Notji, A. 1974. Kandungan klorofil pada fitoplankton di Laut Banda dan Seam. *Oseanologi Indonesia*. (2): 1-16.

Satria, F. & E. Nurdin. 2005. Aspek operasional pukat cincin di Teluk Tomini. (*Unpublish*).

- Suwarso, Herlisman, & Wudianto. 2006. Profil massa air Teluk Tomini pada musim timur. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (6): 17-31.
- Taufik, M., Suwarso, & Nurwiyanto. 2005. Studi pendahuluan distribusi kelimpahan Ichthyoplankton di Teluk Tomini dan Laut Banda. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (6): 73-83.
- Wiadnyana. 1999. Variasi kelimpahan zooplankton dalam kaitannya dengan produktivitas perairan Laut Banda. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Ambon.
- Wudianto, I N. Arnaya, M. Natsir, & Dian Herdiana. 2005. Pendugaan pola distribusi spasio temporal *target strength* ikan pelagis dengan metode akustik di perairan Teluk Tomini. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 11 (6): 85-99.
- Wyrcki, K. 1961. Physical oceanography of the southeast Asian Waters. *Naga Report*. Vol. 2. The Univesrity of California. California. 195 p.