

TINGKAT PEMANFAATAN DAN POLA MUSIM PENANGKAPAN IKAN LEMURU DI PERAIRAN SELAT BALI

Oleh:

Domu Simbolon^{1*}, Budy Wiryawan¹, P. Ika Wahyuningrum¹ dan Hendro
Wahyudi²

ABSTRAK

Ikan lemuru (*Sardinella lemuru*) merupakan salah satu sumber daya ikan di Perairan Selat Bali yang mempunyai potensi dan nilai ekonomis yang cukup tinggi. Produksi yang hasil tangkapan yang diperoleh saat ini sudah mengalami penurunan akibat *overfishing*. Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi potensi lestari, tingkat pemanfaatan dan pengupayaan serta pola musim penangkapan ikan lemuru di Selat Bali berdasarkan hasil tangkapan yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai Muncar. Metode dalam penelitian ini menggunakan metode surplus produksi untuk mencari potensi lestari, upaya optimum serta tingkat pemanfaatan menggunakan metode Schaefer. Pola musim penangkapan ikan menggunakan analisis deret waktu dan metode rata-rata bergerak. Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai potensi lestari dan upaya optimum sebesar 33.576 ton/tahun dan 26.696 trip/tahun. Tingkat pemanfaatan selama 2004-2008 telah melebihi nilai potensi lestari pada tahun 2006 dan 2007 yaitu sebesar 153% dan 161%, tingkat pengupayaan selama lima tahun terakhir sudah di atas 100%. Bulan Desember-Februari sangat baik untuk melakukan operasi penangkapan ikan lemuru karena sumberdaya yang melimpah dan sudah layak tangkap. Sedangkan bulan Maret-November merupakan waktu yang kurang baik untuk operasi penangkapan ikan lemuru karena sumberdaya yang sedikit dan belum layak tangkap.

Kata kunci: ikan lemuru, , musim penangkapan, Selat Bali, surplus produksi

PENDAHULUAN

Kajian musim dan tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan di suatu kawasan perairan laut sangat penting untuk mengontrol dan memonitor tingkat eksploitasi penangkapan ikan yang dilakukan terhadap sumberdaya ikan di perairan tersebut. Hal ini ditempuh sebagai tindakan preventif guna mencegah terjadinya kepunahan sumberdaya ikan akibat tingkat eksploitasi berlebih. Informasi musim penangkapan ikan ditujukan pula untuk mendorong terciptanya kegiatan operasi penangkapan ikan dengan tingkat efektivitas dan efisiensi yang tinggi tanpa merusak kelestarian sumberdaya ikan dan memberikan keuntungan usaha yang optimal. Bila dalam kegiatan operasi penangkapan ikan segalanya diserahkan kepada alam tanpa perencanaan manajemen dan target operasi yang jelas, maka keuntungan maupun tingkat keberhasilan usaha yang diperoleh tidak akan optimal. Hal ini tidak saja akan

¹ Staf Pengajar Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

² Alumni Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

* Korespondensi: domu_psp@yahoo.com

memberikan kerugian dari segi ekonomis, tetapi juga dapat mengancam kelestarian sumberdaya ikan yang dieksploitasi, dimana tingkat eksploitasi sudah melebihi daya dukung sumberdayanya.

Kajian musim penangkapan ikan akan menghasilkan informasi mengenai waktu atau musim yang paling tepat untuk melakukan kegiatan operasi penangkapan ikan sehingga dapat mengurangi resiko kerugian penangkapan ikan. Diharapkan operasi penangkapan ikan hanya dilakukan pada musim puncak, sehingga akan diperoleh hasil tangkapan yang optimum serta menjaga agar produktivitas sumberdaya ikan dapat berkelanjutan dan tetap lestari.

Pemanfaatan sumberdaya perikanan yang berkelanjutan (lestari) harus segera diterapkan pada sumberdaya yang statusnya sudah *fully exploited*. Apabila hal ini diabaikan, sumberdaya perikanan akan menjadi lebih tangkap (*over exploited*) bahkan turun drastis karena tidak terkontrolnya tingkat eksploitasi yang melebihi daya dukung sumberdaya perikanan tersebut. Kemampuan sumberdaya perikanan untuk memperbaharui diri melalui pertumbuhan dan rekrutmen sangat dipengaruhi oleh lingkungan sekitarnya dalam hal pengadaan sumberdaya makanan, persaingan antar dan inter spesies, lingkungan yang sehat dan sesuai serta adanya predator. Jika aktivitas penangkapan dilakukan dengan tidak hati-hati dan walaupun jumlahnya tidak melebihi daya dukung suatu sumberdaya perikanan, maka aktivitas penangkapan tersebut akan membahayakan kemampuan sumberdaya perikanan dalam memperbaharui diri.

Salah satu sumberdaya ikan di Perairan Selat Bali yang mempunyai potensi dan nilai ekonomis yang cukup tinggi adalah ikan lemuru (*Sardinella lemuru*). Ikan ini merupakan sumberdaya perikanan yang mempunyai peran sangat strategis, antara lain sebagai: 1) sumber pendapatan utama masyarakat nelayan setempat; 2) mobilisasi aktivitas ekonomi wilayah khususnya dalam penyerapan tenaga kerja dalam berbagai bidang usaha yakni usaha penangkapan, industri pengolahan, industri jasa transportasi dan pemasaran hasil perikanan; 3) penyedia bahan baku industri pengolahan; 4) sumber pendapatan asli daerah (PAD). Beberapa peneliti berpendapat bahwa ada kecenderungan penurunan produksi ikan lemuru yang diakibatkan oleh penangkapan berlebih (*overfishing*) (Gumilar, 1985; Merta dan Eidman, 1995; Martosubroto *et al.* 1986; Salim, 1986; Merta, 1992; FAO, 1999 *yang diacu oleh* Djarni, 2007).

Kecenderungan penurunan hasil tangkapan yang terjadi memerlukan pengelolaan upaya penangkapan yang baik sehingga dapat memanfaatkan sumberdaya ikan atau potensi tangkapan secara optimal. Untuk pengelolaan sumberdaya ikan yang baik dibutuhkan informasi dasar salah satunya tentang musim dan tingkat pemanfaatan. Oleh karena itu, untuk mendapatkan informasi mengenai pengaruh musim dan tingkat pemanfaatan diperlukan pengkajian berdasarkan pada faktor *input* dan *output* yaitu upaya penangkapan dan hasil tangkapannya serta biologi dari sumberdaya ikan tersebut. Berdasarkan hasil pengkajian tersebut, maka dapat dilakukan rencana penangkapan yang baik di PPP Muncar Jawa Timur.

Produksi hasil tangkapan ikan lemuru yang diperoleh di Perairan Selat Bali, saat ini sudah mengalami penurunan sebagai akibat terjadinya penangkapan berlebih (*overfishing*). Penurunan produksi ditunjukkan oleh ukuran ikan tangkap yang makin kecil, turunnya produksi unit *input* dan jumlah struktur populasi yang menurun. Kondisi lainnya dalam perikanan lemuru yakni terjadinya produksi yang berfluktuasi, kurang efisiensi pemanfaatan sumberdaya ikan, serta belum adanya strategi sistem pengelolaan sumberdaya perikanan yang berkelanjutan.

Permasalahan lain yang dihadapi dalam usaha perikanan lemuru di Perairan Selat Bali dewasa ini adalah belum diketahuinya secara jelas potensi lestari sumberdaya dan tingkat pemanfaatan saat ini beserta pola musim penangkapan ikan lemuru. Sebagai konsekuensi

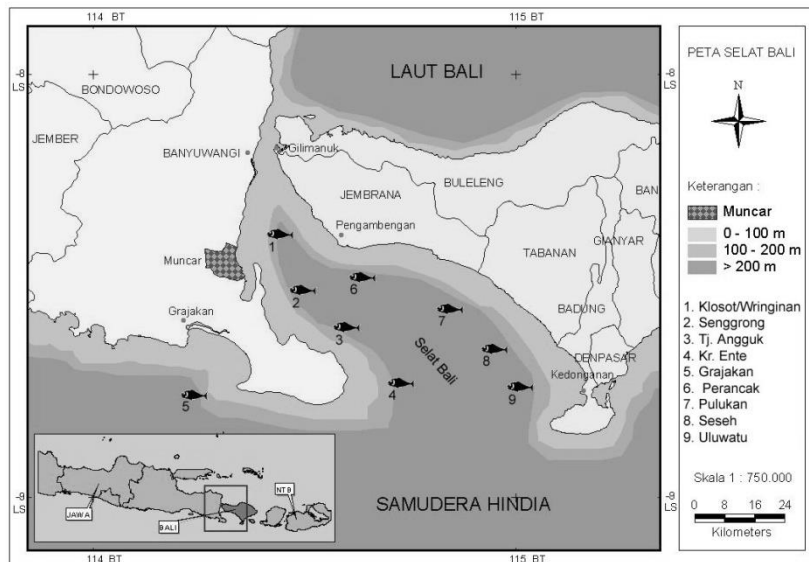
logisnya, maka operasi penangkapan ikan tidak efisien karena tingkat ketidakpastian hasil tangkapan tetap tinggi.

Tujuan penelitian ini adalah mengestimasi potensi lestari, tingkat pemanfaatan dan tingkat pengupayaan dan pola musim penangkapan sumberdaya ikan lemuru di Perairan Selat Bali berdasarkan hasil tangkapan yang didaratkan di PPP Muncar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan selama bulan Juli 2009 di Pelabuhan Perikanan Pantai Muncar - Perairan Selat Bali, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur. Perairan Selat Bali terletak pada koordinat 114,34° BT-115,17° BT dan 8,09° LS-8,82° LS.



Gambar 1 Peta Selat Bali dan daerah penangkapan ikan lemuru.

Metode Pengumpulan Data

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei. Penentuan sampel kapal pada kegiatan operasi penangkapan dilakukan pada kapal *purse seine* sebagai unit penangkapan yang dominan dalam menghasilkan produksi ikan lemuru. Berdasarkan FAO (2000), populasi kapal *purse seine* sebanyak 70% berada di PPP Muncar dan 30% berada di Pengambengan. Jadi data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari PPP Muncar dengan asumsi sudah mewakili dari kondisi perikanan lemuru di Perairan Selat Bali.

Jumlah kapal *purse seine* yang beroperasi pada bulan Juli 2009 di Muncar sebanyak 203 unit. Dengan *error* sebesar 15 % maka didapat jumlah responden sebesar 36 unit kapal *purse seine*. Pemilihan responden terhadap unit penangkapan *purse seine* karena merupakan unit penangkapan yang paling dominan dalam operasi penangkapan ikan lemuru di Selat Bali berdasarkan hasil tangkapan yang didaratkan di PPP Muncar.

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis hasil tangkapan per upaya penangkapan, standardisasi alat tangkap, metode surplus produksi untuk mencari MSY, upaya optimum serta tingkat pemanfaatan. Pola musim penangkapan ikan di perairan Selat Bali - Muncar dicari dengan menggunakan analisis deret waktu (*time series data*) dan metode rata-rata bergerak (*moving average*).

HASIL

Potensi Lestari Ikan Lemuru

Hasil tangkapan per unit *effort* (CPUE) tahunan ikan lemuru

Setiap alat tangkap (*purse seine*, payang, *gillnet* dan bagan) yang digunakan untuk menangkap ikan lemuru yang didaratkan di PPP Muncar memiliki kemampuan yang berbeda. Diperlukan adanya proses standardisasi upaya penangkapan terlebih dahulu sebelum mencari hasil tangkapan per upaya penangkapan (CPUE).

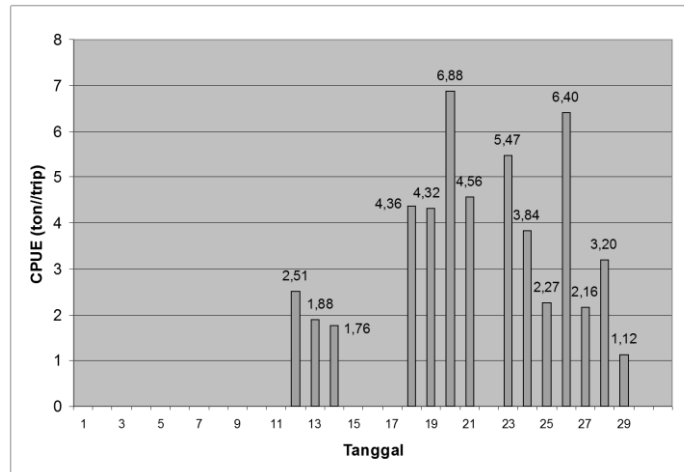
Sebelum dilakukan analisis pendugaan potensi lestari (MSY) dan upaya tangkap optimum (f_{opt}) terlebih dahulu ditentukan model yang cocok dalam analisis lanjutan. Penentuan model tersebut didasarkan pada hubungan antara upaya produksi dan nilai CPUE (model *Schaefer*) atau Ln CPUE (model *Fox*). Berdasarkan uji regresi maka model *Schaefer* lebih cocok untuk dipergunakan pada analisis pendugaan potensi lestari (MSY) dan upaya optimum (f_{opt}) karena nilai koefisien determinasi (R^2) lebih besar jika dibandingkan dengan model *Fox*, yaitu 0,074 untuk model *Schaefer* dan 0,047 untuk model *Fox*.

Tabel 1 menunjukkan bahwa CPUE tahunan ikan lemuru untuk alat tangkap *purse seine* berkisar dari 0,271–1,670 ton/trip. Nilai CPUE tertinggi dalam lima tahun terakhir dicapai pada tahun 2006 sebesar 1,670 ton/trip dan terendahnya pada tahun 2005 sebesar 0,271 ton/trip. Rata-rata CPUE tahunan secara keseluruhan dalam kurun waktu lima tahun adalah 0,922 ton/trip.

Tabel 1 Hasil tangkapan per upaya penangkapan (CPUE) tahunan ikan lemuru

Tahun	CPUE per alat tangkap (ton/trip)				
	<i>Purse seine</i>	Payang	<i>Gillnet</i>	Bagan	Jumlah
2004	0,326	0,089	0,016	0,041	0,472
2005	0,271	0,020	0,000	0,013	0,304
2006	1,670	0,158	0,000	0,009	1,837
2007	1,544	0,071	0,008	0,005	1,627
2008	0,797	0,180	0,015	0,011	1,003
Jumlah	4,608	0,518	0,039	0,079	
Rata-rata	0,922	0,104	0,008	0,016	

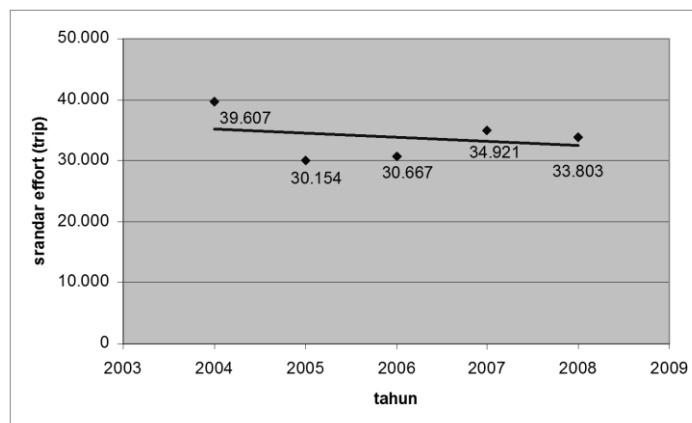
Hasil tangkapan per upaya penangkapan (CPUE) selama penelitian pada kapal *purse seine* terlihat pada Gambar 2. Nilai CPUE tertinggi sebesar 6,88 ton/trip pada tanggal 20 juli 2009 dan terendah pada tanggal 29 Juli 2009 sebesar 1,12 ton/trip. Rata-rata nilai CPUE selama penelitian sebesar 3,62 ton/trip.



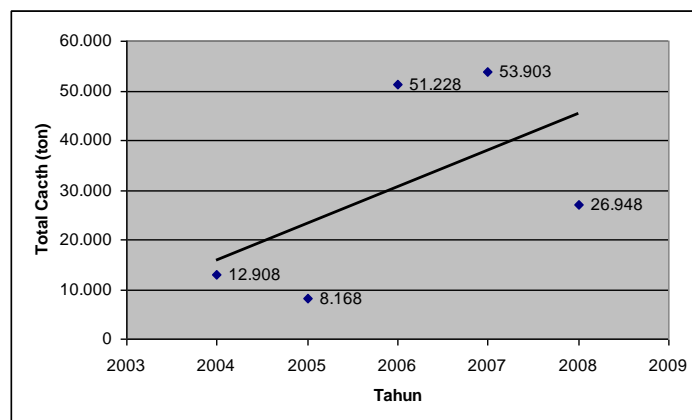
Gambar 2 Hasil tangkapan per upaya penangkapan *purse seine* bulan Juli 2009.

Hasil perhitungan dengan metode standarisasi alat tangkap

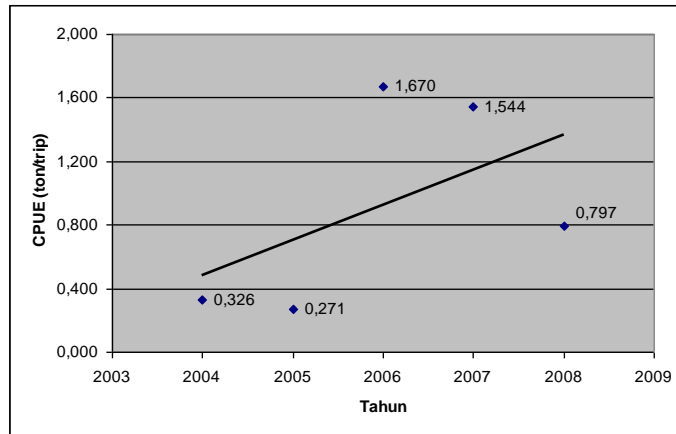
Setelah total hasil tangkapan, *effort* standar dan CPUE standar didapat, dilakukan perbandingan secara menyeluruh untuk mengetahui bagaimana pengaruh upaya penangkapan (*effort* yang sudah distandarisasi) terhadap jumlah hasil tangkapan pertahunnya dan produktifitasnya. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5.



Gambar 3 Upaya penangkapan (*effort*) standar.



Gambar 4 Total hasil tangkapan per tahun.



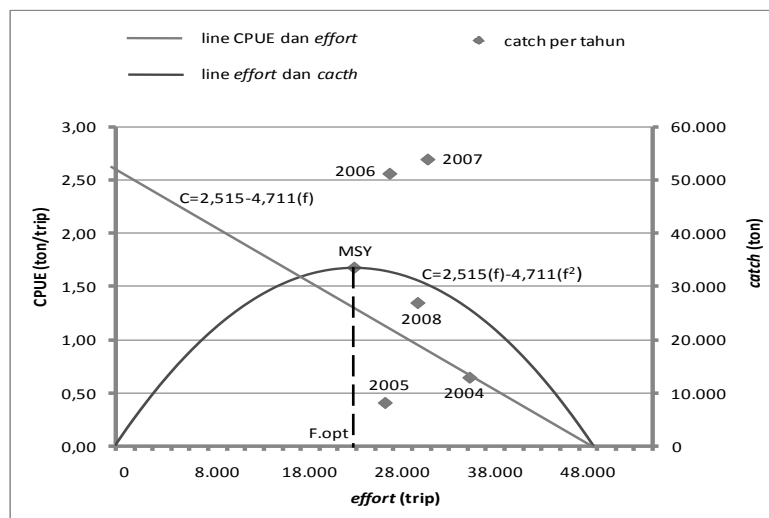
Gambar 5 Total hasil tangkapan per upaya penangkapan (CPUE) standart.

Berdasarkan Gambar 3, jumlah upaya penangkapan standar tertinggi terjadi pada tahun 2004 sebesar 39.607 trip dan terendah pada tahun 2005 sebesar 30.154 trip. Jumlah CPUE standar tertinggi pada tahun 2006 sebesar 1,670 ton/trip dan terendah pada tahun 2005 sebesar 0,271 ton/trip.

Nilai upaya penangkapan optimum dan potensi maksimum lestari (MSY)

Berdasarkan hasil perhitungan analisis regresi linier antara upaya standar (*standard effort*) sebagai variabel *f* dan hasil tangkapan per upaya penangkapan standar (CPUE standar) sebagai variabel *C*, maka diperoleh nilai dugaan parameter *intercept* (*a*) dan *slope* (*b*) pada model *Schaefer*. Hasil perhitungan analisis regresi linier sederhana selengkapnya ditampilkan pada Lampiran 8. Nilai *intercept* (*a*) dan *X variabel* (*b*) diperlukan untuk menduga nilai MSY dan F_{opt} dengan menggunakan model yang terpilih yaitu model *Schaefer*. Setelah nilai *intercept* (*a*) dan *f variabel* (*b*) diperoleh maka perhitungan selanjutnya dilakukan dengan mencari persamaan antara hubungan CPUE dengan *effort* pada model *Schaefer*.

Berdasarkan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa: 1) model yang menunjukkan hubungan antara hasil tangkapan (*catch*) dengan upaya penangkapan (*effort*), adalah $C=2,515(f) - 4,711(f^2)$; 2) potensi maksimum lestari (MSY) dan upaya penangkapan optimum (F_{opt}), masing-masing sebesar 33.576 ton per tahun dan 26.696 trip per tahun.

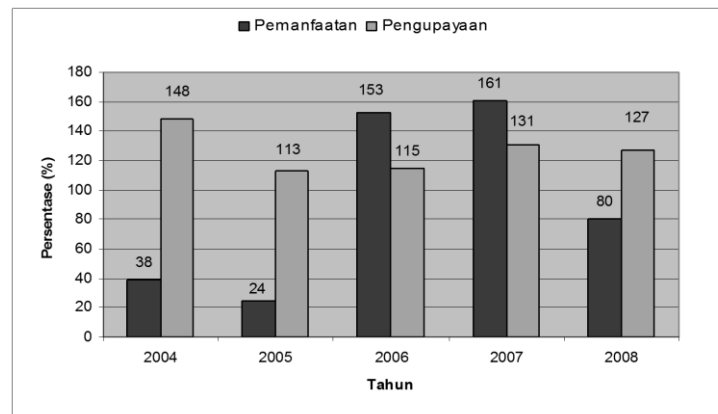


Gambar 6 Hubungan antara upaya penangkapan (*effort*), hasil tangkapan per upaya penangkapan (CPUE) dan hasil tangkapan (*catch*).

Tingkat Pemanfaatan dan Pengupayaan Sumberdaya Ikan Lemuru

Nilai tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru dalam kurun waktu lima tahun terakhir mengindikasikan bahwa tingkat pemanfaatan ikan lemuru mengalami fluktuasi (Gambar 7). Tingkat pemanfaatan yang melebihi 100% terjadi pada tahun 2006 sebesar 153% dan pada tahun 2007 sebesar 161%. Selain tahun 2007 dan 2006, pada tahun 2004, 2005, dan 2008 tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru masih berada dibawah 100% atau kurang dari nilai MSY-nya. Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru mencapai puncaknya pada tahun 2007 hingga melebihi 100% yaitu sebesar 161% dan tingkat pemanfaatan terendah terjadi pada tahun 2005 yaitu sebesar 24%.

Adapun tingkat pengupayaan alat tangkap didapatkan setelah mengetahui tingkat upaya optimum. Tingkat pengupayaan dihitung dengan membandingkan jumlah upaya penangkapan pada tahun tertentu terhadap nilai upaya penangkapan optimum. Tingkat pengupayaan selama lima tahun terakhir 2004-2008 di PPP Muncar telah melebihi tingkat upaya optimumnya dengan tingkat pengupayaan tertinggi pada tahun 2004 sebesar 148% (Gambar 7).

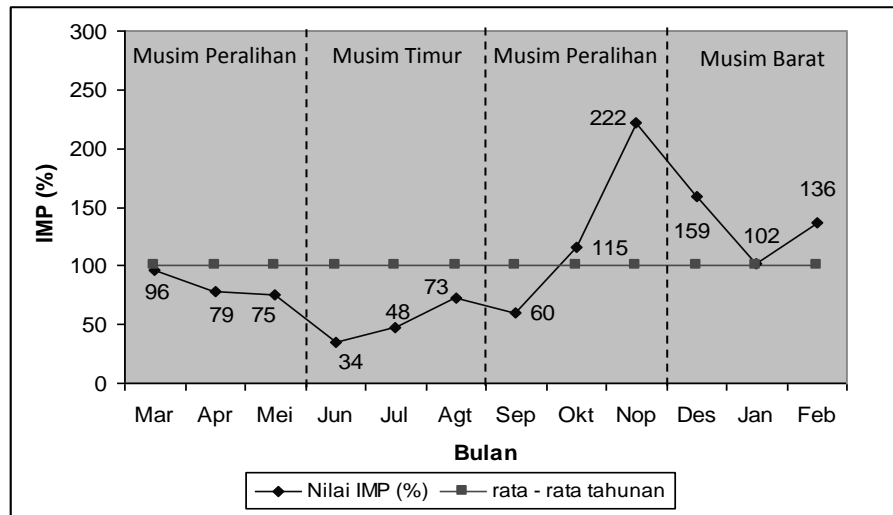


Gambar 7 Tingkat pemanfaatan dan pengupayaan ikan lemuru.

Pola Musim Penangkapan Ikan Lemuru

Puncak musim penangkapan ikan lemuru yang diindikasikan dengan IMP tertinggi terjadi pada bulan November (musim peralihan Timur-Barat) dengan IMP sebesar 222% (Gambar 8). Musim penangkapan terendah terjadi pada bulan Juni (musim timur) dengan IMP sebesar 34%. Dari hasil perhitungan yang didapatkan, nilai rata-rata IMP perbulan diketahui 100%.

Berdasarkan nilai rata-rata IMP tersebut, dapat diketahui kecenderungan pola musim penangkapan yang menunjukkan waktu atau musim yang paling tepat untuk menangkap ikan lemuru, yaitu pada bulan-bulan yang memiliki nilai IMP diatas nilai IMP rata-rata. Berdasarkan perhitungan nilai IMP pada bulan Oktober – Februari diketahui berada diatas nilai rata-rata IMP perbulan. Selain dari bulan-bulan tersebut nilai IMP berada di bawah nilai IMP rata-rata per bulan.



Gambar 8 Indeks Musim Penangkapan ikan lemuru di Perairan Selat Bali.

PEMBAHASAN

Potensi dan Peluang Pengembangan Perikanan Lemuru

Hasil tangkapan per unit *effort* (CPUE) selama lima tahun terakhir (2004-2008) didominasi oleh alat tangkap *purse seine*. Berdasarkan Gambar 5, *purse seine* memiliki kontribusi hasil tangkapan yang terbesar dibandingkan dengan alat tangkap lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa alat tangkap *purse seine* lebih produktif dibandingkan dengan alat tangkap lainnya berdasarkan jumlah hasil tangkapan yang diperoleh per upaya penangkapan (trip).

Nilai CPUE tertinggi dicapai pada tahun 2006 (Tabel 1) karena terjadinya kelimpahan stok sumberdaya ikan di daerah penangkapan. Pada tahun-tahun sebelumnya (2004 dan 2005), ikan lemuru sangat sedikit yang dimanfaatkan yang dapat dilihat pada hasil tangkapan per unit *effort* (CPUE) tahun tersebut juga kecil. Nilai CPUE terendah terjadi pada tahun 2005 karena terjadi upaya penangkapan yang sangat tinggi pada tahun tersebut dan tahun sebelumnya (2004) sehingga menurunkan hasil tangkapan per unit *effort* (CPUE). Banyaknya upaya penangkapan yang dilakukan pada tahun-tahun tersebut dapat meningkatkan tingkat kompetisi antar nelayan sehingga hasil tangkapan juga menurun.

Jumlah CPUE ikan lemuru pada *purse seine* selama penelitian sebesar 3,38 ton/trip sedangkan pada tahun-tahun sebelumnya pada bulan yang sama rata-rata sebesar 1,67 ton/trip. Pada bulan Juli nelayan tidak banyak mendapatkan hasil tangkapan karena ikan lemuru berada pada perairan dengan salinitas rendah yang pada saat tersebut jauh dari jangkauan penangkapan yaitu diluar Selat Bali (Muntoha, 1998). Hasil tangkapan ikan lemuru mulai didapat sejak pertengahan bulan Juli dan biasanya akan terus meningkat pada bulan-bulan berikutnya. Pada awal bulan Juli tidak didapat hasil tangkapan karena sejak bulan sebelumnya ikan lemuru mengalami pemijahan dan juga merupakan bulan-bulan dengan hasil tangkapan yang terendah.

Hasil perhitungan *effort* setelah melalui metode standarisasi alat tangkap disajikan pada Gambar 3. Upaya penangkapan (*effort*) yang distandarisasi selama lima tahun terakhir berfluktuasi dengan kecenderungan menurun. Hal ini sebagai dampak dari adanya kenaikan harga BBM yang sangat tinggi pada tahun 2005 dan 2008. *Effort* tertinggi terjadi pada tahun 2004 sebelum adanya kenaikan harga BBM dan harga permodalan untuk upaya penangkapan masih stabil. Perkembangan hasil tangkapan per tahunnya juga berfluktuasi dengan

kecenderungan meningkat seperti pada Gambar 4. Hasil tangkapan yang tinggi terjadi pada tahun 2006 dan 2007 sebagai akibat dari melimpahnya sumberdaya ikan lemuru karena pada tahun-tahun sebelumnya masih sedikit yang dimanfaatkan.

Perbandingan total *catch*, standar *effort*, dan CPUE standar pada Gambar 3, 4 dan 5, dapat disimpulkan bahwa upaya penangkapan dengan hasil tangkapan yang didapatkan cenderung berbanding terbalik. Perbandingan antara upaya penangkapan dengan produktifitasnya (CPUE) juga cenderung berbanding terbalik. Artinya, setiap peningkatan upaya penangkapan (trip) maka produktifitas hasil tangkapan cenderung menurun dengan asumsi stok sumberdaya ikan lemuru di perairan dalam kondisi stabil.

Dalam perhitungan pendugaan potensi lestari, diperoleh potensi maksimum lestari (MSY) sebesar 33.576 ton per tahun dan nilai *effort* optimum sebesar 26.696 trip per tahun. Pada Gambar 15 terlihat bahwa pada tahun 2004, 2005 dan 2008 hasil tangkapan yang diperoleh masih berada di bawah nilai MSY. Sedangkan pada tahun 2006 dan 2007 hasil tangkapan yang dimanfaatkan telah melebihi nilai MSY. Upaya penangkapan ikan lemuru di PPP Muncar selama lima tahun terakhir 2004-2008 telah melebihi upaya optimumnya yaitu sebesar 26.696 trip per tahun. Prinsip kehati-hatian dalam pemanfaatan ikan lemuru yang ada di PPP Muncar sudah seharusnya diterapkan karena jika tidak dilakukan pengelolaan yang bijaksana, maka sumberdaya perikanan yang ada akan terkuras habis. Bentuk pengelolaan tersebut salah satunya dapat berupa pengendalian *effort*.

Pada tahun 2006 dan 2007 hasil tangkapan telah melebihi potensi lestari (MSY) dan upaya penangkapan telah melebihi *effort* optimum. Hal ini terjadi karena banyaknya intensitas operasi penangkapan dan potensi sumberdaya ikan lemuru pada tahun tersebut masih banyak. Banyaknya potensi sumberdaya tersebut karena pada tahun-tahun sebelumnya (2004-2005) produksi ikan lemuru masih sedikit yang dimanfaatkan. Pada tahun 2004, 2005 dan 2008 hasil tangkapan masih dibawah potensi lestari (MSY) tetapi upaya penangkapan telah melebihi *effort* optimum. Hal ini terjadi karena banyaknya intensitas operasi penangkapan dan sumberdaya ikan lemuru pada tahun tersebut sedikit. Penurunan jumlah sumberdaya tersebut karena adanya pemanfatan pada tahun-tahun sebelumnya yang melebihi potensinya. Keadaan ini juga sesuai dengan penelitian Inaya (2004) bahwa siklus hidup lemuru di Selat Bali akibat aktifitas penangkapan ikan berkisar antara 4-5 tahun. Apabila pada suatu waktu terjadi puncak produksi dan terjadi pengurasan stok maka waktu yang diperlukan untuk memijah kembali sekitar 2-3 tahun. Pada tahun berikutnya lemuru sudah berumur empat tahunan dan mulai mengalami kematian akibat penangkapan dan kematian alami lainnya sehingga biasanya produksi menurun. Faktor siklik berdasarkan atas siklus hidup lemuru diperoleh pola produksi 4-5 tahunan dimana setelah terjadi puncak produksi maka selama dua tahun berikutnya terjadi penurunan produksi baru setelah itu terjadi peningkatan secara berangsur-angsur selama 2-3 tahun berikutnya.

Gambar 6 memperlihatkan hubungan antara upaya penangkapan dan hasil tangkapan lestari yang berbentuk parabola (fungsi kuadratik). Ketika tidak dilakukan aktivitas penangkapan (*effort* = 0), produksi juga akan nol. Ketika upaya terus dinaikkan hingga mencapai titik *effort* optimum akan diperoleh produksi yang maksimum (MSY). Produksi pada titik ini merupakan *maximum sustainable yield*. Karena hubungannya membentuk kurva kuadratik, maka setiap penambahan tingkat upaya penangkapan akan meningkatkan hasil tangkapan sampai mencapai produksi maksimum, kemudian akan terjadi penurunan hasil tangkapan untuk tiap peningkatan intensitas penangkapan terhadap sumberdaya perikanan yang ada, bahkan mencapai produksi nol pada tingkat upaya maksimum (*effort* maksimum) dan hal ini akan berpengaruh negatif terhadap pendapatan nelayan dan pengurasan sumberdaya perikanan.

Tingkat pemanfaatan dan pengupayaan sumberdaya ikan lemuru di PPP Muncar terlihat pada Gambar 7. Pada tahun 2006 dan 2007 tingkat pemanfaatan telah melebihi 100% (melebihi nilai potensi lestari), sedangkan tingkat pengupayaannya selama lima tahun terakhir 2004-2008 juga telah melebihi 100% (melebihi upaya optimum). Tingkat pengupayaan yang melebihi upaya optimumnya dapat menyebabkan kondisi *overfishing*. Dengan kondisi tersebut, harus ada upaya untuk menurunkan tingkat penangkapan ikan lemuru di PPP Muncar untuk menjaga kelestarian sumberdaya ikan tersebut. Hal ini berarti bahwa peluang pengembangan (penambahan) usaha penangkapan lemuru di Perairan Selat Bali telah jenuh.

Tingkat pemanfaatan yang melebihi potensi lestari (MSY) dapat mengancam kelestarian sumberdaya ikan, ketersediaan dan keberlangsungan siklus hidupnya akan terganggu yang akhirnya stok ikan akan semakin sedikit. Hal ini terbukti pada tahun 2008 tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru turun sekitar 50% dari tahun-tahun sebelumnya yang tingkat pemanfaatannya melebihi potensi lestarnya pada tahun 2006 dan 2007. Kondisi ini tentunya juga akan merugikan semua pihak yang memiliki ketergantungan pada sumberdaya ikan lemuru seperti nelayan, dinas perikanan, industri perikanan maupun konsumen langsung karena ikan lemuru yang menjadi sedikit.

Tingkat pengupayaan yang dilakukan di PPP Muncar selama lima tahun terakhir 2004-2008 telah melebihi upaya optimumnya. Upaya penangkapan yang berlebihan ini dapat menyebabkan kondisi *overfishing* yang ditandai dengan gejala pada suatu sumberdaya ikan antara lain: (1) hasil tangkapan nelayan semakin menurun dari waktu ke waktu; (2) daerah penangkapan (*fishing ground*) semakin jauh; dan (3) ukuran ikan yang tertangkap semakin kecil (Widodo, 2002). Selain itu pula, biaya modal penangkapannya akan lebih besar daripada biaya penerimaannya, karena hasil tangkapan yang semakin sedikit.

Adanya *overfishing* di Selat Bali juga dikatakan oleh Djarnali (2007) bahwa dari input yang digunakan yakni jumlah trip menunjukkan bahwa *effort* aktual jauh melampaui *effort* optimal. Hal ini berarti di Perairan Selat Bali terjadi *over input* yang berakibat semakin lama semakin tidak efisien secara ekonomis dan teknik. Kondisi ini juga didukung perkembangan *purse seine* yang beroperasi baik dalam jumlah riil maupun yang mendapatkan ijin SIUP terus bertambah sesuai dengan kesepakatan antar Gubernur Jawa Timur dan Bali. Pengurangan pengoperasian *purse seine* merupakan langkah strategis dengan tujuan: 1) Mengurangi tekanan terhadap eksploitasi sumberdaya perikanan khususnya ikan lemuru sehingga dalam jangka panjang diharapkan *sustainable*; 2) Meningkatkan efisiensi penangkapan sehingga akan meningkatkan CPUE; 3) Memperkecil konflik sosial akibat perebutan daerah penangkapan; 4) Meningkatkan *effort* per perahu per tahun; 5) Memotivasi para juragan / pemilik kapal untuk berpikir lebih realistis dan modern yang berbasis pada pelestarian sumberdaya ikan.

Eksplorasi dan eksploitasi sumberdaya ikan selama ini hanya berada di perairan Selat Bali saja. Hal ini menyebabkan eksploitasi sumberdaya ikan di Selat Bali sudah melampaui *carrying capacity* atau terjadi *over exploitasi*. Kondisi ini terjadi karena sudah menjadi budaya dan kebiasaan masyarakat nelayan Muncar yang hanya melakukan penangkapan *one day trip*. Nelayan hanya bisa dan mampu berlayar dalam jarak tempuh penangkapan kurang dari 12 mil atau hanya ada di sekitar Selat Bali. Perburuan ikan tangkap yang paling jauh hanya sampai ke Perairan Bukit-Bali atau daerah Uluwatu. Salah satu persepsi nelayan yang kurang ramah lingkungan yakni selama ikan masih banyak ditemukan di laut maka akan menangkap sebanyak-banyaknya karena khawatir besok tidak dijumpai lagi.

Upaya pengembangan perikanan lemuru di Muncar saat ini sudah tidak memungkinkan lagi dengan penambahan armada penangkapan maupun upaya penangkapan. Kondisi perairan Selat Bali yang telah jenuh tidak lagi mampu menampung aktifitas penangkapan ikan sehingga diperlukan adanya perbaikan pengelolaan oleh pemerintah. Peran

pemerintah sangat dibutuhkan sebagai fasilitator, regulator, dan mediator untuk mengoptimalkan seluruh sumberdaya perikanan berbasis pada keberlanjutan sehingga mampu menjadikan sektor perikanan sebagai sektor andalan dan strategis. Peran tersebut dapat berjalan lancar apabila seluruh pelaku perikanan mengambil peran secara aktif yang didasari atas kesadaran dan motivasi untuk menyelamatkan sumberdaya yang ada di Perairan Selat Bali. Dengan didukung perangkat hukum yang kuat, pemerintah dapat menempatkan masing-masing pelaku perikanan sesuai peran dan fungsi yang terus dijalankan. Salah satu contohnya dengan menekan kebiasaan nelayan yang menangkap ikan lemuru ukuran kecil (*sempenit*), pihak pengusaha industri pengolahan harus sepakat dan tegas menolak untuk dijadikan bahan baku tepung ikan. Kondisi ini memerlukan kesadaran, kejujuran, dan keterbukaan antara nelayan dan pengusaha. Rintisan untuk menumbuhkan norma-norma positif yang mengikat seluruh pelaku perikanan perlu dilakukan sampai tercapai kesepakatan masyarakat perikanan untuk dijadikan norma bersama sebagai perwujudan kearifan lokal.

Diketuainya potensi lestari dan upaya optimum, diharapkan Dinas Kelautan dan Perikanan daerah (pemerintah) dapat menerapkan prinsip kehati-hatian dalam pengelolaan sumberdaya ikan. Kondisi di PPP Muncar telah lama mengalami tingkat pengupayaan yang melebihi upaya optimumnya. Surat Keputusan Bersama (SKB) antara Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur dan Bali masih sampai pada pengelolaan jumlah unit penangkapan *purse seine* yang boleh dioperasikan. Diharapkan kedepannya ada revisi kembali sehingga didapatkan kebijakan yang juga berisi tentang pengendalian *effort* (jumlah upaya penangkapan) yang diperbolehkan di Perairan Selat Bali.

Penelitian ini masih terbatas melihat dari aspek biologi dan lingkungan dalam mengkaji potensi sumberdaya ikan lemuru. Fauzi (2006) mengatakan bahwa pendekatan model *Schaefer* masih terlalu sederhana dan tidak mempertimbangkan aspek sosial-ekonomi dalam pengelolaan sumberdaya alam, padahal sistem perikanan mengenal adanya faktor ekonomi. Oleh karena itu diharapkan untuk penelitian selanjutnya dapat mengintroduksi parameter ekonomi seperti harga dari output per satuan berat dan biaya dari input dalam model *Schaefer* sehingga dihasilkan keseimbangan bio-ekonomi (*Gordon-Schaefer*).

Sumberdaya ikan umumnya bersifat akses terbuka (*open access*) sehingga siapa saja dapat berpartisipasi tanpa harus memiliki sumberdaya tersebut. Dalam kondisi perikanan *open access* terdapat kebebasan bagi nelayan untuk turut serta menangkap ikan sehingga terjadi kecenderungan pada nelayan untuk menangkap ikan sebanyak mungkin sebelum didahului oleh nelayan lain. Produksi yang maksimum secara ekonomi merupakan tingkat upaya penangkapan yang optimal secara sosial (sosial optimum). Apabila dibandingkan antara tingkat upaya pada saat keseimbangan *open access* dengan tingkat upaya optimal secara sosial, maka akan terlihat bahwa pada kondisi *open access* tingkat upaya yang dibutuhkan jauh lebih banyak daripada yang semestinya untuk mencapai keuntungan optimal yang lestari (Fauzi, 2006).

Dari sudut ilmu ekonomi, keseimbangan *open access* menjadikan timbulnya alokasi yang tidak tepat dari sumberdaya karena kelebihan sumberdaya yang dibutuhkan seperti modal dan tenaga kerja dapat dialokasikan untuk kegiatan ekonomi lainnya. Ini merupakan inti dari prediksi Gordon bahwa pada kondisi *open access* akan menimbulkan kondisi *economic overfishing*. Tingkat upaya yang dibutuhkan untuk mencapai titik optimal secara sosial jauh lebih kecil dibandingkan dengan yang dibutuhkan untuk mencapai titik MSY. Tingkat upaya (*effort* MEY) lebih bersahabat (*conservation minded*) dibandingkan dengan tingkat upaya *effort* MSY (Fauzi, 2006). Dengan penelitian dari aspek bio-ekonomi ini akan lebih mudah mengaplikasikannya karena akan diterima dan dimengerti oleh masyarakat pada umumnya.

Musim Penangkapan Ikan Lemuru dan Faktor-faktor yang Mempengaruhinya

Informasi mengenai pola musim penangkapan sumberdaya suatu jenis ikan di suatu kawasan perairan laut, diperlukan untuk mengetahui waktu atau musim yang paling tepat untuk menangkap ikan tersebut. Berdasarkan informasi tersebut maka efektifitas dan tingkat keberhasilan kegiatan operasi penangkapan bisa ditingkatkan dan resiko kerugian penangkapan bisa dikurangi.

Berdasarkan hasil perhitungan IMP seperti pada Gambar 18 dan Lampiran 9, diketahui pada bulan Oktober sampai Februari hasil tangkapan ikan lemuru sangat melimpah (nilai IMP diatas nilai rata-rata IMP). Pada bulan-bulan tersebut sangat baik dilakukan penangkapan ikan lemuru dan musim puncaknya pada bulan Nopember (IMP tertinggi). Pada bulan Maret sampai September hasil tangkapan ikan lemuru sangat sedikit, pada bulan-bulan ini merupakan waktu yang kurang baik dalam menangkap ikan lemuru (nilai IMP dibawah nilai rata-rata IMP).

Berdasarkan Gambar 18, waktu penangkapan ikan lemuru di PPP Muncar sangat baik pada musim peralihan timur-barat sampai musim barat dengan IMP rata-rata sebesar 139% berada di atas IMP rata-rata. Pada musim peralihan barat-timur sampai musim timur kurang baik dalam upaya penangkapan ikan lemuru karena nilai rata-rata IMP pada musim timur hanya 61% berada di bawah IMP rata-rata. Penangkapan ikan lemuru pada musim barat hanya mampu didominasi oleh alat tangkap *purse seine*. Dengan kemampuan kapal yang lebih besar dibandingkan alat tangkap lainnya, *purse seine* lebih kuat dalam menghadapi kondisi perairan yang bergelombang dan sering terjadi hujan pada musim barat ini.

Pola musim ikan lemuru di Selat Bali seringkali tidak sesuai dengan pola umum musim lemuru. Terlihat adanya kaitan yang sangat erat antar fluktuasi-fluktuasi yang sangat tajam dengan produksi totalnya, yang terutama disebabkan perubahan-perubahan lingkungan. Kesamaan pola antara musim pada suatu tahun dengan tahun yang akan datang belum diketahui, tergantung pada ada tidaknya pengaruh-pengaruh dari perubahan lingkungan perairan secara nyata. *Southern Oscillation Index* (SOI) berdampak sangat nyata pada pendaratan ikan lemuru di Selat Bali, dengan tahun-tahun terjadinya El Nino menghasilkan pendaratan-pendaratan yang sangat tinggi, dan pada tahun-tahun anti El Nino menghasilkan pendaratan-pendaratan yang sangat rendah. Oleh karena itu, dalam mencari indeks musim ikan bagi lemuru dan sejenisnya memerlukan serial data yang cukup panjang untuk mengurangi fluktuasi data (Mathews et. al., 2001 yang diacu oleh BRPL, 2004).

Pada musim timur, konsentrasi nitrat tinggi terjadi di Paparan Bali. Zat hara seperti nitrat dan fosfat sangat penting bagi perkembangan fitoplankton. Pada musim timur dimana terjadi *upwelling* mengakibatkan terjadinya peningkatan fitoplankton. Jumlah rata-rata fitoplankton di Perairan Selat Bali berdasarkan musim: (a) barat (bulan Januari) sebesar $7,3 \times 10^3$ sel/m³, (b) peralihan I (bulan Mei) sebesar $21,9 \times 10^3$ sel/m³, (c) timur (bulan Agustus) sebesar $35,5 \times 10^3$ sel/m³, dan (d) peralihan II (bulan September) sebesar $24,4 \times 10^3$ sel/m³. Konsentrasi plankton di Paparan Bali lebih tinggi dibandingkan dengan perairan di tengah selat dan Paparan Jawa (Wudianto, 2001). Akibatnya, sumber makanan bagi larva ikan lemuru hasil pemijahan pada bulan Juni-Juli dapat tersedia secara memadai. Selanjutnya larva tersebut mengalami perkembangan hingga dewasa dan akhirnya banyak tertangkap pada musim peralihan timur-barat sampai musim barat (Gambar 18).

Musim lemuru jatuh pada musim peralihan timur-barat sampai musim barat, padahal seharusnya dengan adanya peristiwa *upwelling* yang membawa banyak unsur hara ke dalam perairan akan mengakibatkan musim ikan jatuh pada musim timur. Menurut Muntoha (1998), musim lemuru justru jatuh pada musim barat disebabkan karena dua skenario. Pertama, 85-90% dari makanan lemuru adalah *copepode* yang termasuk zooplankton. Zooplankton

berkembang dengan baik pada musim barat dan lemuru akan bergerombol untuk mencari makanan dalam jumlah yang banyak menyesuaikan dengan makanannya. Kedua, lemuru memijah pada bulan Juni-Juli (musim timur). Untuk memijah lemuru membutuhkan perairan dengan salinitas rendah yang pada musim timur berada diluar Selat Bali dan kurang terjangkau oleh alat tangkap sehingga otomatis produksi hasil tangkapan berkurang.

Musim puncak ikan lemuru yang jatuh dibulan-bulan akhir tahun diduga berkaitan dengan musim memijah yang jatuh pada bulan Juni-Juli sehingga pada bulan-bulan akhir tahun ikan-ikan tersebut mencapai ukuran yang bisa ditangkap yaitu ukuran sempenit, protolan, lemuru. Dwiponggo (1982) mengatakan bahwa musim lemuru biasanya dimulai bulan September/Oktober dan berakhir pada bulan Maret tahun berikutnya. Meskipun demikian lemuru merupakan ikan yang dapat tertangkap sepanjang tahun walau dalam jumlah yang bervariasi.

Penangkapan yang dilakukan pada musim timur, selain hasil tangkapan ikan lemuru yang sedikit, pada bulan-bulan tersebut ikan lemuru juga mengalami pemijahan. Pemijahan ikan lemuru terjadi pada bulan Juni-Juli yang ditandai dengan munculnya ikan sempenit (lemuru kecil) yang tertangkap pada bagan-bagan dekat pantai (Soerjodinto, 1980 *yang diacu oleh* Hosniyanto, 2003). Penangkapan ikan lemuru yang masih mengalami pemijahan sangat berbahaya karena akan menghambat proses reproduksi sehingga akan mengurangi jumlah regenerasi ikan lemuru.

Apabila penangkapan terhadap ikan lemuru kecil (sempenit) seperti yang dilakukan oleh alat tangkap bagan terus dilakukan, disamping mengancam kelestarian sumberdayanya juga memberikan dampak yang negatif secara ekonomi. Ikan lemuru yang berukuran kecil memiliki nilai jual lebih rendah dibandingkan ikan yang berukuran besar. Pada proses operasi penangkapan, hasil tangkapan yang berukuran kecil biasanya terjat (*gilled*) masuk kedalam mata jaring sehingga menyulitkan nelayan untuk mengambil ikan-ikan tersebut. Ikan-ikan kecil yang terjat ini diambil secara paksa akibatnya banyak ikan menjadi rusak dan tanpa kepala sehingga hanya dapat digunakan sebagai bahan untuk pembuatan tepung ikan. Padahal untuk keperluan ikan kaleng dan pindang diperlukan ikan lemuru yang masih utuh dan berukuran besar. Diharapkan ada kebijakan dari Dinas Kelautan dan Perikanan Daerah tentang jumlah alat tangkap terutama untuk bagan yang boleh beroperasi di Perairan Selat Bali dan pengaturan agar tidak lagi menangkap ikan sempenit (lemuru kecil) untuk menjaga kelestarian dari sumberdaya ikan tersebut.

Penangkapan ikan lemuru dapat dilakukan mulai bulan Oktober dimana ukuran ikan lemuru telah mencapai >11 cm yang sudah termasuk kedalam kelompok protolan. Penangkapan antara Juni-Nopember sebaiknya tidak dilakukan karena pada bulan-bulan tersebut sebagian ikan lemuru masih bercampur antara ikan protolan dengan sempenit (lemuru kecil). Jika dilihat dari pengelolaan yang tepat, maka saat penangkapan yang baik antara bulan Desember-Februari dimana ikan lemuru telah menjadi dewasa dan berukuran panjang antara 15,5-18,5 cm dan diduga sudah selesai melakukan pemijahan. Ikan dewasa ini memiliki harga jual yang lebih tinggi dibanding ikan sempenit dan protolan dan jika tidak dilakukan penangkapan ikan tersebut akan mengalami kematian secara alami. (Dwiponggo, 1972 dan Merta, 1992).

Pada musim barat dan musim peralihan barat-timur, ikan lemuru di Perairan Selat Bali memiliki ukuran lebih besar dibanding pada musim timur dan musim peralihan timur-barat, berkisar antara 15-18 cm. Dengan ukuran ikan yang seperti ini jika dilakukan penangkapan tidak membahayakan kelestarian sumberdayanya. Pada musim timur dan musim peralihan timur-barat tercatat cukup melimpah tetapi memiliki ukuran ikan lebih kecil (Wudianto, 2001). Berdasarkan kondisi-kondisi tersebut, maka pada bulan Oktober sampai

Nopember tidak boleh ada operasi penangkapan meskipun jumlah ikan lemuru banyak karena pada bulan-bulan tersebut ukuran ikan lemuru secara biologi tidak layak tangkap. Hal ini dilakukan sebagai upaya untuk menjaga kelestarian dari sumberdaya ikan tersebut. Operasi penangkapan sebaiknya dilakukan pada bulan Desember sampai Februari karena pada bulan-bulan tersebut ikan melimpah (IMP berada di atas IMP rata-rata) dan ukuran ikan lemuru secara biologi juga sudah layak tangkap.

Salah satu cara untuk pengoptimalan penangkapan dengan pengaturan penutupan daerah penangkapan ikan lemuru kecil pada musim tertentu. Hal ini untuk memberi kesempatan ikan tumbuh menjadi besar sehingga memiliki bobot yang lebih berat dan akhirnya biomassa di laut bertambah. Bertambahnya biomassa dapat menambah peluang kapal untuk meningkatkan hasil tangkapan tanpa harus menambah armada. Pada saat penutupan penangkapan ikan kecil di utara maka dapat melakukan penangkapan di selatan dengan target ikan lainnya. Secara teknis memang sulit diterapkan sehingga perlu kesadaran dan kerja sama semua pelaku perikanan. Dengan mengetahui musim ikan lemuru, diharapkan perencanaan dapat tersusun lebih baik. Dalam pengaturan upaya penangkapan, dapat ditingkatkan pada musim produksi ikan dan dikurangi pada musim paceklik. Untuk perluasan daerah sampai keluar Selat Bali dapat dilakukan pada musim paceklik dan untuk penutupan daerah penangkapan ikan lemuru kecil dapat dilakukan pada bulan Juni–Nopember dimana ikan lemuru belum layak tangkap. Apabila telah memasuki bulan yang produksinya rendah (paceklik) maka nelayan juga bisa melakukan perbaikan terhadap kapal maupun alat tangkapnya.

Dengan diketahuinya musim penangkapan ikan ini, diharapkan pihak yang akan memanfaatkan ikan lemuru mempunyai informasi tambahan tentang waktu penangkapan ikan yang tepat untuk dilakukan. Musim merupakan salah satu faktor untuk menentukan tingkat keberhasilan dan peningkatan efisiensi dalam upaya penangkapan ikan sehingga resiko kegagalan dapat diminimalisir. Selain sebagai waktu yang tepat dalam melakukan upaya penangkapan, diharapkan informasi musim ini juga menjadi pertimbangan dalam menentukan waktu penangkapan dengan tetap memperhatikan siklus hidup ikan lemuru sehingga populasinya tetap lestari.

KESIMPULAN

Potensi lestari (MSY) sumberdaya ikan lemuru di PPP Muncar diperkirakan sebesar 33.576 ton per tahun. Tingkat pemanfaatan sumberdaya ikan lemuru di PPP Muncar pada tahun 2004-2008 telah melebihi nilai potensi lestari (MSY) pada tahun 2006 dan 2007 yaitu sebesar 153% dan 161%. Tingkat pengupayaan sumberdaya ikan lemuru di PPP Muncar pada tahun 2004-2008 sudah diatas 100% dan telah melebihi upaya optimumnya sebesar 26.696 trip per tahun. Bulan Desember sampai Februari sangat baik untuk melakukan operasi penangkapan ikan lemuru karena sumberdaya ikan melimpah dan sudah layak tangkap. Sebaliknya, pada bulan Maret sampai Nopember merupakan waktu yang kurang baik dalam mengupayakan operasi penangkapan ikan lemuru karena sumberdaya ikan sedikit dan ukuran ikan belum layak tangkap.

DAFTAR PUSTAKA

[BRPL] Balai Riset Perikanan Laut. 2004. *Musim Penangkapan Ikan*. Jakarta: Balai Riset Perikanan Laut, Pusat Riset Perikanan Tangkap, Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan. 116 halaman.

- Djamali, R.A. 2007. Evaluasi Keberlanjutan dan Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Perairan Selat Bali [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 185 halaman.
- Dwiponggo, A. 1982. Beberapa Aspek Ikan Lemuru (*Sardinella* spp). Prosiding *Perikanan Lemuru, Banyuwangi* 18-21 Januari 1982. Puslitbangkan Jakarta.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nation. 2000. *Fishcode Management. Papers Presented at the Workshop on the Fishery and Management of Bali Sardinella (Sardinella Lemuru) In Bali Strait.* GCP/INT/648/NOR. Field Report F-3 Suppl. (En). Rome
- Fauzi, A. 2006. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan.* Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama. 259 halaman.
- Haluan, J. 2001. Analisis Potensi dan Musim Penangkapan Ikan Tenggiri (*Scomberomorus* sp) di Pangandaran, Kabupaten Ciamis, Jawa Barat. Di dalam: *Buletin PSP Volume x No. 2.* Bogor: Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Hal. 73-76.
- Hosniyanto. 2003. Hubungan antara Fluktuasi Konsentrasi Klorofil Citra *SEAWIS* dengan Produksi Ikan Lemuru di Perairan Selat Bali [Skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 87 halaman.
- Inaya, I. 2004. Pendugaan Hasil Tangkapan Ikan Lemuru yang Didaratkan di PPI Muncar, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur [Skripsi]. Bogor: Departemen Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. 80 halaman.
- Merta, I.G.S. 1992. Dinamika Populasi Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Perairan Selat Bali dan Alternatif Pengelolaannya [Disertasi]. Bogor: Program Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 201 halaman.
- Sparre, P. and S.C. Venema, 1999. *Introduksi Pengkajian Ikan Tropis: Buku 1 Manual.* Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Bekerjasama dengan Organisasi Pangan dan Pertanian Perserikatan Bangsa-Bangsa, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 337 halaman.
- Subani, W dan HR Barus. 1989. *Alat Penangkap Ikan dan Udang Laut di Indonesia.* Jakarta: Departemen Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Balai Penelitian Perikanan Laut. 248 halaman.
- Widodo. 2002. *Pengantar Pengkajian Stok Ikan.* Pusat Riset Perikanan Tangkap. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 16 halaman.
- Wudianto. 2001. Analisis Sebaran dan Kelimpahan Ikan Lemuru (*Sardinella lemuru* Bleeker 1853) di Perairan Selat Bali: Kaitannya dengan Optimasi Penangkapan [Disertasi]. Bogor: Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 221 halaman.