

DAYA DUKUNG LINGKUNGAN PERAIRAN TELUK EKAS UNTUK PENGEMBANGAN KEGIATAN BUDIDAYA IKAN KERAPU DALAM KARAMBA JARING APUNG

Oleh :
Majariana Krisanti* dan Zulhamsyah Imran*

ABSTRACT

WATERS CARRYING CAPACITY OF EKAS BAY TO DEVELOP GROUPER NET CAGE CULTURE ACTIVITIES

Grouper net cages culture in Ekas Bay, East Lombok, Nusa Tenggara Barat were carried out for public income improvement. The net cages culture also potentially waste generate that can be harmful for those activity itself. Waste potential study from net cages culture was conducted to obtain information about Ekas Bay carrying capacity for culture activity. The information consists of physical and chemical properties of water (salinity, water temperature, dissolved oxygen, pH, ammonia, nitrite, nitrate, turbidity, and depth) as primary and secondary data. According to ammonia and nitrate concentration, the net cages culture activities could not suit the carrying capacity of Ekas Bay. The cage culture activity should be organize therefore can be economically and ecologically profitable furthermore ecologically sustainable.

Keywords: carrying capacity, Ekas Bay, net cage culture

ABSTRAK

Budidaya ikan kerapu dalam karamba jaring apung (KJA) di perairan Teluk Ekas, Lombok Timur, NTB sudah dilaksanakan untuk meningkatkan pendapatan masyarakat. Kegiatan KJA selain menguntungkan berpotensi menghasilkan limbah yang dapat merugikan kegiatan itu sendiri. Pengkajian potensi limbah kegiatan budidaya KJA dilakukan untuk mendapatkan informasi daya dukung perairan terhadap kegiatan tersebut. Kajian meliputi pengukuran beberapa parameter fisika dan kimia air (salinitas, DO, pH, amonia, nitrit dan nitrat, suhu, kekeruhan dan kedalaman) serta informasi kegiatan KJA dalam bentuk data primer dan sekunder. Berdasarkan analisis daya dukung perairan untuk kegiatan budidaya ikan dengan KJA di Teluk Ekas, beberapa parameter kualitas air (amonia dan nitrat) tidak lagi mendukung untuk dikembangkannya kegiatan tersebut. Pengaturan kegiatan budidaya harus segera dilakukan agar berbagai kegiatan yang dikembangkan menguntungkan secara ekonomis, ekologis dan dapat berlangsung secara berkelanjutan (*sustainable*).

Kata kunci : daya dukung lingkungan, karamba jaring apung, Teluk Ekas

PENDAHULUAN

Budidaya perikanan laut (marikultur) merupakan kegiatan yang relatif masih muda di

Indonesia, padahal potensi pengembangan budidaya ini sangat besar, diperkirakan mencapai 24.528.178 ha (Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, 2002). Perairan Teluk Ekas di sekitar Desa Batunampar, Kec. Jerowaru, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat memiliki potensi pengembangan marikultur. Karamba jaring apung (KJA) untuk komoditas ikan kerapu adalah salah satu sub-kegiatan marikultur yang telah berkembang di sana dan memberi keuntungan ekonomi bagi masyarakat, meningkatkan pendapatan, dan pemasaran mudah.

Dilihat dari prospek kegiatan, kegiatan KJA sangat menjanjikan baik untuk produksi perikanan namun keberlanjutan kegiatan ini akan sangat tergantung pada kemampuan lingkungan atau tergantung daya dukung lingkungan. Beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa budidaya KJA secara intensif akan menghasilkan limbah yang terbuang secara percuma ke perairan dan secara nyata mempengaruhi kualitas air (Loya and Kramarsky-Winter, 2003).

Beban limbah KJA yang berasal dari pakan dan feses yang dihasilkan merupakan limbah yang kaya akan nutrien dan bahan organik. Pakan ikan yang kaya akan N dan P hanya 15-30% yang akan diretensikan ke dalam daging dan sisanya akan terbuang ke lingkungan. Sedangkan pakan yang tidak

* Staf Pengajar Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

selanjutnya akan mengalami proses penguraian menjadi bahan anorganik.

Beban limbah nitrogen dari KJA ditambah dari berbagai sumber lain dari daratan yang masuk bersama air sungai ke perairan teluk akan menyebabkan terjadinya pengkayaan unsur tersebut di perairan. Sementara itu lingkungan perairan memiliki batas kemampuan untuk menampung nitrogen yang masuk. Akibatnya bisa terjadi keracunan bagi biota air (langsung) maupun meledaknya populasi biota (plankton) tertentu yang akan berbahaya bagi biota budidaya. Oleh karena itu dalam pengembangan kegiatan budidaya kerapu dalam KJA disamping pertimbangan kesejahteraan harus diikuti oleh daya dukung lingkungan terhadap kegiatan tersebut. Sehingga kegiatan budidaya dapat berlangsung secara berkelanjutan dan kelestarian lingkungan tetap terjaga.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan Informasi tentang: (1) Beban nitrogen yang masuk ke perairan Teluk Ekas terutama yang berasal dari kegiatan karamba jaring apung, (2) Daya dukung lingkungan perairan Teluk Ekas untuk kegiatan KJA kerapu. Dari kegiatan ini diharapkan terdapat pengembangan kegiatan budidaya kerapu dalam KJA sehingga memacu pertumbuhan ekonomi masyarakat pantai dengan tetap menjaga kelestarian lingkungan.

METODE

Kegiatan ini akan dilakukan pada dua lokasi yaitu di lapangan tepatnya di Teluk Ekas (Gambar 1) dan di laboratoriu Fisika-Kimia Perairan (limnologi) Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan untuk analisis sampel. Stasiun pengambilan sampel dilakukan berdasarkan prinsip keterwakilan yaitu 3 stasiun di sekitar KJA kerapu dan 1 stasiun di perairan yang tidak terdapat KJA.

Pengambilan data di lapangan dilakukan bulan Agustus 2005. Ruang lingkup kegiatan studi ini mencakup: (a) Mengukur kualitas air di dalam teluk di sekitar kegiatan KJA. Kualitas air yang dikaji meliputi kualitas kimia (salinitas, DO, pH, amonia, nitrit dan nitrat), fisika (suhu, kekeruhan dan kedalaman) sebagai data primer. (b) Mengumpulkan data pembanding dari hasil penelitian lain yang dilakukan oleh PKSPL-IPB (2004) sebagai data sekunder. Data oseanografi dan kualitas air di lokasi studi diperoleh melalui pengukuran langsung di

lapangan dan dari data sekunder, meliputi batimetri, suhu, salinitas, arus gelombang dan pasang surut.

Analisis data nilai-nilai parameter kualitas air dilakukan dengan membandingkan nilai baku mutu yang mengacu pada Keputusan Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup Republik Indonesia No.Kep-02/MENLH/I/1998, tentang Pedoman Penetapan Mutu Lingkungan, terutama baku mutu untuk biota laut.



Gambar 1. Lokasi penelitian di Teluk Ekas, Desa Batunampar, Kecamatan Jerowaru, Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Teluk Ekas yang memiliki luas perairan relatif besar (5643,6940 ha) dan kondisi perairan yang tenang mendukung berbagai kegiatan budidaya untuk dapat berkembang dengan baik. Beberapa kegiatan budidaya yang berkembang di perairan Teluk Ekas adalah Budidaya ikan kerapu (*Ephinephelus* sp.) di Karamba Jaring Apung, Budidaya Rumput Laut dan Budidaya Kerang Mutiara.

Ikan kerapu (*Ephinephelus* sp.) sebagai salah satu ikan ekonomis penting merupakan komoditas yang menguntungkan untuk dikembangkan. Ketersediaan lahan budidaya yang luas, bibit dan

berkembangnya kegiatan budidaya ikan kerapu dalam KJA di perairan Teluk Ekas. Ikan kerapu yang dipelihara oleh pembudidaya di Teluk Ekas terdiri dari ikan kerapu macan (*Ephinephelus sp*) dan ikan kerapu bebek (*Chromileptes sp.*). Benih ikan awalnya berasal dari hasil tangkapan di sekitar perairan teluk dengan menggunakan bubu, namun belakangan menggunakan benih yang berasal dari pembenihan (*hatchery*) di Gondol (Bali) atau Sekotong (Nusa Tenggara Barat).

Di samping dampak positif bagi perekonomian masyarakat pesisir pantai Teluk Ekas kegiatan KJA juga menimbulkan dampak negatif bagi perairan karena kegiatan ini akan menyumbangkan limbah bagi perairan. Limbah ini apabila telah menumpuk di perairan akan menjadi sumber racun bagi biota perairan yang hidup di sekitarnya, baik biota budidaya maupun yang bukan.

Saat ini terdapat sekitar 52 unit KJA di Teluk Ekas dan ditempatkan di perairan yang relatif terlindung, lebih dekat ke pantai teluk, dengan kedalaman 7-40 m. Lokasi jaring apung umumnya di sebelah utara dan barat teluk. Hasil analisis kualitas air tersaji pada Tabel 1.

Kedalaman perairan secara keseluruhan adalah 0-70 m, sedangkan kedalaman lokasi sampling adalah 8-12 m. Pada kedalaman ini biasanya para pembudidaya meletakkan KJA milik mereka, karena kedalaman perairan yang cocok adalah antara 7-40

m, pada kedalaman air kurang dari 7 m akan menyebabkan mudah terjadinya pengadukan dasar perairan sedangkan kedalaman di atas 40 m biasanya akan menyebabkan biaya yang tinggi karena lokasi jauh dari pantai. Pengukuran suhu pada tahun 2003 yang dilakukan oleh Proyek Carrying Capacity BRKP (2004) suhu perairan berkisar antara 25,8 °C – 27,6 °C, nilai ini tidak berbeda jauh dengan pada saat pengamatan. Kenaikan suhu perairan mengakibatkan terjadinya penurunan oksigen terlarut, sehingga proses dekomposisi bahan organik oleh mikro-organisme akan menurun.

Hasil pengukuran salinitas saat sampling berkisar antara 34-35 ‰. Hasil pengukuran salinitas di perairan Teluk Ekas oleh Proyek Carrying Capacity BRKP (2004) mendapatkan nilai reratanya berkisar antara 34.4 ‰ - 34.8 ‰. Hasil penelitian lainnya yang dilakukan oleh PKSPL-IPB (2004) menunjukkan nilai yang tidak jauh berbeda. Kisaran nilai salinitas yang diperoleh masih tergolong dalam batas kriteria untuk budidaya perikanan yaitu berkisar 30-35 ‰.

Kandungan TSS bagian dasar lebih tinggi daripada bagian permukaan. Nilai TSS yang lebih tinggi diperoleh pada daerah KJA, hal ini karena banyak dari sisa makanan dan kotoran ikan yang turun ke perairan. Nilai ini masih mendukung untuk kegiatan budidaya perikanan, apalagi dengan adanya arus pasang surut akan menyebabkan terjadinya pergantian massa air antara air di dalam teluk dengan

Tabel 1. Hasil analisis kualitas air perairan Teluk Ekas

No	Parameter	Satuan	St 1		St. 2		St. 3		St. 4	
			A	D	A	D	A	D	A	D
I	Fisika									
1	Kedalaman	m	12		8		10		9	
2	Suhu	°C	29	26	29	27	29	27	30	27
3	Salinitas	‰	35	34	35	34	35	34	35	34
4	TSS	mg/l	8	16	12	20	12	22	7	17
II	Kimia									
1	pH	-	8.500	8.070	8.080	8.020	8.080	8.080	8.120	8.100
2	DO	mg/l	8.403	5.672	7.143	5.882	7.353	6.303	6.932	6.092
3	Amonia	mg/l	0.111	0.327	0.050	0.197	0.099	0.228	0.194	0.323
4	Nitrit	mg/l	0.009	0.007	0.001	0.010	0.007	0.004	0.010	0.004
5	Nitrat	mg/l	0.742	0.522	0.936	0.588	0.612	0.376	0.941	0.510

Keterangan :

St. 1. = Kontrol (jauh dari Karamba)

St. 2 = Lokasi sedikit terdapat karamba

St. 3 = Lokasi terdapat banyak karamba

St. 4 = Lokasi karamba paling dekat dengan daratan

A = kedalaman perairan 0-100 cm

D = kedalaman perairan >500 cm

air dari luar (samudera Hindia). Menurut Alabaster dan Lloyd (1982) nilai TSS < 25 mg/L cocok untuk kegiatan perikanan.

Nilai pH yang normal bagi air laut adalah antara 8,0–8,5. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktivitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme, suhu dan keberadaan ion-ion dalam perairan tersebut (Pescod, 1973). Air laut memiliki pH yang relatif stabil, karena air laut mempunyai buffer (kapasitas penyangga) yang kuat. Pada saat pengamatan pH perairan Teluk Ekas berkisar antara 8,0–8,5. Kisaran nilai pH dari hasil analisis ini sudah memenuhi batas kriteria untuk budidaya perikanan di teluk sesuai KEPMENLH (2004).

Kadar oksigen terlarut di dalam air dihasilkan oleh proses fotosintesis dari fitoplankton serta difusi dari udara (APHA, 1989). Pada saat pengamatan kandungan oksigen terlarut di perairan Teluk Ekas berkisar antara 5,6–8,4 mg/l. Nilai ini mendukung untuk kegiatan budidaya perikanan yaitu berkisar antara 5–8 ppm (Mayunar *et al.*, 1995). Nilai DO untuk biota perairan menurut baku mutu air laut (KEPMENLH, 2004) harus lebih besar dari 5 mg/l.

Nitrogen dalam air laut terdapat dalam berbagai bentuk senyawa, namun yang sering dijadikan tolok ukur adalah 3 senyawa saja yaitu, amonia ($\text{NH}_3\text{-N}$), nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) dan nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$). Senyawa nitrogen di perairan biasanya berasal dari atmosfer, sisa makanan, organisme mati dan hasil metabolisme hewan-hewan akutik lainnya (Mayunar *et al.*, 1995).

Di perairan Teluk Ekas, terutama di sekitar daerah KJA kandungan amonia lebih tinggi dibandingkan daerah yang tidak terdapat KJA, hal ini karena banyak masukan sisa pakan dan feses dari ikan yang dibudidayakan. Berdasarkan hasil analisis kualitas air, kandungan amonia di perairan sudah melewati ambang batas yang aman/layak untuk kehidupan biota perairan. Tingkat toksik amonia bebas biasanya pada konsentrasi 0,6–2 mg/L di kolam-kolam ikan budidaya, sedangkan efek *sublethal* terjadi pada konsentrasi 0,1–0,3 mg/L. Idealnya, untuk keperluan budidaya kadar amonia di dalam air harus 0 ppm (Alabaster dan Lloyd, 1982).

Berdasarkan kriteria yang telah ditentukan untuk biota laut, kisaran nilai nitrit dan nitrat sudah melebihi nilai baku mutu, terutama $\text{NO}_3\text{-N}$ sudah melebihi 0,008 mg/L (KEPMELH, 2004). Dengan demikian $\text{NO}_3\text{-N}$ tidak memenuhi untuk kegiatan

budidaya perikanan dan biota lainnya. Akan tetapi berdasarkan hasil penelitian PKSPL-IPB (2004) belum terlihat adanya indikasi blooming fitoplankton yang bisa menyebabkan menurunnya kandungan oksigen di perairan sehingga kegiatan budidaya masih dapat dilakukan.

Daya Dukung Lingkungan Perairan Teluk Ekas

Daya dukung lingkungan perairan dapat diartikan sebagai kemampuan perairan untuk mendukung kehidupan biota yang terdapat atau hidup di dalamnya. Berbagai perubahan yang terjadi dalam lingkungan perairan akan mempengaruhi daya dukung lingkungan, salah satunya adalah aktivitas manusia (seperti budidaya ikan dengan KJA). Daya dukung lingkungan perairan dapat juga diartikan sebagai kemampuan perairan untuk menerima limbah organik. Dalam hal ini termasuk kemampuan untuk mendaur ulang atau mengasimilasi limbah tersebut sehingga tidak mencemari perairan yang akan mengganggu keseimbangan ekologi (Widigdo *et al.*, 2000).

Pada penelitian ini, limbah dari KJA yang masuk ke perairan bersumber dari sisa pakan ikan serta buangnya (feses). Nitrogen sebagai hasil penguraian limbah yang dihasilkan diambil sebagai indikator pencemaran, sehingga dengan diketahuinya sumbangan nitrogen dari KJA dapat diperkirakan kondisi perairan Teluk Ekas masih mampu mendukung kegiatan budidaya ikan dengan sistem KJA atau kegiatan yang telah ada harus dikurangi jumlahnya.

Komoditas budidaya dengan KJA di perairan Teluk Ekas pada umumnya adalah ikan kerapu. Hal ini karena secara ekonomis lebih menguntungkan. Dalam sistem KJA ikan kerapu, pakan yang digunakan adalah ikan rucah yang telah dipotong-potong dan potensial menghasilkan N yang akan menjadi masukan tambahan ke dalam sistem perairan Teluk Ekas. Menurut Usman *et al.* (2002) in Ali (2003), keseimbangan massa N untuk produksi ikan kerapu 1 ton dapat diestimasi. Dari 181,5 kg total N untuk produksi 1 ton ikan kerapu, proporsinya adalah, konversi dalam bentuk daging 30,5 kg N, sisanya *uneaten food* 16,5 kg N, *urinary* 107,8 kg N, dan *fecal* 26,7 kg N.

Saat ini, KJA Ikan Kerapu yang telah berkembang di sekitar perairan Desa Batu Nampar, rata-rata setiap petak berukuran 3 X 3 m² dengan padat penebaran 250–300 ekor. Setiap ekor memiliki

bobot 0,3 gram atau mencapai 75 – 90 gram untuk setiap kantongnya. Untuk mencapai ukuran 1 kg/2 ekor selama 240 hari, maka pada 3 bulan pertama diberikan pakan sebanyak 1 kg setiap harinya, memasuki usia 4 bulan diberikan ikan rucah sebanyak 4 kg setiap harinya. Jika setiap kg pakan memiliki potensi N sebanyak 80 gram, maka akan menghasilkan sebanyak 7,272 gram N tidak termakan setiap harinya, dan 59,28 gram N yang terbuang melalui proses *urinary* dan *fecal*. Pada akhirnya setiap hari selama 4 bulan akan terbuang sebanyak 66,552 gram N ke dalam sistem perairan. Sedangkan dari bulan 5 sampai 8 akan terbuang sebanyak 199,656 gram N setiap hari yang masuk ke dalam sistem perairan.

KJA yang beroperasi di perairan Teluk Ekas sampai akhir tahun 2004 mencapai 52 unit dengan luasan sekitar 529,64 ha (PKSPL, 2004). Berdasarkan analisis nitrogen baik melalui sisa pakan maupun feses diperkirakan sekitar 167.824.123.375,3 gram nitrogen dalam satu tahun. Nilai ini setara dengan 119,42 ppm/tahun setelah mengalami pengenceran (dibagi dengan volume teluk) atau 0,33 ppm/hari.

Keberadaan N pada suatu ekosistem seperti estuaria dan teluk bersifat sangat dinamis baik pada proses nitrifikasi maupun denitrifikasi. Menurut Kennish (1990), proses nitrifikasi dan denitrifikasi sangat dipengaruhi oleh suhu, oksigen, dan bakteri. Di samping itu adanya arus dan pergantian masa air juga akan menyebabkan terjadinya pengenceran terhadap kandungan N di dalam teluk.

Berdasarkan beberapa pertimbangan kemungkinan hilangnya N setiap hari, maka dapat diperkirakan berapa banyak N yang hilang dari sistem Teluk Ekas. Pada perhitungan daya dukung Teluk Ekas diperkirakan 95% N dapat diserap atau terbawa ke laut atau mengalami dekomposisi oleh berbagai organisme, ekosistem dan dinamika pasut (PKSPL-IPB, 2004). Hal ini pun terlihat dari hasil penelitian yang dilakukan pada Stasiun 1 yang lokasinya lebih ke arah samudera terlihat kandungan amonia, nitrit dan nitrat cukup tinggi, tidak terlalu jauh berbeda dan diduga hal ini karena terjadinya pergantian massa air oleh arus laut (pasang surut) (Tabel 1). Berarti sumbangan N dari budidaya KJA di Teluk Ekas sekitar 0.0165 ppm/hari. Nilai ini masih berada di bawah ambang batas yang disyaratkan dan masih mendukung pengembangan kegiatan budi-daya ikan kerapu dengan sistem KJA. Akan tetapi yang harus dipertimbangkan bahwa masih banyak sumber N lainnya di sekitar perairan seperti limbah rumah

tangga, limpasan air sungai serta kegiatan budidaya lainnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis daya dukung perairan untuk kegiatan budidaya ikan dengan KJA di Teluk Ekas menunjukkan bahwa amonia dan nitrat tidak lagi mendukung untuk dikembangkannya kegiatan tersebut. Apalagi dengan semakin berkembangnya kegiatan KJA, karena kegiatan ini menyumbangkan limbah yang cukup besar bagi perairan. Akan tetapi pelarangan atau menghentikan kegiatan budidaya akan menyebabkan sebagian besar warga pesisir Teluk Ekas akan kehilangan mata pencaharian.

Pengaturan kegiatan budidaya harus segera dilakukan agar berbagai kegiatan yang dikembangkan menguntungkan secara ekonomis, ekologis dan berkelanjutan (*sustainable*). Jumlah unit KJA harus dibatasi serta mungkin dapat dikembangkan berbagai kegiatan budidaya lainnya yang tidak menambah beban limbah perairan seperti budidaya rumput laut. Untuk itu diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan jumlah KJA yang boleh beroperasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabaster, J.S. and R. Lloyd. 1982. Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Butterworths. London. 297 h.
- Ali. 2003. Penentuan Lokasi dan Estimasi Daya Dukung Lingkungan untuk Budidaya Ikan Kerapu Sistem Keramba Jaring Apung di Perairan Padang Cermin, Lampung SELatan. Thesis (Tidak Dipublikasikan). Program Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.
- APHA (American Public Health Association). 1989. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 17th edition. APHA, AWWA (American Water Work Association) and WPCF (Water Pollution Control Federation). Washington DC.
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2002. Profil Perikanan Budidaya Indonesia. Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- KEPMEN LH. 2004. KEPMENLH Nomor 51 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Loya, Y. and E. Kramarsky-Winter. 2003. *In situ* eutrophication caused by fish farms in the northern Gulf of Eilat (Aqaba) is beneficial for

- its coral reefs: a critique. *Mar Ecol Prog Ser.* Vol. 261: 299–303.
- Mayunar R., Purba., dan P.T. Ismanto. 1995. Pemilihan Lokasi untuk Usaha Budidaya Ikan Laut. Dalam: Achmad Surajad *et al.* Editor. Prosiding Temu Usaha Pemasarakatan Teknologi Keramba Jaring Apung bagi Budidaya Laut, Jakarta 12-13 April 1995. PPP Perikanan, FPKKA Agri-Business Club. Jakarta.
- Pescod, M.B. 1973. Investigation of Rational effluent and Stream Standard for Tropical Countries. AIT Bangkok.
- Proyek Carrying Capacity BRKP. 2004. Daya Dukung Kelautan dan Perikanan. Selat Sunda-Teluk Tomini-Teluk Saleh-Teluk Ekas. Badan Riset Kelautan dan Perikanan, Departemen Kelautan dan Perikanan.
- PKSPL-IPB dan Bagian Proyek Pembangunan Masyarakat Pantai dan Pengelolaan Sumberdaya Perikanan NTB (CO-FISH PROJECT). 2004. Studi Tata Ruang Pengembangan Budidaya Perikanan di Kawasan Teluk Ekas. DKP Co-fish Project Kabupaten Lombok Timur.
- Rahmansyah. 2004. Analisis Daya Dukung Lingkungan Perairan Teluk Awarange Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan Bagi Pengembangan Budidaya Bandeng dalam Keramba Jaring Apung. Disertasi. IPB.
- Widigdo, B., R.F. Kaswadji., J.I. Pariwono., S. Hariyadi., A.D. Patria., G. Rakasiwi., A. A. Taurusman., Z. Imran. 2000. Penyusunan Kriteria Ekobiologis untuk Pemulihan dan Pelestarian Kawasan Pesisir di Pantura Jawa Barat. Laporan Akhir. Kerjasama PKSPL-IPB dan Dirjen Urusan Pesisir Pantai dan Pulau Kecil, DKP.