

**STUDI KESESUAIAN LAHAN
UNTUK PENGEMBANGAN *SILVOFISHERY* KEPITING BAKAU (*Scylla serrata*)
DI KABUPATEN BERAU, KALIMANTAN TIMUR**

Fajar Setiawan dan Triyanto

Pusat Penelitian Limnologi - LIPI

e-mail: fajar@limnologi.lipi.go.id

Diterima redaksi : 6 Oktober 2012, disetujui redaksi : 6 Desember 2012

ABSTRAK

Studi kesesuaian lahan untuk pengembangan silvofishery kepiting bakau (Scylla serrata) telah dilakukan di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. Penelitian dilakukan pada bulan April - Agustus 2012. Penelitian dilakukan berdasarkan pengumpulan data dari penginderaan jauh dan sistem informasi geografis (GIS) untuk pengolahan data spasial. Tahapan analisis kesesuaian lahan dilakukan berdasarkan pembuatan matriks kesesuaian lahan, scoring-pembobotan, analisis kedekatan dan analisis tumpang tindih. Luas cakupan berdasarkan citra Landsat TM digunakan pada daerah-daerah untuk mengidentifikasi tutupan lahan, terutama untuk memisahkan mangrove dan kawasan bukan mangrove. Penggabungan gambar resolusi tinggi, peta tematik dan hasil survei lapangan digunakan untuk mengidentifikasi kesesuaian lahan, dengan mengacu pada parameter karakteristik sedimen, jenis vegetasi, topografi, kemiringan, penggunaan lahan, hidrografi, dan aspek ekologis lainnya. Potensi lahan yang dihasilkan didasarkan pada pemodelan skor ordinal dengan melakukan filtrasi berdasarkan peta rencana tata ruang wilayah yang ditetapkan oleh pemerintah daerah setempat. Hasil penelitian mendapatkan bahwa potensi lahan yang sangat sesuai untuk pengembangan silvofishery kepiting bakau seluas 12.685 Ha.

Kata kunci: Kesesuaian lahan, *Silvofishery*, kepiting bakau, Kabupaten Berau

ABSTRACT

SUITABILITY LAND STUDY FOR DEVELOPING MUD CRAB (*Scylla serrata*) SILVOFISHERY IN BERAU, EAST KALIMANTAN. *Study of the suitability of land for development silvofishery of mud crab (Scylla serrata) has been done in Berau Regency, East Kalimantan. The study was conducted in April-August 2012. The study was conducted by collecting data from remote sensing and geographic information systems for spatial data processing. Stages of land suitability analysis conducted by creation of land suitability matrix, scoring-weighting, proximity analysis, and the analysis of overlaps. Broad coverage based on Landsat TM imagery used in these areas to identify land cover, particularly for separating mangrove and non mangrove areas. The incorporation of high-resolution images, thematic maps and field survey results are used to identify the suitability of land, with reference to parameters of sediment, vegetation type, topography, slope, land use, hydrography, and other ecological aspects. Potential fields generated by modeling ordinal score by filtration based on Landuse Planning Map issued by the local government. The results from the analysis got the potential land that suitable for development silvofishery system for mud crab culture covering 12,685 ha.*

Keywords: Land suitability, *Silvofishery*, mud crab, Berau Regency

PENDAHULUAN

Kabupaten Berau merupakan kawasan pesisir di Propinsi Kalimantan Timur yang memiliki potensi kawasan mangrove yang cukup besar, dengan beragam sumberdaya hayati yang ada di dalamnya. Kawasan mangrove di wilayah ini memiliki peran yang strategis sebagai kawasan penyanggah Kepulauan Derawan yang memiliki keindahan panorama laut yang mendunia dan sumberdaya kelautan yang tinggi. Ekosistem mangrove merupakan area pengasuhan utama bagi banyak spesies udang dan kepiting komersial penting (Cholik, 1999).

Sumberdaya yang terdapat di ekosistem mangrove dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup masyarakat di sekitarnya. Budidaya pesisir selama ini dilakukan dalam tambak dengan membuka habis habitat mangrove, sehingga fungsi ekologis ekosistem mangrove hilang. Hal ini dapat menjadi ancaman bagi kehidupan manusia dan keberlanjutan sumberdaya perikanan dan lainnya. Ancaman ini juga menjadi masalah yang mulai terjadi di kawasan mangrove khususnya di Delta Berau. Untuk pengoptimalan pemanfaatan kawasan mangrove perlu dikembangkan sistem budidaya yang ramah lingkungan.

Silvofishery merupakan bentuk budidaya perikanan berkelanjutan dengan input yang rendah, melalui pendekatan terintegrasi sehingga dalam pemanfaatan sumberdaya mangrove dapat tetap mempertahankan keutuhan dan kelestarian kawasan mangrove itu sendiri (Arifin, 2006). Menurut Quarto (1999) dalam Arifin (2006) *silvofishery* adalah salah satu konsep dalam pengelolaan sumberdaya pesisir yang mengintegrasikan konservasi mangrove dengan budidaya air payau. Pemanfaatan kawasan mangrove untuk *silvofishery* memungkinkan fungsi kawasan mangrove untuk konservasi sebesar 80% dan 20%

untuk keperluan pemanfaatan melalui budidaya yang ramah lingkungan. *Silvofishery* dapat menjadi alternatif aktivitas ekonomi bagi rakyat pedesaan di pesisir yang miskin dan dapat mengurangi tekanan ekologis terhadap hutan mangrove.

Penerapan *silvofishery* di Indonesia telah dilakukan dengan mengintegrasikan sistem budidaya air payau pada area mangrove. Biota yang dibudidayakan umumnya adalah kepiting bakau dan ikan bandeng. Menurut Fitzgerald (1997) dalam Mwaluma (2002) pemeliharaan kepiting bakau (*Scylla serrata*) dapat dikombinasikan dengan pemeliharaan ikan kakap dan ikan bandeng serta udang yang dipelihara dengan sistem kurungan tancap.

Kepiting bakau, seperti jenis *Scylla serrata* merupakan biota yang langsung berasosiasi dengan kawasan mangrove dan merupakan biota ekologis utama dan bernilai ekonomis penting (Macintosh *et al.*, 1993). Rusak dan hilangnya habitat dan fungsi utama ekosistem mangrove dapat menghilangkan habitat alami dari *S. serrata* yang pada akhirnya menurunkan jumlah populasinya. Penurunan populasi *S. serrata* selain disebabkan hila gnya habitat alami (kerusakan ekosistem mangrove) juga disebabkan penangkapan secara berlebihan sehingga menghilangkan kesempatan bagi *S. serrata* untuk berkembang dan tumbuh dengan baik (Purnamaningtyas, 2009; Wijaya *et al.*, 2010).

Penginderaan jauh digunakan untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau fenomena yang terjadi dan menganalisisnya tanpa kontak langsung dengan obyek (Lillesand & Kieffer, 1997). Data penginderaan jauh mempunyai karakteristik berupa wilayah cakupan yang luas, meliputi daerah yang sulit dijangkau secara langsung dan merekam seluruh kenampakan obyek secara serempak. Karakteristik perekaman secara keseluruhan sangat menguntungkan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dari suatu

fenomena muka bumi, dalam penelitian ini berupa komponen lahan yang berkaitan dengan kriteria dan persyaratan lokasi *silvofishery*.

Survei dan pemetaan lokasi yang sesuai untuk *silvofishery*, secara langsung memerlukan waktu, tenaga dan biaya yang besar. Penggunaan data penginderaan jauh yang berbeda skala yang dianalisis berdasarkan kriteria lahan yang sesuai untuk lokasi *silvofishery* menjadi lebih mudah dikerjakan dengan hasil yang lebih optimal, baik dari segi waktu, biaya dan tenaga.

Pemrosesan atau manipulasi data spasial merupakan salah satu kemampuan GIS (*Geographic Information System*) dalam menghasilkan informasi baru secara lebih cepat dan efisien. Penelitian ini mempunyai cakupan wilayah yang cukup luas sehingga dengan adanya software GIS yang digunakan yakni ArcView 3.2 sangat membantu dalam melakukan fungsi analisis data. Beberapa fasilitas yang ada yaitu *scoring* (pengharkatan), *overlay* (tumpang susun), *distance modelling (buffer)*, transformasi, penyederhanaan (*dissolve*) dan generalisasi (Prahasta, 2001).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji daya dukung lingkungan bagi kegiatan budidaya *silvofishery* melalui pendekatan penginderaan jauh dan GIS dengan sasaran berupa kesesuaian lahan kawasan mangrove untuk pengembangan *silvofishery* kepiting bakau di Kabupaten Berau, Kalimantan Timur.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Pesisir Kabupaten Berau, Propinsi Kalimantan Timur pada bulan April- awal Oktober 2012. Peta kelayakan lahan diperoleh dari *overlay* penutupan lahan dan bentuk lahan yang dihasilkan dari interpretasi Citra Landsat tahun perekaman 2003. Kesesuaian lahan ditentukan berdasarkan pada matriks kesesuaian dengan kriteria kesesuaian yang disusun berdasarkan parameter biofisik yang

relevan dengan kegiatan pengembangan *silvofishery* kepiting bakau.

Tahap pertama adalah memisahkan lahan pesisir mangrove dan bukan mangrove dengan menggunakan Citra Landsat dengan resolusi spasial kecil tetapi dengan cakupan yang luas. Klasifikasi tutupan lahan disesuaikan dengan kriteria dan persyaratan lokasi *silvofishery*. Penentuan pengharkatan dilakukan dengan metode *binary*, lahan yang layak diberi harkat 1 sedangkan lahan yang tidak layak diberi harkat 0.

Lahan pesisir dengan tutupan lahan mangrove selanjutnya diklasifikasikan dengan kategori yang lebih detil dengan matriks kriteria kesesuaian mengacu pada Hardjowigeno *et al.*, (1996). Selanjutnya dimodifikasi sebagai dasar dalam pemilihan lahan untuk kegiatan pengembangan *silvofishery* kepiting bakau.

Pengklasifikasian dari masing-masing parameter digunakan pengharkatan metode berjenjang berdasarkan tingkat kesesuaian, sedangkan pembobotan (*weighting*) didasarkan tingkat kepentingan setiap parameter berdasarkan urutan skala kepentingan.

Nilai/skor parameter berupa tekstur tanah, jenis tanah, curah hujan, topografi, kemiringan lahan, penggunaan lahan, jarak dari sungai, jarak dari laut, jenis vegetasi pesisir, salinitas dari masing-masing satuan lahan, selanjutnya dikalikan dengan bobot untuk mendapatkan nilai akhir dari tiap parameter.

Penapisan lahan untuk *silvofishery* dilakukan dengan memisahkan lahan mangrove dan bukan mangrove. Batas daerah kajian adalah lahan mangrove untuk selanjutnya diklasifikasikan berdasarkan kriteria kesesuaian lahan dan diintegrasikan menjadi data spasial beratribut. Pemodelan lokasi potensial dilakukan dengan pengharkatan pada tiap-tiap poligon untuk memperoleh tingkatan kesesuaian lahan berdasarkan kriteria kesesuaian. Pengharkatan pada tahap ini menggunakan metode berjenjang dimana poligon yang

sangat sesuai diberi harkat 3, sesuai diberi harkat 2 dan yang tidak sesuai diberi harkat 1, harkat kemudian dikalikan dengan bobot.

Lokasi potensial untuk kegiatan pengembangan *silvofishery* kepiting bakau diperoleh dari tumpang susun peta-peta tematik yang dihasilkan dengan penjumlahan harkatnya, sedangkan pengkelasan menggunakan metode klasifikasi *sturges*, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kelas Interval (i)} = \frac{\text{skor max (ma)} - \text{skor min (mi)}}{\text{jumlah kelas (n)}}$$

$$\text{interval kelas 1} = \text{mi s.d (mi + i)}$$

$$\text{interval kelas 2} = (\text{mi + i}) \text{ s.d (mi + 2i)}$$

$$\text{interval kelas 3} = (\text{mi + 2i}) \text{ s.d ma}$$

Peta potensi lahan yang dihasilkan difilter dengan peta tata ruang yang telah ditetapkan agar peta kesesuaian lahan dapat memenuhi kriteria baik parameter fisik maupun perencanaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil studi kesesuaian lahan untuk pengembangan *silvofishery* di pesisir Kabupaten Berau meliputi parameter jenis tanah, tekstur tanah, topografi, kemiringan lahan, jarak dari sungai, jarak dari pantai, curah hujan, penggunaan lahan, tipe tutupan vegetasi dan salinitas air.

Penapisan lahan yang dilakukan dengan memisahkan lahan mangrove seluas 80.208 Ha dari keseluruhan lahan. Tipe

tutupan vegetasi berupa hutan mangrove, nipah, hutan pasang surut, tambak, campuran nipah dan kelapa (Tabel 1). Modifikasi kriteria kesesuaian untuk budidaya kepiting bakau, seperti parameter salinitas dan skala pembobotannya tertera pada Tabel 2.

Tekstur tanah/substrat berkaitan erat dengan jenis tanah dan tekstur tanah daerah pesisir. Kepiting bakau *Scylla serrata* lebih menyukai daerah lumpur berpasir. Menurut Hill (1979) dan Burhanuddin *et al.* (1980), *Scylla serrata* umumnya mendiami substrat berlumpur halus dibandingkan substrat berpasir. Hal ini diduga bahwa pada substrat berlumpur halus, kepiting akan mudah untuk membenamkan diri dan juga berkaitan dengan keberadaan sumber makanan. Karakteristik substrat lokasi penelitian berupa pantai berpasir (Ulingan, Talisayan, Teluk Sulaiman Giring-giring dan Kalendakan) dan dominasi lumpur berfraksi debu dan liat di daerah Delta Berau (Betumbuk, Pisang Pisang dan Semanting) (Tabel 3).

Hasil pengukuran salinitas di lokasi penelitian menunjukkan nilai yang bervariasi tergantung dari pengaruh sungai dan curah hujan (Tabel 3). Kepiting bakau hidup pada kisaran salinitas yang luas (5-40 ppt). Kisaran salinitas yang baik untuk menunjang pertumbuhan *S. serrata* adalah 10-25 ppt (Shelley & Lovateli, 2011). Sedangkan menurut Kasry (1996) kepiting bakau mampu hidup pada salinitas dibawah 15 ppt dan diatas 30 ppt.

Tabel 1. Tipe tutupan vegetasi lahan mangrove

Tipe Vegetasi	Luas (Ha)	Proporsi (%)
Hutan mangrove	47.349	59,03
Nipah	23.306	29,06
Hutan pasang surut	7.307	9,11
Tambak ikan/udang	1.647	2,05
Campuran nipah & kelapa	600	0,75
Jumlah	80.209	100,00

Tabel 2. Kriteria kesesuaian lahan untuk pengembangan budidaya kepiting bakau

Kriteria	Bobot	Kelas Kesesuaian (Skor)		
		S1 (3)	S2 (2)	N(1)
Tekstur tanah	15	halus	sedang	kasar
Jenis tanah	15	Aluvial	Mediteran, regosol, latosol	Grumosol
Curah hujan (mm/th)	5	< 1500	1500-3000	> 3000
Topografi	10	Datar	Berombak	Berbukit
Kemiringan lahan (%)	10	0-2	>2-8	>8
Penggunaan lahan	10	Semak, alang-alang, rawa, tambak	Pengembangan pelabuhan, sawah, kebun campuran	Pemukiman, hutan lindung
Jarak dari sungai (m)	5	< 500	500 - 2000	> 2000
Jarak dari laut (m)	5	< 2000	2000 - 4000	> 4000
Jenis vegetasi pesisir	15	Mangrove	Nipah, nipah & kelapa	Hutan pasang surut
Salinitas (ppt)	15	15-25	25-30	< 15

Tabel 3. Nilai salinitas dan tekstur tanah tempat penelitian

No.	Stasiun	Salinitas (ppt)	Tekstur
1	Batumbuk	10,4	Lumpur liat
2	Pisang pisang	21,4	Lumpur liat
3	Semanting	22,8	Lumpur liat berpasir
4	Ulingan	24,1	Pasir
5	Ulingan Estuari	24,0	Pasir
6	Talisayan	27,0	Pasir berlumpur
7	Teluk Sulaiman	22,5	Pasir
8	Giring giring	27,3	Pasir
9	Kalendakan	20,9	Pasir berlumpur

Kisaran salinitas yang rendah (10,4 ppt) di lokasi penelitian (Betumbuk) dipengaruhi oleh Sungai Berau, sedangkan tingginya salinitas (20,9-27,3 ppt) berhubungan erat dengan lokasinya yang dekat dengan laut seperti di Kalendakan, Pisang-pisang, Ulungan, Talisayan, Teluk Sulaiman dan Giring-giring.

Tumpang susun peta jenis tanah, tekstur tanah, topografi, kemiringan lahan, jarak dari sungai, jarak dari pantai, curah hujan, penggunaan lahan, tipe tutupan vegetasi, salinitas air menghasilkan peta baru dengan atribut dari masing-masing peta

penyusun. Penjumlahan skor total (nilai x bobot) menghasilkan jumlah nilai total dari seluruh parameter. Nilai lahan paling kecil yang mungkin adalah 100 dan nilai paling tinggi adalah 300, sehingga kelas intervalnya adalah sebesar 66,67. Jumlah total skor kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kelas kategori kesesuaian yakni sangat sesuai (>233), sesuai (167-233) dan tidak sesuai (<167). Poligon-poligon yang terbentuk kemudian disederhakan (*dissolve*) berdasarkan kelas kesesuaian sehingga diperoleh luasan dari masing-masing kelas (Tabel 4).

Tabel 4. Luasan tingkat kesesuaian lahan mangrove untuk *silvofishery*

Skor	Kelas Kesesuaian	Luas (Ha)	Proporsi (%)
>233	Sangat sesuai	36.369	45,34
167-233	Sesuai	26.951	33,60
<167	Tidak sesuai	16.890	21,06
Jumlah		80.209	100,00

Hasil pengkelasan luasan lahan berdasarkan tingkat kesesuaian, mencapai sebesar 45,34 % (36.369 Ha) adalah lahan sangat sesuai, meliputi pesisir Kecamatan Sambaliung dan Tubaan. Kedua daerah tersebut mempunyai lapisan mangrove yang cukup tebal, dan tekstur tanah yang halus dari endapan Delta Berau yang tersapu arus. Hasil penelitian Triyanto *et al.*, (2012) sebelumnya menunjukkan bahwa kepiting bakau di area mangrove Kabupaten Berau banyak ditemui di daerah dengan substrat yang halus di Batumbuk, Pisang-pisang, Semanting dan Kasai. Jenis vegetasi yang dominan dijumpai di lokasi tersebut adalah mangrove dari jenis *Rhizophora mucronata*, *Avicenia alba*, *Sonneratia alba* dan *Xylocarpus granatum*. Berdasarkan kategori luas lahan dan karakteristik biofisik, maka daerah tersebut mempunyai potensi yang paling besar untuk budidaya kepiting bakau.

Lahan dengan kategori sesuai terdapat di Delta Berau seluas 26.951 Ha (33,60%). Lahan tersebut memiliki tekstur tanah yang halus, dengan karakteristik tutupan lahan berupa bukaan tambak dan nipah. Lahan tersebut kurang cocok untuk habitat kepiting karena lahan yang ada berupa bukaan tambak dan vegetasi nipah yang terdapat hanya di pinggir sungai Berau. Fluktuasi suhu menjadi lebih besar di area ini karena merupakan lokasi yang terbuka. Hasil penelitian Purnamaningtyas

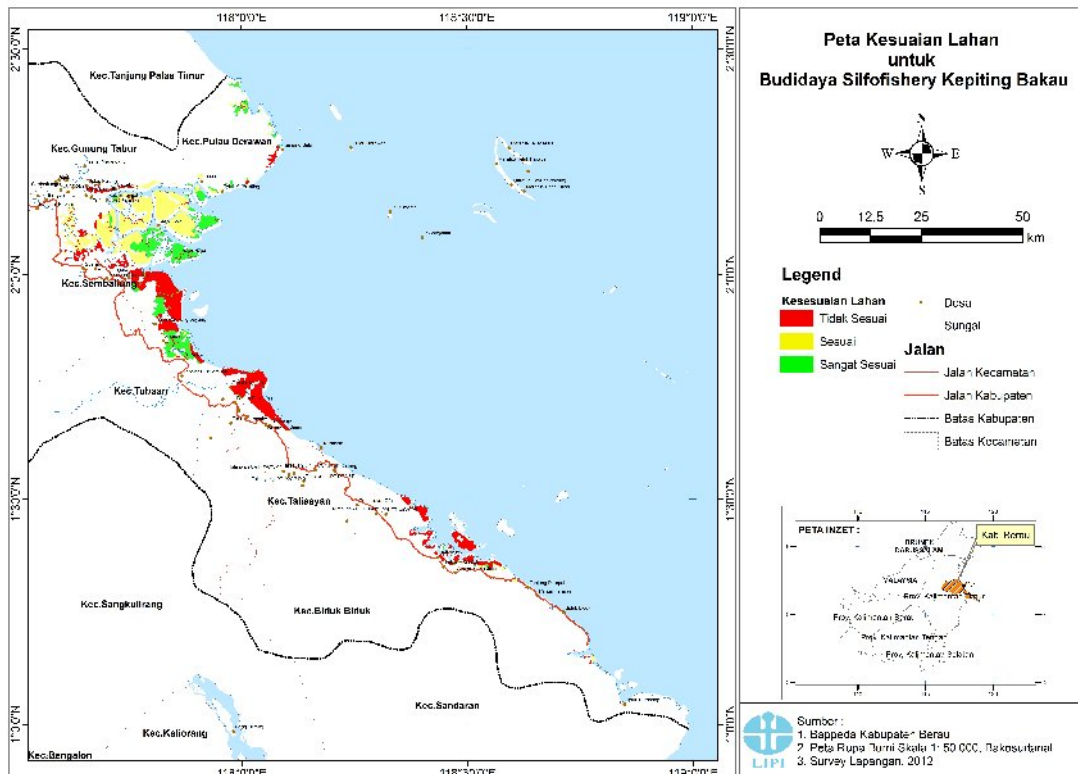
dan Syam (2010) menyebutkan bahwa kepiting bakau di Perairan Mayangan banyak dijumpai pada area dengan kondisi mangrove yang padat. Dengan demikian kondisi tersebut kurang cocok untuk habitat kepiting.

Lahan dengan kriteria tidak sesuai mencapai 16.890 Ha (21,06%) terdapat pada area dengan karakteristik tutupan vegetasi bukan mangrove, tekstur tanah berpasir dan salinitas yang rendah. Menurut Purnamaningtyas (2009) kepiting bakau merupakan hewan yang hidup di laut dan daerah estuarin, serta biasa ditemukan di pantai, muara-muara yang dinaungi mangrove, daratan pasang surut dan sungai yang di tumbuh oleh mangrove.

Peta kesesuaian lahan berdasarkan karakteristik biofisik selanjutnya ditapis dengan peta pola ruang yang ditetapkan oleh pemerintah Kabupaten Berau. Penapisan dimaksudkan agar peta kesesuaian lahan yang dihasilkan tidak bertentangan dengan rencana tata ruang. Tingkat kesesuaian lahan mencapai sebesar 45,34 % (36.369 Ha) adalah lahan sangat sesuai, meliputi pesisir Kecamatan Sambaliung, Tubaan dan sebagian Kepulauan Derawan. Luasan lahan yang sesuai ini mencapai 20.806 Ha (25,94%) dan lahan dengan kriteria tidak sesuai mencapai 46.718 Ha (58,25%) (Tabel 5). Distribusi spasial kesesuaian lahan hasil penapisan dengan pola ruang dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 5. Luasan tingkat kesesuaian lahan hasil penapisan dengan pola ruang Kabupaten Berau

Tingkat Kesesuaian	Rencana Pola Ruang	Luas (Ha)	Proporsi (%)
sangat sesuai	Hutan Produksi, Kawasan Budidaya	12.685	15,81
sesuai	Laut, Mangrove, Perkebunan	20.806	25,94
tidak sesuai	Kawasan Industri, Konservasi Pesisir, Pariwisata, Pertanian, Permukiman Perdesaan	46.718	58,25
Jumlah		80.209	100



Gambar 1. Peta kesesuaian lahan untuk budidaya kepiting bakau, di Kabupaten Berau

KESIMPULAN

Luas lahan dengan potensi yang sangat sesuai untuk pengembangan *silvofishery* kepiting bakau setelah ditapis dengan rencana pola ruang adalah 12.685 Ha, potensi sesuai 20.806 Ha dan tidak sesuai 46.718 Ha.

Pemilihan tapak (*site selection*) selanjutnya dapat dilakukan dengan memperhitungkan faktor sosial-demografi, akses jalan dan kelayakan ekonomi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Program Kompetitif LIPI Sub Program “Ketahanan Wilayah dan Daya Saing dan Masyarakat Pesisir Tahun 2012”, yang telah mendanai penelitian ini. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada pemerintah daerah Kabupaten Berau dan masyarakat nelayan yang telah membantu selama penelitian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Z., 2006. Carrying Capacity Assessment on Mangrove Forest with Special Emphasize on Mud Crab Sylvofishery System: A Case Studi in Tanjung Jabung Timur District Jambi Province. *Thesis*. Post Graduate School. Bogor Agricultural University 90 hal.
- Burhanuddin, M.K. Moosa & H. Razak. 1980. Sumberdaya Hayati Bahari. Rangkuman Beberapa Hasil Penelitian Pelita II. LON-LIPI. Jakarta. 80 hal.
- Cholik, F., 1999. Review of Mud Crab Culture Research in Indonesia. ACIAR Proceeding No. 78. Proceedings of An International Scientific Forum Held in Darwin, australia, 21-24 April 1997. Canberra, Australia, p:14-20.
- Hardjowigeno, S., Sukardi, Djaenuddin, Suharta, N., Jorden, E.R. 1996. Land Suitability for Brackishwater Fishpond. Center for Soil and Agroclimate Research. Bogor.
- Hill, B.J., 1979. Aspects of Feeding Strategy of Predatory Crab, *Scylla serrata*. *Marine Biology* 55:209-214.
- Kasry, A., 1996. Budidaya Kepiting Bakau dan Biologi Ringkas,, Penerbit Bharata Jakarta 87 hal.
- Lillesand, T.M., & Kieffer, R.W., 1997. Penginderaan Jauh dan Interpretasi Citra. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta 725 hal.
- Macintosh, D.J., C. Thongkum, K. Swamy, C. Cheewasedtham, & N. Paphavisit. 1993. Broodstock Management and the Potential to Improve the Exploitation of Mangrove Crabs, *Scylla serrata* (Forskål), through Pond Fattening in Ranong, Thailand. *Aquaculture & Fisheries Management* 24:261-269.
- Mwaluma, J. 2002. Pen Culture of the Mud Crab *Scylla serrata* in Mtwapa Mangrove System, Kenya. *Western Indian Ocean J.Mar.Sci.* Vol. 1 (2) : 127-133.
- Prahasta, Eddy, 2001. Konsep-konsep Dasar Sistem Informasi Geografis. Penerbit Informatika. Bandung 818 hal.
- Purnamaningtyas, 2009. Biologi, Eksploitasi dan Konservasi Kepiting Bakau (*Scylla* spp.). *Prosiding Forum Nasional Pemacuan Sumberdya Ikan II*, 24 Oktober 2009 Hal.KR-06:1-11.
- Purnamaningtyas, S.E., & Syam, A.R. 2010. Kajian Kualitas Air dalam Mendukung Pemacuan Stok Kepiting Bakau di Mayangan Subang, Jawa Barat. *Limnotek* (2010) 17 (1): 85-93.
- Shelley, C., & Lovatelli, A., 2011. Mud Crab Aquaculture A Practical Manual FAO *Fisheries and Aquaculture Technical Paper* No. 567. p 78.
- Triyanto, Nirmalasari I.W., Ivana, Y., Fajar, S., Fajar, S.L., & Widiyanto, T., 2012. Habitat Condition of Mud Crab (*Scylla serrata*) in Berau Mangrove Area, East Kalimantan. *Procceding International Conference of Indonesian Inland Water*, III, Palembang 7-8 November 2012 (*dalam proses penerbitan*).
- Wijaya, N.I., F.Yulianda, M.Boer, & S. Juwana, 2010. Biologi Populasi Kepiting Bakau (*Scylla serrata* F.) di Habitat Mangrove Taman Nasional Kutai Kabupaten Kutai Timur. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, Volume 36 (3):443-461.